ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## scientific journal



# Development of science

## Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

ISSN 3030 -3907

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

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

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

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

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

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

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

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

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

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

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

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


ISSN 3030-3907

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

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


ISSN 3030-3907

# MUNDARIJA


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Suyuqlik va gazlarni uzatishda nasos konstruksiyasi, bosimi va so‘rish masofasini ilmiy asoslash, texnologik jarayonni optimallashtirish<br>*Xolxo‘jayev Xokimxo‘ja Ulug‘xo‘jayevich*<br>*Eshpo‘latov To‘ra Poyonovich* | 9 |
| 2 | The role of digital technologies in organizing effective management in educational institutions<br>*Isamuxamedova Munisxon Najmitdinovna* | 19 |
| 3 | Mahalliy xomashyo asosida qovoq va olma sharbati ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish<br>*Nodira Hakimova Xayrilloyevna*<br>*Sobirova Oqila Zamon qizi* | 24 |
| 4 | Milliy g‘oya asoslarini o‘qitishda interfaol pedagogik metodlarning samaradorligi<br>*Ahmadjonova Mohidil Abdujalil qizi* | 28 |
| 5 | Mashina detallari fanidan yassi tasmali uzatmalarni hisoblashga doir amaliy tavsiyalar<br>*Odinayev Akmal Ko‘charovich*<br>*Xurramov Ro‘ziboy Jo‘ra o‘g‘li*<br>*Farmonov Sanjar Abdimalikovich* | 34 |
| 6 | 3-atsetoksi-18-degidroglitsirret kislota sintezi va uning xossalari<br>*Mengliyev M.U.*<br>*Djurayev A.J.*<br>*Quvondiqova F.Sh.*<br>*Esonov R.S.* | 45 |
| 7 | Mobil uylarda quyosh panellaridan foydalanishning texnik va iqtisodiy samaradorligi<br>*S.S. Sultonov*<br>*Sh.H. Ergashev*<br>*N.S. Elmurodov* | 55 |
| 8 | Bimetalli ftalotsianin birikmalari va ulardan olingan pigmentlarning iq-spektroskopik tahlili<br>*M.A.Abdiqayumova*<br>*J. B. Fayziyev*<br>*O. J. Axmedov* | 65 |
| 9 | Metan gaz quyish shoxobchasida favqulodda vaziyatlarni yuzaga keltiruvchi xavfli va zararli omillar tahlili<br>*Sh.G. Musaev*<br>*N.D.Shavkatov* | 72 |
| 10 | Синтез и исследования физико-химических свойств производных инулина содержащих аминные группы<br>*А.Ш. Хусенов*<br>*Д.С. Камалова*<br>*Н.Саидгуломова*<br>*К.С. Ибрагимова* | 83 |
| 11 | Po‘lat 45 ga mexanik ishlov berishda adaptiv intellektual boshqaruv uchun matematik model strukturasi<br>*R.S. Ulug‘xojayev*<br>*M.S.Maxammadziyoyev* | 97 |
| 12 | Katta hajmdagi matnli ma’lumotlarni (big data) hissiyotlar tahlili uchun tayyorlash metodikasi<br>*Olimjanova Feruza Sanjar qizi* | 108 |
| 13 | O‘zbegim milliy matolaridan tayyorlangan o‘zbek liboslarida uslublar aralashmasi<br>*Orakbayeva Muslima Ibrayim qizi* | 117 |
| 14 | Oliy o‘quv yurti talabalarinig empatik rivojlanganligining jinslar o‘rtasidagi farqlar va bog‘liqliklarning psixologik muammolarini o‘rganish va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish<br>*Xolboyev A.* | 123 |
| 15 | Professor-o‘qituvchilarning nerv-psixik holati kasbiy rivojlanish dinamikasiga ta’sirining empirik natijalari | 129 |



ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| | *Bozorov A.A.* | |
| 16 | Deksametazon va prednizolonni aniqlashning zamonaviy analitik usullarini qiyosiy tahlil qilish va istiqbolli yondashuvlar<br>*Ixtiyorova Shodiya Toshpo'lat qizi*<br>*Sultonov Marat Mirzyevich* | 134 |
| 17 | O'zbekistonda qo'llanilib kelinyotgan zamonaviy to'quv dastgohlarining tahlili<br>*Dadaxanov Nurilla Karimovich*<br>*Azizov Javlonbek Dilmurod o`g`li* | 146 |
| 18 | Gemini cad dasturida trikotaj kiyimlar andozasini yaratish va gazlamaga joylashtirish texnologiyasi<br>*Kaxxarova Tozagul Abdimuminovna* | 153 |
| 19 | Incorporating the khorezm dialect into uzbek asr: an analytical approach to the evolution of speech recognition systems and resources<br>*Kurbonova Ruzikajon Ulug'bek qizi* | 159 |
| 20 | Ko'rgazmali ta'lim texnologiyalari asosida boshlang'ich sinf o'quvchilarining matematik bilimlarini mustahkamlash<br>*Jubatkanova Xanim Rasulovna*<br>*Ablatova Aksıngul Jengisovna* | 169 |
| 21 | Charm sanoatida suvda eruvchan smolalarning qo'llanilishi va ularning tayyor mahsulot sifatiga ta'siri<br>*Azimov Tolib To'lqinovich*<br>*Temirova Matlab Ibodovna* | 177 |
| 22 | Ultratovush diagnostik tekshiruvini amalga oshiradigan tibbiyot robotining algoritmlarimni tahlili<br>*Jo'rayev Zafar Botirovich*<br>*Nodirbek Ruziyev Avazjon o'g'li* | 183 |
| 23 | Implementation of the process of extracting the main organic component from the composition of the oil sludge<br>*Jo'raqulov Muslimbek*<br>*Khurmamatov Abdugaffor Mirzabdullaevich*<br>*Pulatov Golibjon Muradivich* | 193 |
| 24 | Diskli ishchi qurollar bilan tuproqqa mexanik ishlov berishda disk va tuproqning o'zaro ta'sirini fizik-mexanik mohiyati<br>*Ermatov Valijon Abdivaitovich*<br>*Batirov Baxtiyar Ko'nishovich*<br>*Raximov Shohjaxon Turg'un o'g'li* | 203 |
| 25 | Ayrim biogen 3d-metallarning benzoilgidrazon hosilalari tuzilishini o'rganish<br>*Jo'rayev Aziz Turob o'g'li* | 210 |
| 26 | Murakkab dasturiy tizimlarda bog'liqlik tuzilishini o'rganish<br>*Matyoqubov Og'abek Bahrombek o'g'li*<br>*Jumanazarova Munojatxon Ergash qizi*<br>*Qahramanova Farangiz Hikmat qizi*<br>*Sitchanov Nuraddin Ikrom o'g'li* | 218 |
| 27 | Tarkibida nikel, kobalt ioni saqlagan bimetall ftalosianin kompleksining sintezi va mahsulotning infraqizil spektroskopik tahlili<br>*Nazarov N.I.*<br>*Fayziyev J.B.*<br>*Nazarov S.I.*<br>*Mirzoyeva G.A.* | 227 |
| 28 | Kichik biznesni rivojlantirishning zamonaviy tendensiyalari va muammolari.<br>*Turginova Mavludaxon Maxammadjanovna* | 233 |
| 29 | High-performance nozzle absorber for drying natural gases with high moisture content<br>*Jumayev Q.K.*<br>*Zaripov G'.B.*<br>*Habibullayev G. G.* | 241 |
| 30 | Формальная верификация криптографических протоколов | 248 |



ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| | *Хамроева Азиза Хошимовна* | |
| 31 | Taqsimlovchi elektr tarmoqlarining holatini va samaradorligini baholash.<br>*Xudayarov Muzaffar Burxonovich*<br>*Bobonazarov Bahrom Sirjevich*<br>*Rahmonov Sarvar Ruslan o'g'li* | 258 |
| 32 | Разработка методики обучения информатике с применением визуального моделирования на базе программного средства draw.io<br>*Махмудов Г.Б.*<br>*Туктарова Р.Р.* | 266 |
| 33 | Quyosh radiatsiyasining matematik modellari va uning energiya ishlab chiqarishga ta'siri<br>*Maksumov Mansurbek*<br>*Yunusov Xikmatillo* | 275 |
| 34 | Рентгеновский анализ монокристаллического маннитола<br>*Рузиева Зарнигор Кахрамоновна*<br>*Камолов Лукмон Сироджиддинович*<br>*Муродова Гулбахор Озод кизи* | 282 |
| 35 | Bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari<br>*Imomova Odinaxon Jumaboy qizi* | 291 |
| 36 | Мембранные и нанофильтрационные методы очистки масел: современный зарубежный опыт и аналитическая оценка<br>*К.С.Рахмонов*<br>*Б.Х. Бобоева*<br>*Д.Х Бозоров.* | 299 |
| 37 | Fosfogips asosidagi modifikatsiyalangan gipsbetonning strukturasi, fizik-mexanik xossalari va suvga chidamliligi<br>*Otaqulov Baxromjon Adxamovich*<br>*G'ulomjonova Ro'zigul Komiljon qizi* | 308 |
| 38 | Buxoro ma'rifatparvar jadidlar ilmiy merosida inson qadri fenomenining falsafiy tahlili<br>*Salohov Akmal* | 313 |
| 39 | Modern approaches to improving students' preparation for educational activity based on foresight technologies<br>*Mirzakhodjayeva Dilrabokhon Tulqin qizi* | 318 |
| 40 | Sog'liqni saqlashda xavfni boshqarish madaniyati: iso 7101:2023 talablari va hfmea usulining afzalliklari<br>*Komilov Beklzodbek Maxmudjon o'g'li* | 325 |
| 41 | Устойчивость и робастность гибридных систем обработки данных дзз<br>*Шамсиев Расул Заирович* | 333 |
| 42 | Pochta xizmatlarini raqobatdoshligini oshirish yo'llari (o'zbekiston pochtasi aj misolida)<br>*Xudoyberdiyev Rahmatillo Fozilliddinovich*<br>*Jo'rayev Lazizjon Norovich*<br>*Samadov Jahongir Bahodir o'g'li*<br>*Yuldasheva Charosxon Jasur qizi*<br>*Amonqulova Mahliyo Murodullo qizi* | 344 |
| 43 | Elektrokimyoviy ishlab chiqarish chiqindilaridan rangli metallarni gidrometallurgik usullar asosida ajratib olish<br>*Panjiyev Hikmat Ahadillayebich*<br>*Abdiazizov Asliddin Adham o'g'li*<br>*Xasanov Shahzod Rasul o'g'li*<br>*Baxromov Bexruzbek G'olibovich* | 358 |
| 44 | Havo kompressorlari turlarining tahlili va ularni zamonaviy kislorod konsentratorlari uchun tanlash.<br>*Rustamov Jobirxon Rustam o'g'li*<br>*Boyturayev Sarvar Abdufozilovich*<br>*Kamalov Akmalxon Voxid o'g'li* | 367 |



ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| 45 | Ti(iv) ionlarini trifenilmetanli reagentlar yordamida sorbsion spektrofotometrik aniqlash usullari<br>*G.O Nematullayeva*<br>*Z.A Smanova*<br>*Azimova D.A.*<br>*Gafurov A.A.*<br>*S.E. Abdullayeva*<br>*Usmanova H.U.*<br>*Atamuratova M.Sh.*<br>*Shahidova D.N.* | 376 |
| 46 | Analysis of pressure effects on the evaporation of tomato pulp.<br>*Narziev Mirzo Saidovich*<br>*Ergasheva Muhabbat Komil qizi*<br>*Rustamov Elyor Samiyevich* | 384 |
| 47 | Gaymor bo‘shlig‘i anatomiyasi va implantologiyada ahamiyati<br>*Zokirjonova Muslima Saidjon qizi* | 390 |
| 48 | Polifunksional qo‘shimchalar kompleksining bitum dispers tuzilmasiga ta`siri va reologik xossalarini boshqarish<br>*Siddiqov Otabek G`afforovich*<br>*Sharipov Qahramon Qandiyorovich*<br>*Mavlonov Shohrux Boboxon o`g`li* | 395 |
| 49 | Ayollar ko‘p funksiyali kiyimi assortimenti oqilona tarkibini shakllantirish va iste’molchilar talabini o‘rganishning marketing usullari tahlili<br>*Sharipova Saodat Islomovna* | 405 |
| 50 | Электрические влагомеры хлопка: принципы работы, особенности и перспективы применения<br>*Хамзаев Дилшод Иномджонович* | 413 |
| 51 | Texnologik mashinalarning taxlamli ishchi organlarida egilish tebranishlariga konstruktiv va ekspluatatsion omillarning ta’siri<br>*Abduvaxidov Mutaxxirxon Muboshirovich*<br>*Mirjalolzoda Bobirmirzo*<br>*Umarov Akmal Akparaliyevich* | 420 |
| 52 | Glitsirrizin kislotasi monoammoniyli tuzi bilan zeatinning molekulyar komplekslari<br>*Maxmudjon Xoliqov*<br>*Maxmudjon G‘afurov* | 428 |
| 53 | Изучение сорбционных свойств биосорбентов, полученных из водорослей, произрастающих на территории узбекистана<br>*Дониёров К.А.*<br>*Шодикулов Ж.М.*<br>*Бердиёрова Л.Ш.* | 435 |
| 54 | Limonium otolepis yer ustki va ildiz qismlari dastlabki fitokimyoviy tahlili<br>*O‘rmonov Dadaxon G‘olibjon o‘g‘li* | 443 |
| 55 | Analysis of methods for removing silica from uranium in-situ leaching productive solutions<br>*Sharafutdinov Ulug‘bek Ziyatovich*<br>*Yuldashev Shokhrukh Shonazar o‘g‘li*<br>*Mansurova Dilfuza Zokir qizi*<br>*Abdusamatov Asadbek Muzaffar o‘g‘li*<br>*Safarov Ulug‘bek Ashurboy o‘g‘li* | 449 |
| 56 | Gidroxinon-formaldegid siloksan smolasining kvant-kimyoviy va spektral tadqiqi<br>*Xoliqova G.Q.*<br>*Raximov F.F.*<br>*Nurilloyev Z.I.* | 457 |



ISSN 3030-3907

# SUYUQLIK VA GAZLARNI UZATISHDA NASOS KONSTRUKSIYASI, BOSIMI VA SO‘RISH MASOFASINI ILMIY ASOSLASH, TEXNOLOGIK JARAYONNI OPTIMALLASHTIRISH

**Xolxo‘jayev Xokimxo‘ja Ulug‘xo‘jayevich**
***TDTU magistr***
**Eshpo‘latov To‘ra Poyonovich**
***TDTU, “Neftgaz sanoati mashina va jihozlari va quvur transport tizimlari” kafedrasi v.v.b. professori, t.f.n., dotsent***

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada suyuqlik va gazsimon muhitlarni texnologik quvurlar orqali uzatishda nasos hamda nasos-kompressor uskunalarining konstruktiv tanlovi, bosim-napor balansi va so‘rish masofasini ilmiy asoslash masalalari yoritiladi. Markazdan qochma, hajmiy va aralash oqimli nasoslarning qo‘llanish sohasi, kavitatsiya xavfi, NPSH sharti, quvurdagi gidravlik yo‘qotishlar va energiya tejamkor boshqaruv usullari tahlil qilinadi. Shuningdek, sarf, bosim, quvur diametri, foydali ish koeffitsiyenti va texnologik rejimlarni optimallashtirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar beriladi.

**Kalit so‘zlar:** nasos, suyuqlik uzatish, gaz uzatish, bosim, napor, so‘rish masofasi, NPSH, kavitatsiya, gidravlik yo‘qotish, optimallashtirish.

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы конструктивного выбора насосного и насосно-компрессорного оборудования при транспортировании жидких и газообразных сред по технологическим трубопроводам. Обоснованы баланс давления и напора, расчет всасывающей линии, условие NPSH и предотвращение кавитации. Показаны подходы к снижению гидравлических потерь, выбору рационального режима работы и повышению энергетической эффективности технологического процесса.

**Ключевые слова**: насос, транспортирование жидкости, транспортирование газа, давление, напор, высота всасывания, NPSH, кавитация, гидравлические потери, оптимизация.

**Abstract.** The paper discusses the scientific justification of pump construction, pressure-head balance and suction distance for transporting liquids and gaseous media through technological pipelines. The application of centrifugal, positive-displacement and mixed-flow pumps is explained together with the NPSH condition, cavitation prevention, hydraulic losses and energy-efficient control. Practical recommendations are proposed for selecting flow rate, pressure, pipe diameter, operating mode and optimization strategy.

**Keywords**: pump, liquid transportation, gas transportation, pressure, head, suction distance, NPSH, cavitation, hydraulic loss, optimization.

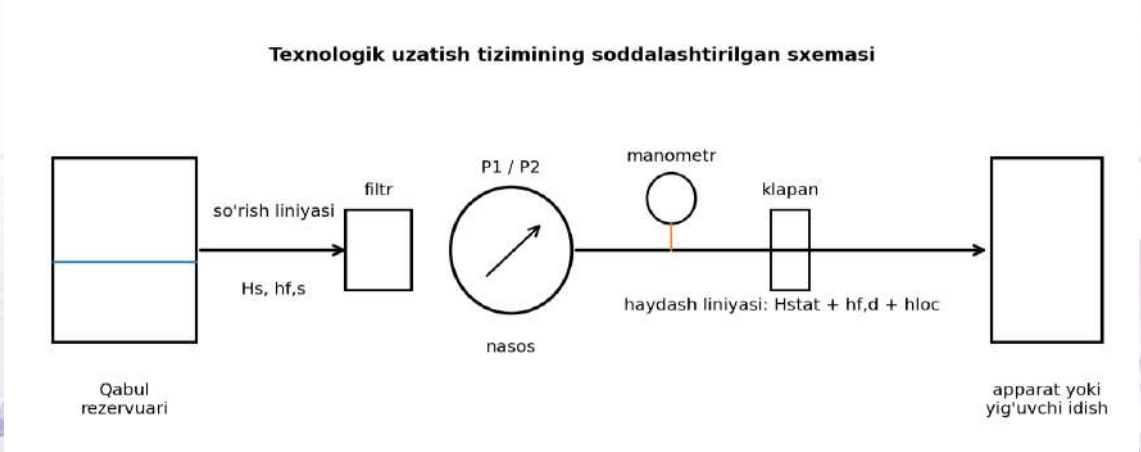
## KIRISH.

Kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat, energetika va suv xo‘jaligi korxonalarida mahsulot, xomashyo va yordamchi muhitlarning uzluksiz harakati texnologik jarayon barqarorligining asosiy shartidir. Suyuqliklarni uzatishda nasoslar, gazlarni uzatishda esa ventilyator, blower va kompressorlar ishlatiladi. Amaliy muhandislikda ushbu uskunalarning barchasi oqimga mexanik energiya berib, uni quvur tarmog‘i bo‘ylab harakatlantiradi. Shuning uchun nasosni to‘g‘ri tanlash faqat sarf qiymatini qoplash emas, balki butun tizimning bosim balansi, xavfsizligi va energiya sarfini ilmiy asoslashni talab qiladi.

Nasos tizimining samaradorligi uchta yirik omilga bog‘liq: birinchisi - nasos konstruksiyasi va ishchi organining oqim xususiyatlariga mosligi; ikkinchisi - quvur, armatura, apparat va balandlik farqi tufayli paydo bo‘ladigan umumiy napor; uchinchisi - so‘rish qismida bug‘lanish va kavitatsiya sodir bo‘lmasligi uchun yetarli mutlaq bosim zaxirasining mavjudligi. Ushbu omillardan biri noto‘g‘ri baholansa, nasos talab qilingan sarfni bermaydi, elektr energiyasi ortiqcha sarflanadi, shovqin va tebranish kuchayadi, muhrlar tez yeyiladi hamda avariya xavfi oshadi.

Texnologik jarayonni optimallashtirishning zamonaviy yondashuvi nasosni alohida qurilma sifatida emas, balki quvur tarmog‘i, rezervuarlar, issiqlik almashinish apparatlari, filtrlar, klapanlar va avtomatik boshqaruv elementlari bilan birga yagona gidravlik tizim sifatida ko‘rib chiqadi. Ishchi nuqta nasos xarakteristikasi bilan tizim xarakteristikasi kesishgan joyda shakllanadi. Shu sababli quvur diametri, armatura qarshiligi, aylanish chastotasi, suyuqlik harorati va sath balandligi o‘zgarganda nasosning haqiqiy ish rejimi ham o‘zgaradi.

Maqolaning maqsadi - suyuqlik va gazlarni uzatish tizimlarida nasos konstruksiyasini tanlash, zarur bosimni hisoblash, so‘rish masofasini NPSH talabi bo‘yicha asoslash va texnologik jarayonni energiya tejamkor usullar bilan optimallashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy yondashuvni ishlab chiqishdan iborat.




**1-rasm. Nasosli texnologik uzatish tizimining soddalashtirilgan sxemasi.**


ISSN 3030-3907

**1. Nasos konstruktsiyasini tanlash mezonlari.**

Nasos konstruksiyasini tanlashda ishchi muhitning fizik-kimyoviy xossalari birinchi o‘rinda turadi. Zichlik, qovushqoqlik, harorat, bug‘ bosimi, qattiq zarrachalar miqdori, korrozion faollik va portlash-yong‘in xavfi nasos turi, korpus materiali, ishchi g‘ildirak shakli, podshipnik, val muhrlari va elektr yuritma himoyasini belgilaydi. Masalan, toza va kam qovushqoq suyuqliklar uchun markazdan qochma nasoslar eng qulay bo‘lsa, yuqori qovushqoq yoki dozalab berilishi kerak bo‘lgan suyuqliklar uchun hajmiy nasoslar afzal hisoblanadi.

Markazdan qochma nasoslarda ishchi g‘ildirak aylanishi natijasida suyuqlik radial yoki aralash yo‘nalishda tezlanadi. Korpus, diffuzor yoki spiral kamera kinetik energiyaning bir qismini bosim energiyasiga aylantiradi. Bunday nasoslar konstruktiv jihatdan sodda, sarfi katta, uzluksiz oqim beradi va avtomatlashtirishga qulay. Ammo ular ishchi nuqtadan juda uzoq rejimda ishlasa, FIK pasayadi va kavitatsiya xavfi ortadi.

Hajmiy nasoslar - porshenli, plunjerli, tishli, vintli va membranali turlarga bo‘linadi. Ular har bir siklda ma'lum hajmdagi suyuqlikni siqib chiqaradi, shuning uchun yuqori bosim olish va aniq dozalash uchun ishlatiladi. Bunday nasoslarda bosim tizim qarshiligi bilan belgilanadi, shu sababli himoya klapanlari majburiy hisoblanadi. Gazsimon muhitlarda o‘xshash vazifani kompressorlar bajaradi; gaz siqiluvchan bo‘lgani sababli termodinamik hisoblar ham qo‘shiladi.

**1-jadval.**

**Nasos turlarining texnologik qo‘llanishini taqqoslash.**

| Nasos turi | Afzalligi | Cheklovi | Qo‘llanish sohasi |
|---|---|---|---|
| Markazdan qochma | Katta sarf, konstruksiyasi sodda, uzluksiz oqim | Juda qovushqoq muhitda FIK pasayadi | Suv, eritmalar, neft mahsulotlari, sovitish konturlari |
| Porshen/plunjer | Yuqori bosim va aniq dozalash | Pulsatsiya va murakkab xizmat | Reagent dozasi, gidravlik press, yuqori bosimli liniya |
| Vintli/tishli | Qovushqoq suyuqliklarda barqaror | Qattiq zarrachaga sezgir | Moy, polimer eritmalari, bitum, oziq-ovqat pastalari |


ISSN 3030-3907

| | | | |
|---|---|---|---|
| O‘qiy/aralash oqimli | Juda katta sarf, past napor | Bosim diapazoni cheklangan | Drenaj, sug‘orish, sovitish suv tizimlari |

**2. Bosim va naporni ilmiy asoslash**

Nasosning asosiy vazifasi oqimga yetarli solishtirma energiya berishdir. Muhandislik hisoblarida bu energiya ko‘pincha napor H, ya'ni suyuqlik ustuni balandligi bilan ifodalanadi. Bosim esa P = ρgH munosabati orqali naporga bog‘lanadi. Napor tushunchasining afzalligi shundaki, u turli zichlikdagi suyuqliklar uchun energiya darajasini bir xil birlikda ifodalash imkonini beradi. Umumiy talab etiladigan napor Bernulli tenglamasi va yo‘qotishlar yig‘indisi asosida aniqlanadi: Htalab = Hstat + ΔP/(ρg) + hf + hloc. Bu yerda Hstat - so‘rish va haydash rezervuarlari sathlari farqi; ΔP - apparat yoki yopiq idishlar orasidagi bosim farqi; hf - to‘g‘ri quvurlardagi ishqalanish yo‘qotishlari; hloc - tirsak, klapan, filtr, o‘lchagich va boshqa mahalliy qarshiliklardagi yo‘qotishlar. Agar nasos qovushqoq suyuqlik, issiq eritma yoki ko‘p fazali oqim bilan ishlasa, hisoblashda tuzatish koeffitsiyentlari qo‘llanadi.

To‘g‘ri quvurdagi ishqalanish yo‘qotishi Darcy-Weisbach tenglamasi bilan baholanadi: $h_f = \lambda(L/D)(v^2/2g)$. Bu yerda λ - gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti, L - quvur uzunligi, D - ichki diametr, v - o‘rtacha tezlik. Mahalliy yo‘qotishlar $h_{loc} = \Sigma\xi(v^2/2g)$ ko‘rinishida olinadi. Ko‘rinib turibdiki, quvur diametri biroz kichrayganda tezlik ortadi va yo‘qotishlar tezlik kvadratiga proporsional ko‘payadi. Shuning uchun energiya tejamkor tizimda diametr tanlovi kapital xarajat va ekspluatatsiya xarajatining optimal muvozanatiga asoslanadi.

Nasos pasportida berilgan H-Q xarakteristikasi har doim ma'lum aylanish chastotasi va standart sinov sharoiti uchun keltiriladi. Real sharoitda suyuqlik qovushqoqligi, harorati, so‘rish bosimi, quvur armaturalari va eskirish darajasi pasport ma'lumotidan farq qiladi. Shu sababli loyihalashda hisoblangan Htalab qiymatiga odatda 5-10 % zaxira qo‘shiladi, lekin ortiqcha zaxira ham zararli: nasos doimiy ravishda klapan bilan bo‘g‘iladi, energiya sarfi ko‘payadi va ishchi nuqta past FIK zonasiga siljiydi.

Gaz uzatish tizimlarida bosim balansi suyuqliklarga qaraganda murakkabroq, chunki gaz zichligi bosim va haroratga bog‘liq holda o‘zgaradi. Past bosimli ventilyatsiya tarmoqlarida havo oqimi uchun aerodinamik yo‘qotishlar hisoblanadi, yuqori bosimli kompressorlarda esa politrop yoki izentrop siqish modeli qo‘llanadi. Shunga qaramay, umumiy prinsip bir xil: qurilma oqimni texnologik qarshiliklardan o‘tkazish uchun zarur energiyani berishi kerak.

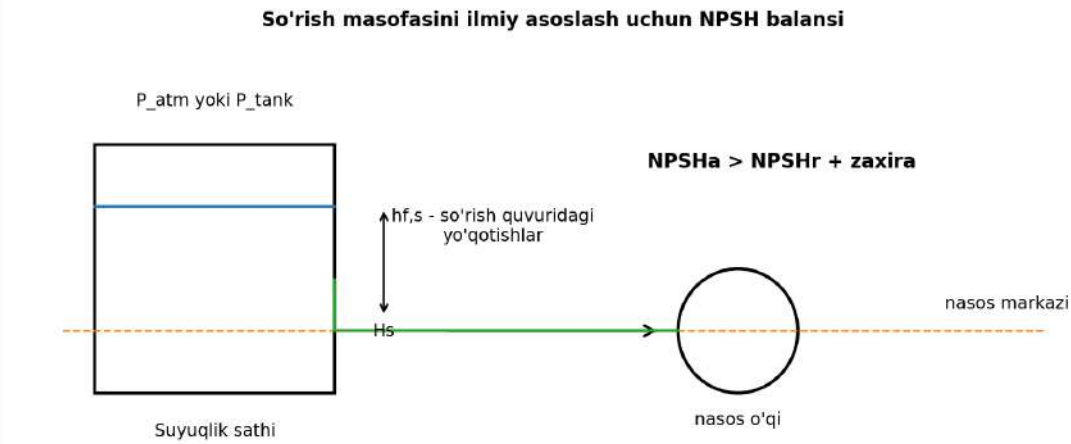
**3. So‘rish masofasi, NPSH va kavitatsiyaning oldini olish.**


ISSN 3030-3907

So‘rish masofasi yoki so‘rish balandligi nasosning barqaror ishlashi uchun eng muhim parametrlaridan biridir. Nasos kirishida bosim suyuqlikning berilgan haroratdagi to‘yingan bug‘ bosimidan pastga tushsa, suyuqlik ichida bug‘ pufakchalari hosil bo‘ladi. Bu pufakchalar yuqori bosimli zona tomon o‘tganda qisqarib, ishchi g‘ildirak, korpus va diffuzor yuzalariga zarba beradi. Jarayon kavitatsiya deb ataladi va u metall eroziyasi, shovqin, tebranish, sarf pasayishi hamda FIK kamayishiga olib keladi.

Kavitatsiyani oldini olish uchun mavjud musbat so‘rish napori NPSHa nasos ishlab chiqaruvchisi ko‘rsatgan talab etiladigan NPSHr qiymatidan katta bo‘lishi lozim: NPSHa ≥ NPSHr + ΔHzaxira. Amaliyotda xavfsizlik zaxirasi suyuqlik xususiyati va jarayon ahamiyatiga qarab tanlanadi. NPSHa quyidagi omillarga bog‘liq: rezervuardagi mutlaq bosim, suyuqlik sathi bilan nasos o‘qi orasidagi geometrik farq, so‘rish quvuridagi ishqalanish yo‘qotishlari va suyuqlikning bug‘ bosimi.

Ochiq rezervuardan so‘rishda soddalashtirilgan ifoda quyidagicha yoziladi: NPSHa = Patm/(ρg) + Hs - Pv/(ρg) - hf,s. Bu yerda Patm - atmosfera bosimi, Hs - suyuqlik sathining nasos o‘qiga nisbatan balandligi (nasos pastda bo‘lsa musbat), Pv - bug‘ bosimi, hf,s - so‘rish liniyasidagi yo‘qotishlar. Agar nasos suyuqlik sathidan yuqorida o‘rnatilsa, Hs manfiy bo‘ladi va NPSHa keskin kamayadi. Issiq suyuqliklarda Pv yuqori bo‘lgani uchun ruxsat etilgan so‘rish balandligi yanada kamayadi.




**2-rasm. So‘rish liniyasida NPSH balansi va kavitatsiyani cheklovchi omillar.**

So‘rish masofasini ilmiy asoslashda quyidagi amaliy qoidalar muhim: so‘rish quvuri imkon qadar qisqa va to‘g‘ri bo‘lishi; diametr nasos kirish patrubkasidan kichik tanlanmasligi; keskin burilishlar, torayishlar va keraksiz


ISSN 3030-3907

klapanlar kamaytirilishi; filtrlar ifloslanish darajasi bo‘yicha nazorat qilinishi; nasos imkon qadar suyuqlik sathidan pastroqda o‘rnatilishi kerak. Bu choralar NPSHa ni oshiradi va kavitatsiya ehtimolini kamaytiradi.

**4. Konstruktsion elementlar va material tanlash.**

Nasosning ishonchliligi uning asosiy detallarining konstruktiv uyg‘unligiga bog‘liq. Korpus bosimni qabul qiladi va oqim yo‘nalishini shakllantiradi; ishchi g‘ildirak mexanik energiyani suyuqlikka beradi; val va podshipniklar aylanishni barqaror ushlab turadi; muhrlar suyuqlik chiqishini cheklaydi; elektr dvigatel esa zarur quvvatni beradi. Har bir element muhitning harorati, korrozion faolligi, qovushqoqligi va abraziv zarrachalar mavjudligiga mos tanlanishi lozim.

Korpus materiali sifatida cho‘yan, uglerodli po‘lat, zanglamaydigan po‘lat, bronza, titan qotishmalari yoki polimer qoplamali materiallar qo‘llanadi. Oddiy suv tizimlarida cho‘yan iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘lsa, kislota, ishqor, tuzli eritma yoki neft-kimyo muhitlarida zanglamaydigan va maxsus qotishmalar talab qilinadi. Ishchi g‘ildirak uchun material tanlashda kavitatsion eroziya, abraziv yeyilish va muhit bilan kimyoviy reaksiyaga kirishish xavfi hisobga olinadi.

Val muhrlari salnikli va mexanik muhrlarga bo‘linadi. Salnikli muhrlar sodda, arzon va ta'mirlashga qulay, lekin doimiy nazorat hamda oz miqdorda sizishni talab qiladi. Mexanik muhrlar ekologik xavfli, qimmat yoki uchuvchan suyuqliklar uchun afzal; ular sizishni keskin kamaytiradi, ammo o‘rnatish aniqligi va sovitish-yuvish rejimiga talabchan. Gazlar bilan ishlovchi kompressor va blowerlarda esa labirint, quruq gaz muhrlari yoki moyli muhr tizimlari qo‘llanadi.

Nasos-kompressor uskunalarida xavfsizlik masalalari konstruksiya bilan bevosita bog‘liq. Ortiqcha bosimdan himoyalovchi klapan, teskari klapan, bosim va harorat datchiklari, vibratsiya nazorati, quruq yurishdan himoya va elektr dvigatelning issiqlik himoyasi majburiy elementlar hisoblanadi. Agar muhit yonuvchan yoki portlovchi bo‘lsa, elektr jihozlari portlashdan himoyalangan ijroda bo‘lishi, statik elektr zaryadlari yerga ulanish orqali bartaraf etilishi zarur.

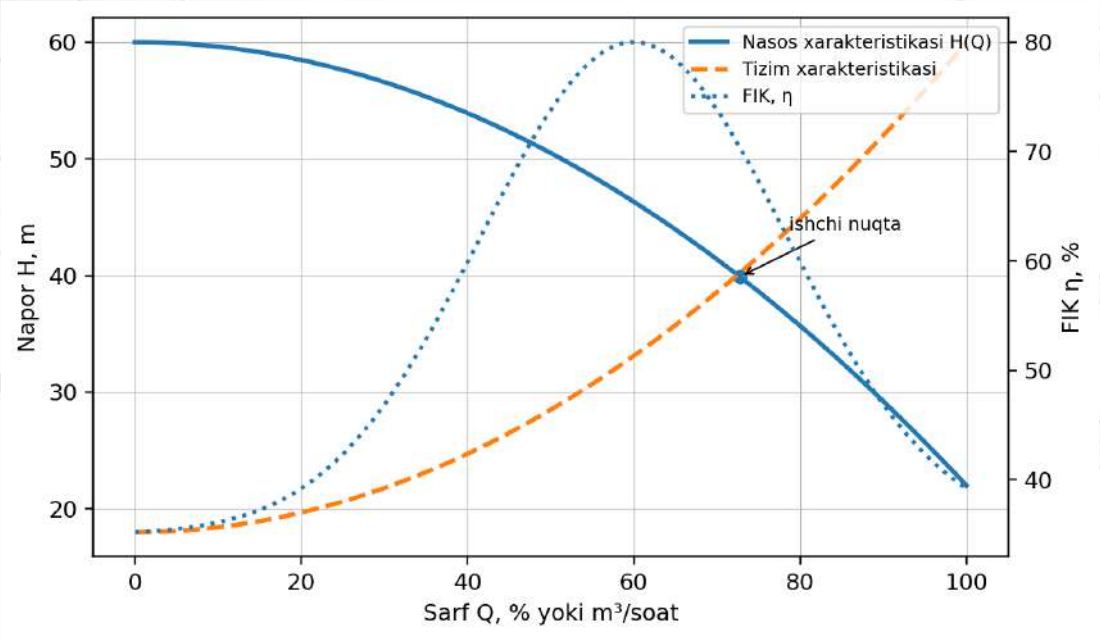
Konstruktiv tanlovda ta'mirlash qulayligi ham muhim. Nasos agregati shunday joylashtiriladiki, filtr, muhr, podshipnik, mufta, klapan va nazorat asboblariga erkin kirish mumkin bo‘lsin. Texnologik liniyada by-pass yoki zaxira nasos mavjud bo‘lsa, ta'mirlash vaqtida jarayonni to‘xtatmasdan ishlash imkoniyati yaratiladi. Bu ayniqsa uzluksiz ishlab chiqarishlarda iqtisodiy yo‘qotishlarni kamaytiradi.

**5. Texnologik jarayonni optimallashtirish**

Nasosli tizimni optimallashtirishning asosiy maqsadi kerakli sarf va bosimni minimal energiya sarfi, yuqori ishonchlilik va barqaror sifat ko‘rsatkichlari bilan ta'minlashdir. Buning uchun nasos xarakteristikasi, tizim xarakteristikasi va texnologik talab birgalikda tahlil qilinadi. Ishchi nuqta eng


ISSN 3030-3907

yuqori FIK zonasiga yaqin joylashsa, elektr energiyasi kam sarflanadi, tebranish past bo‘ladi va uskunaning xizmat muddati uzayadi.




**3-rasm. Nasos va tizim xarakteristikalarining kesishishi orqali ishchi nuqtani aniqlash.**

Sarfni klapan bilan bo‘g‘ib boshqarish oddiy, lekin energiya tejamkor emas. Chunki nasos ishlab chiqargan ortiqcha napor klapanda yo‘qotiladi. Aylanish chastotasini o‘zgartirish qurilmasi, ya'ni chastota o‘zgartirgich yordamida boshqarish esa nasosning o‘z xarakteristikasini siljitadi. Affinlik qonunlariga ko‘ra sarf aylanish chastotasiga, napor chastota kvadratiga, quvvat esa chastota kubiga yaqin bog‘liq. Shu sababli kichik tezlik pasayishi ham katta energiya tejamkorlik berishi mumkin.

Optimallashtirishning yana bir yo‘li - quvur tarmog‘idagi ortiqcha qarshiliklarni kamaytirishdir. Filtrlarning muntazam yuvilishi, keraksiz tirsak va torayishlarni qisqartirish, klapanlarni to‘g‘ri tanlash, quvur diametrini iqtisodiy asoslash hamda sirt g‘adir-budirligini nazorat qilish yo‘qotishlarni kamaytiradi. Tizimda bir nechta ish rejimi mavjud bo‘lsa, parallel nasoslar qo‘llash samarali: kichik sarfda bitta nasos, katta sarfda ikki yoki undan ortiq nasos ishlaydi.

Raqamli nazorat va avtomatlashtirish jarayon optimallashtirishining amaliy asosi hisoblanadi. Bosim, sarf, harorat, elektr quvvati, vibratsiya va podshipnik harorati real vaqt rejimida kuzatilsa, nasos ishchi nuqtasining siljishi erta aniqlanadi. Ma'lumotlar asosida filtr tiqilishi, muhr yeyilishi, kavitatsiya belgilari yoki quvurdagi tiqinlar haqida oldindan xulosa chiqarish mumkin.

**6. Hisoblash namunasi.**

Amaliy misol sifatida ochiq rezervuardan texnologik apparatga suvga yaqin xossali suyuqlik uzatilishini ko‘rib chiqamiz. Sarf Q = 25 m³/soat, suyuqlik zichligi ρ = 1000 kg/m³, quvur uzunligi L = 80 m, ichki diametr D = 0,08 m, statik


ISSN 3030-3907

balandlik farqi 12 m, apparatdagi qo‘shimcha bosim talabi 1,5 bar, mahalliy qarshiliklar yig‘indisi $\Sigma\xi = 8$ deb olinsin. Ishqalanish koeffitsiyenti soddalashtirilgan holda $\lambda = 0{,}025$ deb qabul qilinadi.

Sarfni SI birlikka o‘tkazamiz: $Q = 25/3600 = 0{,}00694$ m³/s. Quvur kesimi $A = \pi D^2/4 = 0{,}00503$ m², o‘rtacha tezlik $v = Q/A = 1{,}38$ m/s. Tezlik napori $v^2/(2g) = 0{,}097$ m. To‘g‘ri quvur yo‘qotishi $hf = 0{,}025 \cdot (80/0{,}08) \cdot 0{,}097 = 2{,}43$ m. Mahalliy yo‘qotishlar $hloc = 8 \cdot 0{,}097 = 0{,}78$ m. Bosim talabi $\Delta P/(\rho g) = 150000/(1000 \cdot 9{,}81) = 15{,}29$ m. Demak umumiy talab etiladigan napor $Htalab = 12 + 15{,}29 + 2{,}43 + 0{,}78 = 30{,}50$ m. 10 % zaxira bilan nasos napori taxminan 33,5 m tanlanadi.

**2-jadval.**

**Hisoblash namunasi bo‘yicha asosiy parametrlar.**

| Ko‘rsatkich | Belgi | Qiymat | Izoh |
|---|---|---|---|
| Sarf | Q | 25 m³/soat | Texnologik talab |
| Quvur diametri | D | 0,08 m | Ichki diametr |
| O‘rtacha tezlik | v | 1,38 m/s | Q/A bo‘yicha |
| Ishqalanish yo‘qotishi | hf | 2,43 m | Darcy-Weisbach |
| Mahalliy yo‘qotish | hloc | 0,78 m | $\Sigma\xi = 8$ |
| Bosim talabi | $\Delta P/(\rho g)$ | 15,29 m | 1,5 bar |
| Umumiy napor | Htalab | 30,50 m | Zaxirasiz |
| Tanlash napori | Htan | ≈ 33,5 m | 10 % zaxira bilan |

Agar ushbu tizimda so‘rish liniyasi uzunligi ortsa yoki filtr tiqilsa, hf,s ko‘payadi va NPSHa kamayadi. Shu sababli tanlangan nasos uchun ishlab chiqaruvchi ko‘rsatgan NPSHr qiymati bilan solishtirish majburiydir. Masalan, NPSHa = 5,2 m, NPSHr = 3,4 m bo‘lsa, zaxira 1,8 m ni tashkil qiladi va rejim qoniqarli bo‘lishi mumkin; ammo issiq suyuqliklarda bug‘ bosimi oshishi sababli zaxira qayta baholanadi.

## 7. Ekspluatatsiya, nazorat va samaradorlik ko‘rsatkichlari

Nasos agregati to‘g‘ri tanlangan bo‘lsa ham, ekspluatatsiya qoidalari buzilsa, tizim samaradorligi pasayadi. Ishga tushirishdan oldin so‘rish liniyasi suyuqlik bilan to‘ldirilganligi, havo chiqarilgani, klapanlarning to‘g‘ri holati, elektr dvigatel aylanish yo‘nalishi va mufta markazlanishi tekshiriladi. Markazdan qochma nasosni quruq holda ishga tushirish muhrlar va ishchi g‘ildirakning qizib ketishiga olib kelishi mumkin.

Doimiy nazorat qilinadigan parametrlar qatoriga kirish va chiqish bosimi, sarf, elektr toki, dvigatel quvvati, podshipnik harorati, vibratsiya tezligi, shovqin,


ISSN 3030-3907

muhrlardan sizish va filtr differensial bosimi kiradi. Bosim pasayishi yoki sarfning kamayishi filtr tiqilishi, ishchi g‘ildirak yeyilishi, havo kirishi yoki klapan holati o‘zgarganidan dalolat berishi mumkin. Vibratsiya oshishi esa mufta nomarkazligi, podshipnik nuqsoni, kavitatsiya yoki gidravlik nomuvozanatni ko‘rsatadi.

Energiya samaradorligi nasosning foydali gidravlik quvvati va elektr tarmog‘idan olinadigan quvvat nisbati bilan baholanadi. Gidravlik quvvat Nh = ρgQH. Elektr quvvatining ortiqcha sarflanishi ko‘pincha nasosning kerakli ishchi nuqtadan uzoqda tanlangani, quvur qarshiligi yuqoriligi yoki sarf klapan bilan bo‘g‘ib boshqarilayotgani bilan bog‘liq. Energiya auditi natijasida chastota o‘zgartirgich, ishchi g‘ildirak diametrini moslashtirish, parallel nasoslar strategiyasi yoki quvur tarmog‘ini qayta loyihalash tavsiya etilishi mumkin.

Texnologik jarayonni optimallashtirishda ishonchlilik va iqtisodiylik birgalikda qaraladi. Eng arzon nasos har doim ham eng foydali yechim emas, chunki uning past FIK, tez-tez ta'mir talabi yoki zaxira qismlar narxi umumiy hayotiy sikl xarajatini oshiradi. Shu sababli Life Cycle Cost yondashuvi bo‘yicha xarid narxi, elektr energiyasi, xizmat ko‘rsatish, ta'mirlash, to‘xtashdan keladigan zarar va utilizatsiya xarajatlari hisobga olinadi.

Gazlarni uzatishda ham xuddi shunday nazorat tamoyillari mavjud, lekin kompressor chiqish harorati, siqish bosqichlari, sovitish tizimi va kondensat ajratish masalalari qo‘shimcha ahamiyatga ega. Gaz oqimining namligi, changlanishi va portlash chegaralari uskunaning konstruktiv himoya darajasini belgilaydi. Bunda xavfsiz ish rejimi texnologik reglament, datchiklar va avtomatik blokirovka tizimlari bilan ta'minlanadi.

**XULOSA.**

Suyuqlik va gazlarni uzatish jarayonida nasos yoki nasos-kompressor uskunasini tanlash kompleks muhandislik masalasidir. Nasos konstruksiyasi ishchi muhit xossalari, sarf va bosim diapazoni, qovushqoqlik, korrozion faollik, xavfsizlik talablari hamda xizmat ko‘rsatish imkoniyatiga mos bo‘lishi kerak. Markazdan qochma nasoslar katta sarfli uzluksiz tizimlar uchun, hajmiy nasoslar esa yuqori bosim va aniq dozalash talab qilinganda samarali hisoblanadi.

Zarur bosimni ilmiy asoslash Bernulli tenglamasi, statik balandlik farqi, apparatlar orasidagi bosim farqi, to‘g‘ri quvurdagi ishqalanish va mahalliy qarshiliklar yig‘indisiga tayangan holda bajariladi. So‘rish masofasini tanlashda NPSHa ≥ NPSHr + zaxira sharti bajarilishi kavitatsiyaning oldini olishning asosiy mezoni hisoblanadi. So‘rish liniyasini qisqa, keng va kam qarshilikli qilish nasosning barqarorligini oshiradi.

Texnologik jarayonni optimallashtirish nasos va tizim xarakteristikalarini muvofiqlashtirish, FIK yuqori bo‘lgan ishchi nuqtani tanlash, chastota


ISSN 3030-3907

o‘zgartirgichlardan foydalanish, quvur qarshiliklarini kamaytirish va real vaqt monitoringini joriy etish orqali amalga oshiriladi. Bunday yondashuv energiya sarfini kamaytiradi, uskunaning xizmat muddatini uzaytiradi va ishlab chiqarish xavfsizligini oshiradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ISO 9906:2012. Rotodynamic pumps — Hydraulic performance acceptance tests — Grades 1, 2 and 3. International Organization for Standardization.
2. ISO 5199:2002. Technical specifications for centrifugal pumps — Class II. International Organization for Standardization.
3. Hydraulic Institute. Pump System Optimization and NPSH basic guidance materials.
4. Karassik I. J., Messina J. P., Cooper P., Heald C. C. Pump Handbook. McGraw-Hill, 4th edition.
5. Stepanoff A. J. Centrifugal and Axial Flow Pumps: Theory, Design, and Application. John Wiley & Sons.
6. White F. M. Fluid Mechanics. McGraw-Hill Education.
7. Gülich J. F. Centrifugal Pumps. Springer.
8. Cherkasskiy V. M. Nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlar bo‘yicha amaliy hisoblash usullari. O‘quv qo‘llanma materiallari.


ISSN 3030-3907

# THE ROLE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ORGANIZING EFFECTIVE MANAGEMENT IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

**Isamuxamedova Munisxon Najmitdinovna**
*O‘zDJTU, Ingliz tili-3 fakulteti, amaliy fanlar №3 kafedrasi o‘qituvchisi*
*E-mail: munisxonisamuxamedova@gmail.com*

**Annotation.** The article examines the role of digital technologies in ensuring effective management of educational institutions. Modern management models, the advantages of using information systems, and their impact on improving the quality of education are analyzed.

**Keywords:** education management, digital technologies, efficiency, management, innovation.

**Annotatsiya.** Maqolada ta'lim muassasalarini samarali boshqarishni ta'minlashda raqamli texnologiyalarning roli o‘rganiladi. Zamonaviy boshqaruv modellari, axborot tizimlaridan foydalanishning afzalliklari va ularning ta'lim sifatini oshirishga ta'siri tahlil qilinadi.

**Kalit so‘zlar:** ta'limni boshqarish, raqamli texnologiyalar, samaradorlik, boshqaruv, innovatsiya.

**Аннотация.** В статье рассматривается роль цифровых технологий в обеспечении эффективного управления образовательными учреждениями. Анализируются современные модели управления, преимущества использования информационных систем и их влияние на повышение качества образования.

**Ключевые слова:** управление образованием, цифровые технологии, эффективность, менеджмент, инновации.

## INTRODUCTION.

In the context of today’s globalization and digitalization, improving management processes in the education system is considered one of the most pressing issues. The effectiveness of management in educational institutions is closely linked not only to the quality of education, but also to the activities of the teaching staff, the rational use of resources, and strategic planning. Digital technologies enable the automation of management processes, the making of prompt decisions, and the strengthening of monitoring systems. Therefore, the introduction of modern technologies into educational management processes is of significant scientific and practical importance.

## MAIN PART

### 1. The Essence and Importance of the Management System in Educational Institutions

The management system in educational institutions includes the processes of planning, organizing, coordinating, monitoring, and analyzing the educational


ISSN 3030-3907

process. Effective management has a direct impact on the quality of education, the performance of teaching staff, and the level of students' academic achievement. In modern conditions, educational management is not limited to administrative control alone, but also encompasses strategic planning, innovative approaches, and the development of human resources.

The management activities of the head of an educational institution should be aimed at the continuous improvement of the pedagogical process. In this regard, transparency in management, adherence to democratic principles, and cooperation with the staff are of great importance.

**2. Opportunities for Using Digital Technologies in Educational Management**

Digital technologies make it possible to automate and optimize management processes in educational institutions. Electronic document management, information and management systems, electronic journals, and rating systems create a fast and accurate information base for administrators.

In addition, digital platforms enable the monitoring of the educational process, the evaluation of teachers' performance, and the analysis of students' academic progress. This, in turn, contributes to making well-grounded and effective management decisions. Remote management and online communication tools further strengthen cooperation between administrators and teachers.

**3. Modern Management Models and Their Role in the Education System**

Today, a number of modern management models are being applied in educational management. These include strategic management, quality management, innovative management, and competency-based management models, which are widely implemented in educational institutions.

Strategic management serves to define the long-term development goals of an educational institution, while quality management focuses on the continuous improvement of educational services. Innovative management enhances the effectiveness of education through the introduction of new ideas and technologies. The integration of these models ensures the competitiveness of educational institutions.

**4. Management Competencies of the Head of an Educational Institution**

The head of an educational institution must possess a high level of professional and managerial competencies. They should have skills in strategic thinking, team management, problem-solving, and decision-making. Digital literacy is also one of the essential requirements for a modern leader.


ISSN 3030-3907

The leadership abilities of the head play an important role in directing the teaching staff toward a common goal, increasing motivation, and creating a healthy working environment. At the same time, the leader should continuously work on self-development and regularly analyze their management activities.

**5. Impact of Digital Technologies on Decision-Making in Educational Management**

One of the most significant advantages of digital technologies in educational management is their positive impact on decision-making processes. Data-driven management allows administrators to rely on real-time and accurate information rather than intuition or delayed reports. Learning Management Systems (LMS), Education Management Information Systems (EMIS), and institutional dashboards provide comprehensive data on student performance, teacher effectiveness, attendance, and resource utilization.

Through data analytics and reporting tools, educational leaders can identify strengths, weaknesses, and emerging trends within their institutions. This supports evidence-based decision-making, strategic planning, and timely interventions, ultimately improving institutional performance and educational outcomes.

**6. Digital Technologies and Quality Assurance in Education**

Digital tools play a crucial role in ensuring and enhancing quality assurance in educational institutions. Online assessment systems, digital feedback mechanisms, and automated evaluation tools help monitor learning outcomes and teaching effectiveness more consistently and objectively.

Moreover, digital platforms enable continuous quality monitoring through key performance indicators (KPIs). This allows administrators to evaluate institutional effectiveness, ensure compliance with national and international standards, and promote a culture of continuous improvement within the organization.

**7. Challenges in Implementing Digital Management Systems**

Despite their numerous benefits, the implementation of digital technologies in educational management faces several challenges. These include limited financial resources, insufficient digital infrastructure, and a lack of digital competencies among administrative and teaching staff.

Resistance to change is another common obstacle, as some educators may be reluctant to adopt new technologies. Data security and privacy issues also pose serious concerns, especially when handling sensitive student and staff information. Addressing these challenges requires comprehensive training programs, clear digital policies, and strong institutional leadership.

**8. Professional Development and Capacity Building of Educational Leaders**


ISSN 3030-3907

For digital transformation in educational management to be successful, continuous professional development of educational leaders is essential. Administrators must be trained not only in the technical use of digital tools but also in digital leadership, change management, and strategic innovation.

Workshops, online courses, and international collaboration programs can help develop leaders' digital competencies. A digitally competent leader is better equipped to guide institutions through technological change, foster innovation, and ensure sustainable development.

**9. The Role of Artificial Intelligence and Big Data in Educational Management**

Artificial intelligence (AI) and big data are increasingly influencing educational management. AI-based systems can support predictive analytics, early identification of students at risk, automated scheduling, and resource optimization.

Big data analytics enables institutions to analyze large volumes of educational data to improve planning, personalize learning pathways, and enhance institutional efficiency. The integration of AI and big data into educational management systems represents a major step toward smart and adaptive education systems.

**10. Future Prospects of Digital Educational Management**

The future of educational management lies in the further integration of advanced digital technologies. Smart campuses, cloud-based management systems, blockchain for credential management, and AI-driven decision-support tools are expected to become more widespread.

In the long term, digital educational management will contribute to greater transparency, accountability, and inclusiveness in education systems. Institutions that successfully adapt to digital transformation will be better positioned to meet global educational standards and respond to rapidly changing societal needs.

If you want, I can:

- integrate these sections **seamlessly into your existing paper**,
- adjust the length for a **course paper, bachelor's thesis, or master's thesis**, or
- rewrite it to meet **Scopus / Web of Science journal standards**.

**CONCLUSION.**

In conclusion, organizing the management system of educational institutions on the basis of digital technologies is a requirement of the modern era. This process increases transparency, efficiency, and responsiveness in management. Moreover, developing the managerial competencies of leadership personnel and the rational use of modern information systems contribute significantly to improving the quality of education. In the future, the widespread


ISSN 3030-3907

implementation of innovative approaches in educational management will be of great importance.

## REFERENCES

1. President of the Republic of Uzbekistan. Decrees and resolutions on the development of the education sector.
2. Bolamova, M. Fundamentals of Educational Management. – Tashkent, 2020.
3. Karimov, I.A. High Spirituality Is an Invincible Force. – Tashkent: Ma'naviyat, 2018.
4. Bush, T. Theories of Educational Leadership and Management. – London, 2019.
5. UNESCO. Digital Technologies in Education Management. – Paris, 2021.


ISSN 3030-3907

# MAHALLIY XOMASHYO ASOSIDA QOVOQ VA OLMA SHARBATI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

**Nodira Hakimova Xayrilloyevna**
***Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti***
**Sobirova Oqila Zamon qizi**
***Buxoro davlat texnika universiteti 1kurs magistr***
***E-mail: nodira.xayrullayevna-83@mail.ru***

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada mahalliy xomashyo asosida qovoq (Cucurbita pepo) va olma (Malus domestica) asosida sharbat ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish masalalari yoritilgan. Tadqiqot davomida texnologik jarayonlar va fermentativ ishlov berishning mahsulot sifatiga ta’siri o‘rganildi. Natijalar sharbat chiqimi oshishi va biologik faol moddalar saqlanishi yaxshilanishini ko‘rsatdi.

**Kalit so‘zlar:** Qovoq, olma, sharbat ishlab chiqarish texnologiyasi, fermentativ ishlov berish, biologik faol moddalar, meva-sabzavotlarni qayta ishlash, texnologik jarayon, sharbat chiqimi, sifat ko‘rsatkichlari, oziq-ovqat texnologiyasi.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы совершенствования технологии производства сока из тыквы (Cucurbita pepo) и яблока (Malus domestica) с использованием местного сырья. В ходе исследования изучалось влияние технологических процессов и ферментативной обработки на качество продукта. Результаты показали увеличение выхода сока и улучшенное сохранение биологически активных веществ.

**Ключевые слова:** Тыква, яблоко, технология производства сока, ферментативная обработка, биологически активные вещества, переработка фруктов и овощей, технологический процесс, выход сока, показатели качества, пищевая технология.

**Abstract.** This article discusses the issues of improving the technology of juice production based on local raw materials, pumpkin (Cucurbita pepo) and apple (Malus domestica). During the study, the influence of technological processes and enzymatic treatment on product quality was studied. The results showed an increase in juice yield and improved preservation of biologically active substances.

**Keywords:** Pumpkin, apple, juice production technology, enzymatic processing, biologically active substances, fruit and vegetable processing, technological process, juice yield, quality indicators, food technology.

## KIRISH.

Meva va sabzavotlarni qayta ishlash insoniyat taraqqiyotining muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Qadimgi davrlardan boshlab odamlar turli


ISSN 3030-3907

mevalardan sharbat olishni o‘rganib, ularni nafaqat oziq-ovqat mahsuloti sifatida, balki davolash vositasi sifatida ham keng qo‘llaganlar. Zamonaviy oziq-ovqat sanoatida esa ushbu jarayonlar ilmiy asosda rivojlantirilib, yuqori samaradorlikka ega texnologiyalar ishlab chiqilmoqda.

Bugungi kunda aholining sog‘lom ovqatlanishga bo‘lgan ehtiyoji ortib borayotganligi sababli tabiiy, ekologik toza va biologik faol moddalarga boy mahsulotlar ishlab chiqarish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. [1-3]. Shu nuqtai nazardan, qovoq va olma kabi mahsulotlar alohida ahamiyatga ega bo‘lib, ular tarkibida inson organizmi uchun zarur bo‘lgan vitaminlar (C, A, E), mikroelementlar va antioksidantlar mavjud.

Qovoq (Cucurbita pepo) o‘zining yuqori ozuqaviy qiymati, tarkibida beta-karotin va tolali moddalarning mavjudligi bilan ajralib turadi. Olma (Malus domestica) esa C vitamini, organik kislotalar va pektin moddalarga boyligi bilan mashhur. [4-5] Ushbu ikki mahsulotni birgalikda qayta ishlash orqali yuqori sifatli, balanslangan tarkibga ega sharbat olish mumkin.

## QOVOQ VA OLMA SHARBATI ISHLAB CHIQARISHDAGI ASOSIY TEXNOLOGIK OPERATSIYALAR

Qovoq va olma sharbatini ishlab chiqarish jarayoni bir necha ketma-ket texnologik bosqichlardan iborat bo‘lib, har bir bosqich mahsulot sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Ushbu jarayon quyidagi asosiy operatsiyalarni o‘z ichiga oladi:

- **xomashyoni qabul qilish** – bu bosqichda qovoq va olmalar sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha tekshiriladi;
- **saralash va tozalash** – chirigan, zararlangan yoki sifatsiz mevalar ajratib tashlanadi;
- **yuvish** – maxsus yuvish mashinalarida amalga oshirilib, xomashyo yuzasidagi chang va mikroorganizmlar yo‘qotiladi;
- **maydalash** – maydalagichlarda 2–6 mm o‘lchamgacha olib boriladi, bu presslash jarayonini osonlashtiradi;
- **presslash** – maydalangan massa (mezga) gidravlik presslarda siqilib, sharbat ajratib olinadi;
- **filtrlash** – sharbat tarkibidagi yirik zarrachalar elaklar yordamida ajratiladi;
- **tiniqlashtirish** – fizik-kimyoviy usullar (isitish, tindirish, fermentlar qo‘llash) orqali amalga oshiriladi;
- **qadoqlash** – tayyor mahsulot gigiyenik talablar asosida idishlarga joylanadi.

## FERMENTATIV ISHLOV BERISHNING AHAMIYATI

Tadqiqot davomida fermentativ ishlov berish jarayoniga alohida e’tibor qaratildi. Ushbu jarayon sharbat ishlab chiqarishda quyidagi afzalliklarni beradi:

- hujayra devorlarini parchalab, sharbat chiqimini oshiradi;


ISSN 3030-3907

- pektin moddalarni kamaytirib, tiniqlikni yaxshilaydi;
- mahsulotning ta’mi va rangini yaxshilaydi;
- biologik faol moddalar saqlanishini ta’minlaydi.

Fermentlar qo‘llanilganda texnologik jarayon samaradorligi sezilarli darajada ortadi.

## MUHOKAMA VA NATIJALAR

Tadqiqot jarayonida oddiy va takomillashtirilgan texnologiyalar asosida olingan sharbatlar o‘zaro taqqoslab o‘rganildi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan:

**1-jadval.**

**Qovoq va olma sharbatining sifat ko‘rsatkichlari.**

| № | | Ko‘rsatkichlar | Oddiy texnologiya | Takomillashtirilgan texnologiya |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | Sharbat chiqimi (%) | 68 | 85 |
| 2 | | Vitamin C (mg/100 ml) | 9.2 | 13.5 |
| 3 | | Quruq modda (%) | 11.5 | 16.8 |
| 4 | | Quruq modda (%) | 0.45 | 0.62 |
| 5 | | Organoleptik baho | O‘rtacha | Yuqori |

## NATIJALAR TAHLILI

Olingan natijalar asosida quyidagi xulosalar qilindi:

- **Sharbat chiqimi** takomillashtirilgan texnologiyada sezilarli darajada oshdi (≈17% ga);
- **Vitamin C miqdori** yuqori darajada saqlanib qoldi, bu esa mahsulotning biologik qiymatini oshiradi;
- **Quruq modda miqdori** ortishi mahsulotning to‘yimliligini ko‘rsatadi;
- **Kislotalilik** me’yoriy darajada bo‘lib, mahsulotning ta’mi yaxshilangan;
- **Organoleptik ko‘rsatkichlar** (ta’m, rang, hid) yuqori baholandi.

Shuningdek, fermentativ ishlov berish natijasida sharbatning tiniqligi yaxshilanib, texnologik jarayon samaradorligi oshgani kuzatildi.

## XULOSA VA TAKLIFLAR

Olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida mahalliy xomashyo asosida qovoq (Cucurbita pepo) va olma (Malus domestica)dan sharbat ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish bo‘yicha muhim ilmiy-amaliy natijalarga erishildi.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, texnologik jarayonlarni optimallashtirish va fermentativ ishlov berish usullarini qo‘llash sharbat ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Xususan, sharbat chiqimi


ISSN 3030-3907

ortishi, biologik faol moddalar saqlanishi va mahsulot sifatining yaxshilanishi kuzatildi.

Takomillashtirilgan texnologiya asosida olingan mahsulot quyidagi afzalliklarga ega bo‘ldi:

- sharbat chiqimining oshishi;
- vitaminlar va biologik faol moddalar saqlanishining yaxshilanishi;
- mahsulotning organoleptik ko‘rsatkichlarining yuqori darajada bo‘lishi;
- ishlab chiqarish jarayonida chiqindilar miqdorining kamayishi;
- iqtisodiy samaradorlikning oshishi.

Yuqoridagi natijalarga asoslanib, quyidagi takliflar ishlab chiqildi:

- sharbat ishlab chiqarishda fermentativ ishlov berish texnologiyasini keng joriy etish;
- mahalliy xomashyodan samarali foydalanishni yo‘lga qo‘yish;
- ishlab chiqarish korxonalarida zamonaviy texnologik uskunalardan foydalanishni kengaytirish;
- chiqindisiz yoki kam chiqindili texnologiyalarni qo‘llash orqali ekologik samaradorlikni oshirish.

Mazkur tadqiqot natijalari qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash korxonalarida amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, yuqori sifatli va raqobatbardosh sharbat mahsulotlarini ishlab chiqarishda foydalanish mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdullayev Z.I. Qishloq xo‘jalik mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash texnologiyasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022.
2. Boltaboyev X. Meva va sabzavotlarni qayta ishlash asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021.
3. Merganov A.T. Oziq-ovqat sanoati texnologiyasi. – Toshkent: Ilm Ziyo, 2020.
4. Shaumarov X.B. Meva-sabzavot mahsulotlarini saqlash texnologiyasi. – Toshkent: Fan, 2019.
5. Jideani I.O. Functional properties of pumpkin (Cucurbita pepo) // Journal of Food Science. – 2020.
6. Barry-Ryan C. Fruit juice processing and nutritional quality // Food Chemistry. – 2019.


ISSN 3030-3907

# MILLIY G‘OYA ASOSLARINI O‘QITISHDA INTERFAOL PEDAGOGIK METODLARNING SAMARADORLIGI

**Ahmadjonova Mohidil Abdujalil qizi**
*Milliy g‘oya, ma'naviyat asoslari va huquq ta'limi yo‘nalishi talabasi*
*Namangan davlat pedagogika instituti,*
*Milliy g‘oya, ma'naviyat asoslari va huquq ta'limi yo‘nalishi talabasi*
*E-mail: ahmadjonovamohidil9@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada milliy g‘oya asoslari fanini o‘qitishda interfaol pedagogik metodlarning — xususan, muammo asosida o‘qitish (problem-based learning), munozara va rolli o‘yinlar texnologiyasining — samaradorligi o‘rganilgan. Tadqiqot davomida talabalarning fanga bo‘lgan qiziqishi, bilimlarni o‘zlashtirishning chuqurligi va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarining rivojlanish darajasi tahlil qilingan. Olingan natijalar interfaol metodlarning an'anaviy ma'ruza shakllariga qaraganda o‘quv jarayonini faollashtirish va yoshlarning fuqarolik ongi hamda milliy g‘oyaviy dunyoqarashini shakllantirishga ko‘proq hissa qo‘shishini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** milliy g‘oya, interfaol metodlar, problem-based learning, pedagogik texnologiya, fuqarolik ongi, ma'naviy tarbiya, tanqidiy fikrlash.

**Аннотация.** В данной статье исследуется эффективность интерактивных педагогических методов — в частности, проблемно-ориентированного обучения, дискуссий и ролевых игр — в преподавании основ национальной идеи. В ходе исследования анализировались уровень интереса студентов к дисциплине, глубина усвоения знаний и степень развития навыков критического мышления. Полученные результаты свидетельствуют о том, что интерактивные методы в значительно большей степени, чем традиционные лекционные формы, способствуют активизации учебного процесса и формированию гражданского сознания и национального мировоззрения обучающихся.

**Ключевые слова:** национальная идея, интерактивные методы, проблемное обучение, педагогическая технология, гражданское сознание, духовное воспитание, критическое мышление.

**Abstract.** This article examines the effectiveness of interactive pedagogical methods — specifically problem-based learning, discussion techniques, and role-playing activities — in teaching the foundations of national idea. The study analyzes students' level of engagement with the subject, depth of knowledge acquisition, and the degree of development of critical thinking skills. The findings indicate that interactive methods contribute substantially more than traditional lecture formats to activating the learning process and fostering students' civic consciousness and national ideological outlook.


ISSN 3030-3907

**Keywords:** national idea, interactive methods, problem-based learning, pedagogical technology, civic consciousness, spiritual education, critical thinking.

**KIRISH.**

Bugungi globallashuv va raqamlashtirish davri ta'lim tizimiga yangicha talablar qo‘ymoqda. Yoshlarni milliy g‘oya va ma'naviyat ruhida tarbiyalash, ularning fuqarolik ongi hamda milliy dunyoqarashini shakllantirish zamonaviy ta'limning ustuvor vazifalaridan biriga aylangan. O‘zbekiston Respublikasining "Ta'lim to‘g‘risida"gi yangi qonuni (2020) hamda Prezidentning "Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida"gi farmoni (2022-yil 28-yanvar) ta'lim jarayonini modernizatsiya qilishni, jumladan, gumanitar fanlar o‘qitishini sifat jihatidan yangilashni talab etmoqda.

Milliy g‘oya asoslari fani — bu nafaqat nazariy bilimlar majmui, balki yoshlarda milliy o‘zlik, vatanparvarlik va fuqarolik mas'uliyatini shakllantiruvchi strategik pedagogik vositadir. O‘zbekiston Respublikasi Birinchi Prezidenti I.A. Karimov ta'kidlaganidek, "milliy g‘oya — bu xalqimizning azaliy qadriyatlarini, urf-odatlarini, milliy o‘zlikni anglash hissini, kelajakka intilishini o‘zida mujassam etadi" [1]. Shu nuqtai nazardan, bu fanni samarali o‘qitish nafaqat didaktik, balki milliy-strategik ahamiyat kasb etadi. Biroq an'anaviy o‘qitish metodologiyasi — asosan bir tomonlama ma'ruza va yod olishga asoslangan yondashuv — ko‘pincha talabalarda fanga passiv munosabat hosil qiladi va bilimlarning amaliy tatbiqida qiyinchilik tug‘diradi. Tadqiqotlar ko‘rsatishicha, passiv o‘qitish usullarida talabalar o‘quv materialining atigi 5–15 foizini esda saqlab qolishsa, interfaol yondashuvlarda bu ko‘rsatkich 50–75 foizga etadi [2]. Bu raqamlar gumanitar fanlar, xususan, milliy g‘oya o‘qitishida metodologiyani tubdan qayta ko‘rib chiqish zaruratini ko‘rsatadi.

Shu sababli interfaol pedagogik metodlarni milliy g‘oya o‘qitishiga tatbiq etish masalasi dolzarb ilmiy va amaliy muammo sifatida ko‘tarilmoqda. Ushbu tadqiqotning maqsadi — interfaol metodlarning mazkur fanni o‘qitishdagi samaradorligini aniqlash va ularni qo‘llashning pedagogik shartlarini asoslashdan iborat. Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat: (1) milliy g‘oya fanida qo‘llaniladigan an'anaviy va interfaol metodlarning taqqoslamali tahlilini o‘tkazish; (2) talabalar orasida so‘rovnoma orqali ikkala yondashuvga nisbatan munosabatni aniqlash; (3) interfaol metodlarning bilimlarni o‘zlashtirishga ta'sirini baholash; (4) olingan natijalar asosida amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.** Interfaol ta'lim nazariyasining asosini Bonwell va Eison (1991) ishlab chiqqan bo‘lib, ular faol o‘rganishni "o‘quvchilar o‘quv materialini qabul qilishda passiv kuzatuvchi emas, balki faol ishtirokchi bo‘lgan har qanday ta'lim jarayoni" sifatida ta'riflagan [3].


ISSN 3030-3907

L.S. Vygotskiyning ijtimoiy-konstruktivistik nazariyasiga koʻra, bilim faqat ijtimoiy oʻzaro ta'sir jarayonida — dialog, hamkorlik va muammo yechish orqali — haqiqiy ma'no kasb etadi [4]. Bu nazariyalar milliy gʻoya kabi qadriyatga yoʻnaltirilgan fanlar uchun ayniqsa muhim, chunki qadriyat tizimi yod olish emas, balki faol refleksiya va tanqidiy fikrlash orqali shakllanadi.

Freeman va boshqalar (2014) PNAS jurnalida 225 ta tadqiqotni qamrab olgan meta-tahlilida faol oʻqitish metodlari talabalarning imtihon natijalarini oʻrtacha 6 foizga oshirishi va an'anaviy ma'ruzalar bilan solishtirganda oʻquvchilarning imtihondan oʻta olmasligi ehtimolini 1,5 barobar kamaytirishi isbotlanganligini koʻrsatdi [5]. Mazkur natijalar gumanitar fanlar boʻyicha ham tasdiqlangan: Prince (2004) oʻz tadqiqotida faol oʻrganish muhandislik fanlarida ham, ijtimoiy-gumanitar sohalarda ham bilimlarni uzoq muddatli esda saqlash va chuqur oʻzlashtirishga ijobiy ta'sir koʻrsatishini isbotlagan [6]. Oʻzbek pedagogika fanida ham bu yoʻnalishda bir qator ishlar olib borilgan. N.A. Muslimov va M.X. Usmonboyeva (2021) interfaol metodlarning oʻqituvchi mahoratini rivojlantirishdagi rolini asoslab bergan boʻlsa [7], Oʻ. Tolipov va M. Usmonboyeva (2020) pedagogik texnologiyalarning amaliy tatbiqini keng tushuntirgan [8]. Sh.Q. Mardonov (2019) esa milliy gʻoya va ma'naviyat fanlarini oʻqitishda muammo asosida oʻqitish texnologiyasining samaradorligini koʻrsatgan [9].

Tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi: pedagogik kuzatuv, anonim soʻrovnoma (Likert shkalasi, 1–5 ball), taqqoslama tahlil va adabiyotlar sintezi. Tadqiqot Namangan davlat pedagogika institutining Ijtimoiy fanlar fakultetida milliy gʻoya asoslari fanini oʻqiydigan 1- va 2-kurs talabalari ishtirokida (n=64) bir semestr davomida amalga oshirildi. Nazorat guruhida (n=32) an'anaviy ma'ruza usuli, tajriba guruhida (n=32) esa interfaol metodlar qoʻllanildi.

Interfaol metodlar quyidagi shakllarni oʻz ichiga oldi: (1) *Problem-based learning* — talabalar haqiqiy ijtimoiy-gʻoyaviy muammolarni tahlil qilib, yechimlar taklif etdi; (2) *Munozara va debat* — talabalar belgilangan mavzular boʻyicha argumentli fikr almashdi; (3) *Rolli oʻyinlar* — tarixiy va zamonaviy vaziyatlar simulyatsiyasi orqali fuqarolik ongi shakllantirildi; (4) *Kichik guruhli loyiha ishi* — talabalar jamoaviy ravishda milliy qadriyatlar mavzusida taqdimot tayyorladi.

**NATIJALAR**. Tajriba guruhi va nazorat guruhi koʻrsatkichlari solishtirilganda quyidagi natijalar aniqlandi. Darsga qiziqish boʻyicha: nazorat guruhida talabalarning 38 foizi fanini "qiziqarli" yoki "juda qiziqarli" deb baholadi; tajriba guruhida bu koʻrsatkich 74 foizga yetdi. Bilimlarni oʻzlashtirishda: nazorat guruhi oʻrtacha ball 3,2 (5 ballik tizimda), tajriba


ISSN 3030-3907

guruhida esa 4,1 ni tashkil etdi. Nazorat savollariga to‘g‘ri javob berish darajasida ham 27 foizlik farq kuzatildi.

Kuzatuv natijalari shuni ko‘rsatdiki, interfaol darslar davomida talabalarda bir qator muhim ko‘nikmalar rivojlandi: tanqidiy tahlil qilish, argumentlash, jamoaviy qaror qabul qilish va o‘z fikrini ommaviy shaklda ifodalash. Rolli o‘yinlar va munozara sessiyalarida talabalar milliy g‘oyaviy muammolarga nafaqat nazariy, balki amaliy yondashuv nuqtai nazaridan ham murojaat qildilar.

Loyiha ishi shaklida bajarilgan topshiriqlarda talabalar mustaqil ma'lumot izlash, manbalarni taqqoslash va xulosalar chiqarish ko‘nikmalarini namoyish etdi. Guruhiy loyihalarda ishtirok etgan talabalarning 82 foizi fanni nafaqat nazariya, balki hayotiy muhim bilim sifatida qabul qilganini bildirdi. Shu bilan birga, dars yakunidagi aks-sado so‘rovnomasida tajriba guruhi talabalari mavzularni "shaxsan men bilan bog‘liq" deb baholash darajasi ham (31 foizdan 68 foizga) sezilarli oshdi.

So‘rovnoma natijalari yana bir muhim jihatni ko‘rsatdi: interfaol usulda o‘tilgan darslardan keyin talabalar milliy g‘oya, vatanparvarlik va fuqarolik mas'uliyati kabi tushunchalar haqida mustaqil ravishda o‘ylashga ko‘proq moyil bo‘ldilar. Bu holat mazkur metodlarning talabalarda faqat bilim emas, balki qadriyat va munosabat shakllantirishiga ham ijobiy ta'sir ko‘rsatishidan dalolat beradi.

Olingan natijalar mavjud xalqaro ilmiy adabiyotlar bilan to‘liq uyg‘unlik kasb etadi. Freeman va boshqalar (2014) ko‘rsatgan 6 foizlik o‘sish bizning tadqiqotimizda taxminan 0,9 ball yoki 22 foizlik farq sifatida o‘z tasdig‘ini topdi. Vygotskiy nazariyasi nuqtai nazaridan bu kutilgan natija: milliy g‘oya kabi qadriyat va identifikatsiyaga yo‘naltirilgan fan yuzaki yod olish emas, dialog va ijtimoiy o‘zaro ta'sir orqali chuqur o‘zlashtirilishi kerak [4].

Tadqiqot davomida ba'zi cheklovlar ham aniqlandi. Birinchidan, interfaol metodlarni to‘liq amalga oshirish uchun auditoriya hajmi muhim omil sifatida ko‘zga tashlanadi. 20 nafardan ortiq guruhlarда munozara sessiyalarini boshqarish va har bir talabaning faolligini ta'minlash murakkablashadi. Ikkinchidan, ba'zi talabalar — ayniqsa og‘zaki ifodalashga kam ko‘nikkanlar — dastlab interfaol formatlarga moslashishda qiynalib bordi. Bu holat tayyorlov bosqichida maxsus ko‘nikmalarni shakllantirishni talab etadi. Shuningdek, tadqiqotning cheklovlari qatoriga o‘rtacha namunaning kichikligi (n=64) va bir semestrlik kuzatuv muddati kiradi. Interfaol metodlarning uzoq muddatli ta'sirini baholash uchun longitudinal tadqiqotlar zarur. Bundan tashqari, o‘qituvchining metodologik tayyorgarligi va shaxsiy ko‘nikmalari ham natijalarga sezilarli ta'sir ko‘rsatishi mumkin — bu omil kelgusi tadqiqotlarda alohida o‘rganilishi lozim.


ISSN 3030-3907

Milliy kontekstda alohida ta'kidlash lozimki, O‘zbekiston ta'lim tizimidagi islohotlar (2017–2023) gumanitar fanlar o‘qitishida sifat jihatidan yangi yondashuvlarni talab etmoqda. Hukumat ta'lim standartlarini qayta ko‘rib chiqayotgan bir paytda, pedagogika olimlari va amaliyotchilari birgalikda milliy g‘oya faniga xos interfaol metodologiya yaratishi zarur. Ushbu tadqiqot natijalarimiz mazkur jarayonning ilk empirik asoslaridan biri bo‘lishini umid qilamiz.

**XULOSA.** Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydi: milliy g‘oya asoslarini o‘qitishda interfaol pedagogik metodlarni qo‘llash talabalarning fanga qiziqishini sezilarli darajada oshiradi (38 foizdan 74 foizga), bilimlarni chuqur o‘zlashtirish imkonini beradi (o‘rtacha ball 3,2 dan 4,1 ga), va fuqarolik ongi hamda milliy qadriyatlarni faol idrok etish darajasini yuksaltiradi. Interfaol yondashuv talabani passiv tinglovchidan faol bilim subyektiga aylantiradi.

Amaliy tavsiyalar sifatida quyidagilar taklif etiladi: milliy g‘oya va ijtimoiy fanlar o‘qituvchilari uchun interfaol metodologiya bo‘yicha maxsus o‘quv-metodik qo‘llanmalar ishlab chiqish; oliy ta'lim muassasalarida mazkur fanlar darsliklariga amaliy vaziyatlar, keys-studiyalar va loyiha topshiriqlarini kiritish; dars jadvallarida guruhiy muhokama va loyiha sessiyalari uchun alohida vaqt belgilash; shuningdek, o‘qituvchilarni interfaol metodologiya bo‘yicha malaka oshirish kurslarida o‘qitish.

Kelgusi tadqiqotlar uchun tavsiya sifatida: kattaroq namunada (100+ talaba) va uzoqroq muddatda (2 yoki undan ortiq semestr) interfaol metodlarning samaradorligini o‘lchash; o‘qituvchi tayyorgarligining natijaga ta'sirini alohida o‘rganish; hamda interfaol va raqamli metodlarning uyg‘unligini milliy g‘oya o‘qitishida sinab ko‘rish maqsadga muvofiq.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Karimov I.A. Yuksak ma'naviyat — yengilmas kuch. — Toshkent: Ma'naviyat, 2008. — 176 b.
2. National Training Laboratories. The Learning Pyramid. — Bethel, Maine: NTL, 1954 (zamonaviy pedagogika adabiyotlarida keng keltiriladi).
3. Bonwell C.C., Eison J.A. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHE-ERIC Higher Education Report. — Washington, DC: George Washington University, 1991. — 121 p.
4. Vygotsky L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. — Cambridge: Harvard University Press, 1978. — 159 p.
5. Freeman S., Eddy S.L., McDonough M., Smith M.K., Okoroafor N., Jordt H., Wenderoth M.P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics // Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS). — 2014. — Vol. 111, № 23. — P. 8410–8415.


ISSN 3030-3907

6. Prince M. Does active learning work? A review of the research // Journal of Engineering Education. — 2004. — Vol. 93, № 3. — P. 223–231.
7. Muslimov N. va boshq. Pedagogik kompetentlik va kreativlik asoslari: o‘quv-metodik qo‘llanma. — Toshkent, 2024. — 120 b.
8. Tolipov O‘., Ro‘ziyeva D. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat: o‘quv qo‘llanma. — Toshkent: INNOVATSIYA-ZIYO, 2019. — 276 b.
9. Tolipov O‘.Q., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tadbiqiy asoslari: o‘quv qo‘llanma. — Toshkent: O‘zRFA Fan nashriyoti, 2006. — 212 b.
10. Azizxo‘jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat: o‘quv qo‘llanma. — Toshkent: O‘zbekiston yozuvchilar uyushmasi Adabiyot jamg‘armasi nashriyoti, 2006. — 174 b.
11. O‘zbekiston Respublikasi 'Ta'lim to‘g‘risida'gi Qonuni. — Toshkent, 2020.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 'Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida'gi Farmoni. — 2022-yil 28-yanvar. — Toshkent.


ISSN 3030-3907

# MASHINA DETALLARI FANIDAN YASSI TASMALI UZATMALARNI HISOBLASHGA DOIR AMALIY TAVSIYALAR

**Odinayev Akmal Ko‘charovich**
*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti mexanika va konchilik ishi fakulteti*
**Xurramov Ro‘ziboy Jo‘ra o‘g‘li**
*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti mexanika va konchilik ishi fakulteti*
**Farmonov Sanjar Abdimalikovich**
*Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti mexanika va konchilik ishi fakulteti*

**Abstract.** In this study, practical guidelines for the calculation of flat belt drives are thoroughly analyzed. In particular, the fundamental knowledge acquired by students in the “Machine Elements” course is reinforced and developed into practical application skills. At the same time, within the framework of this discipline, machine elements widely used across various industries are systematically presented, including flat belt drives and their theoretical foundations.

**Keywords:** machine elements, flat belt drives, types, pulley, wrap angle, belt tension forces, belt width and thickness, stress in the belt, transmission ratio, belt length, center distance.

**Аннотатсия.** В данном исследовании подробно анализируются практические рекомендации по расчёту плоских ременных передач. В частности, фундаментальные знания, полученные студентами в курсе «Детали машин», закрепляются и развиваются в форме практических навыков. Наряду с этим, в рамках данной дисциплины системно излагаются детали машин, широко применяемые в различных отраслях, включая плоские ременные передачи и их теоретические основы.

**Ключевые слова:** детали машин, плоские ременные передачи, виды, шкив, угол обхвата, силы в ветвях ремня, ширина и толщина ремня, напряжение в ремне, передаточное отношение, длина ремня, межосевое расстояние.

**Annotatsiya.** Mazkur tadqiqot jarayonida yassi tasmali uzatmalarni hisoblashga doir amaliy ko‘rsatmalar tahlil qilib o‘tiladi. Aynan mashina detallari kursida talabalarning olgan fundamental bilimi amaliy ko‘rinishda shakillanadi.Shu bilan birga bu fanda juda ko‘p tarmoq va sohalarda ko‘plab ishlatiladigan detallar, shu jumladan, yassi tasmali uzatmalar kabi detallar va ularning nazariy asoslari ham tizimli ko‘rinishda bayon etiladi.


ISSN 3030-3907

**Kalit so‘zlar:** mashina detallari, yassi tasmali uzatmalar, turlari, shkiv, qamrov burchagi, tasma tarmog‘idagi kuchlar, tasmaning eni, qalinligi, tarmoqdagi kuchlanish, uzatish soni, tasmaning uzunligi, o‘qlararo masofa.

**KIRISH.**

Bo‘lajak bakalavr va magistr hamda boshqa shunga o‘xshash ixtisoslikdagi mutaxassislarni tayorlashda umumkasbiy fanining eng muhim va yakunlovchi bosqichi bo‘lgan Mashina detallari kursining ahamiyati katta. Aynan Mashina detallari kursida talabalarning olgan fundamental bilimi amaliy ko‘rinishda shakillanadi. Shu bilan birga bu fanda juda ko‘p tarmoq va sohalarda ko‘plab ishlatiladiga detallar, shu jumladan, yassi tasmali uzatma kabi detallar va ularning nazariy asoslari ham tizimli ko‘rinishda bayon etiladi .Shu sababli ham Mashina detallari fanini to‘liq o‘zlashtirishda ikki jihatga ahamiyat berish kerak :

- birinchidan, ushbu kurs umumkasbiy fanining yakunlovchi va muhim bosqichli

bo‘lib, avval o‘tilgan nazariy mexanika, materiallar qarshiligi, chizma geometriya va muhandislik grafikasi, mexanizm va mashinalar nazariyasida hamda shu kabi fanlardan olgan bilim va ko‘nikmalariga asoslanadi, eng muhimi shu fanlardagi zarur usul va vositalar mashina detallarining u yoki boshqa masalalarini yoritishda faol qo‘llanadi:

-ikkinchidan, mashina detallari fanining asosiy holatlari kelajakda bakalavr va magistrlarning mutaxassislik fanlarini o‘rganish uchun asos bo‘ladi .

Mana shu jihatlarni e’tiborga olganda Mashina detallari fani talabalarning ilk o‘rganadigan hisobiy konstruktorlik kursi hisoblanadi . Shu holatlarni nazarga olganda ko‘opchilik detallar va uzellarning nazariy hamda amaliy masalalari talabalarning amaliyot faoliyatida ilk bor uchraydi . Shu sababli tehnikada ko‘p uchraydigan detallarning konstruksiyasini amaliy o‘rganish katta ahamiyat kasb etadi.

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.**

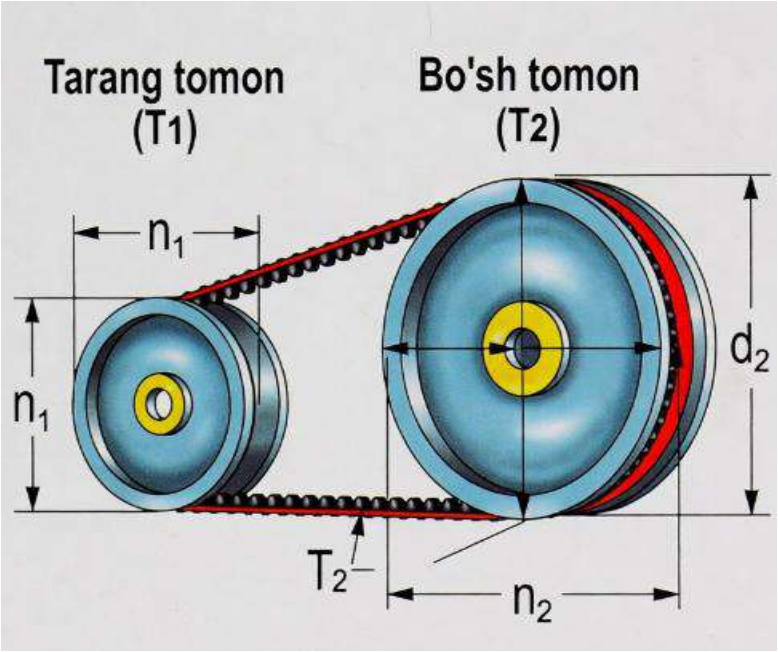
Yassi tasmali uzatmalarning ham hisob-kitob ishlarini amaliy o‘rganish ahamiyati beqiyosdir. Biz ushbu maqolada yassi tasmali uzatmaning amaliy hisob-kitob ishini ko‘rib chiqar ekanmiz avvalo yassi tasmali uzatma qayerda ishlatiladi, tarkibi qanday tashkil topgan, nimalardan yasaladi? Degan savollarga to‘xtalib o‘tamiz .

Parchin mixli birikmalar samolyotlarning ustki qobig‘ini yasashda, kemasozlikda, yuk ko‘tarish kranlarining fermalari hamda ko‘priklar qurishda keng ko‘lamda ishlatiladi . Bu birikmalarda asosiy element parchin mixdir. Parchin mix yasash uchun, asosan, diametri 20 mm dan ortiq bo‘lmagan po‘lat, mis, alyuminiy simlardan foydalaniladi .Agar bunday simning bir uchidan ozginasi ( 5 mm dan 60 mm gacha ) qirqib olinsa va uning bir uchi parchalanib,


ISSN 3030-3907

mahlum shaklidagi kallakni aylantirilsa, parchin mix hosil bo‘ladi Tasmali uzatmalarning eng oddiysi yetaklovchi, yetaklanuvchi shkivlardan va ularga taranglik bilan kiydirilgan tasmadan tuzilgan bo‘ladi. Yetaklovchi shkivdan harakat va energiya yetaklanuvchi shkivga tasma bilan shkiv orasida hosil bo‘ladigan ishqalanish kuchi hisobiga uzatiladi.

Tasmali uzatmalar tasmasining ko‘ndalang kesimi rasmiga ko‘ra: yassi (1.1-rasm, a), ponasimon (1.1-rasm, b) va doirasimon (1.1-rasm, v) tasmali bo‘ladi.




**1.1-rasm. Tasmali uzatmaning turlari.**

Tasmaning tarangligi, qamrov burchagi hamda ishqalanish koeffisienti qancha katta bo‘lsa, tasmali uzatmaga shuncha katta yuklama qo‘ysa bo‘ladi. Odatda, taranglik tasmaning elastik deformasiyasi hisobiga hosil qilinadi. Biroq vaqt o‘tishi bilan tasma cho‘zilib qolganligidan uning tarangligi kamayadi. Bunday hollarda, talab qilingan taranglikka erishish uchun uzatmalar maxsus qurilmalar bilan ta’minlanadi.

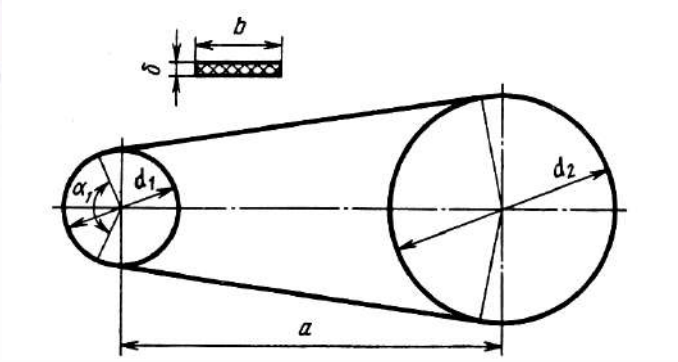
**Tasmali uzatmalarning geometrik va kinematik parametrlari**

1.2 – rasmda tasmali uzatma sxemasi ko‘rsatilgan. Rasmda yetaklovchi tarmoq pastda, yetaklanuvchi tarmoq yuqoridagi tarmoqda joylashgan. Yetaklovchi tarmoqning aylana tezligi $v_1$ va yetaklanuvchi tarmoq aylana tezligi $v_2$ quyidagi munosabat orqali bog‘langan:

$$v_2 = v1(1-\varepsilon), \qquad (1.1)$$

bu yerda $\varepsilon = 0{,}01 \div 0{,}03$ sirpanish koeffisienti.


ISSN 3030-3907




**1.2 – rasm. Tasmali uzatma sxemasi**

$v_1$ va $v_2$ tezliklar quyidagicha aniqlanadi:

$$\left.\begin{aligned} v_1 &= \frac{\pi d_1 n_1}{60000}, m/s; \\ v_2 &= \frac{\pi d_1 n_2}{60000}, m/s; \end{aligned}\right\} \qquad (1.2)$$

uzatmaning uzatish nisbati:

$$i = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)} \approx \frac{d_2}{d_1}. \qquad (1.3)$$

Tasmali uzatma tasma kichik shkivini qamrash burchagi :

$$\alpha_1 \approx 180^0 - 60\frac{d_2 - d_1}{4a}. \qquad (1.4)$$

Tasmaning uzunligi

$$l = 2a + 0{,}5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}. \qquad (1.5)$$

Tasmaning tezligi:

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 10^3} = 0.5\omega_1 d_1.$$

O‘qlararo masofa:

$$a = 0.25\left[(L_1 - w) + \sqrt{(L-w)^2 - 2y}\right], \qquad (1.6)$$

$L_1$ – tasmaning nisbiy uzunligi

$$w = 0.5\pi(d_1 + d_2); \qquad y = (d_2 - d_1)^2.$$

**Tasmadagi kuch va kuchlanishlar**

Tasmali uzatmadagi aylana kuch:

$$F_1 = \frac{p}{v} = \frac{2T_1}{d_1} \approx (F_1 - F_2) \qquad (1.7)$$


ISSN 3030-3907

Tasma tarmoqlaridagi kuchlar:
yetaklovchi tarmoqdagi:

$$F_1 = F_0 + 0{,}5F_t\,; \qquad (1.8)$$

yetaklanuvchi tarmoqdagi:

$$F_2 = F_0 - 0{,}5F_t\,; \qquad (1.9)$$

$F_0$ – dastlabki taranglik kuchi;

$$F_0 = \sigma_0 \cdot b\delta\,, \qquad (1.10)$$

$\sigma_0$ – tasmadagi dastlabki taranglikdan hosil bo‘ladigan kuch, yassi tasmada $\sigma_0 = 1{,}8\,MPa$, ponasimon tasmada $\sigma_0 = 1{,}5\,MPa$; $b$ – tasma eni, $\delta$ – tasma qalinligi.
Tasmadagi maksimal kuchlanish

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{eg1} + \sigma_v \le [\sigma_{-1}]; \qquad (1.11)$$

bunda $\sigma_{eg1}$ – kichik shkivda tasma egilishidan hosil bo‘lgan kuchlanish; $\sigma_v$ – markazdan qochma kuch ta‘siridan hosil bo‘lgan kuchlanish; $[\sigma_{-1}]$- tasmaning toliqishidagi chegarasi; $\sigma_{\max} = 7\,MPa$ - rezina tasmalar va charm tasmalar uchun; $\sigma_{\max} = 5MPa$ ip – gazlama tasmalar uchun. $\sigma_1 = \dfrac{F_1}{b\sigma}$ – yetaklovchi tarmoqdagi kuchlanish. (1.8) formulani e‘tiborga olsak:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_1 &= \sigma_0 + 0{,}5\sigma_t \\ \sigma_{eg1} &= E_{eg}\,\frac{\sigma}{D_1} \end{aligned}\right\} \qquad (1.12)$$

$$\sigma_v = \rho v^2 \cdot 10^{-6};$$

bunda $E_{eg}$ – egilishdagi tasmaning elastiklik moduli; charm va rezina – to‘qimali tasmalar uchun $E_{eg} = 100 \div 200MPa$; ip – gazlama tasmalar uchun $E_{eg} = 50 \div 80MPa$; $\rho$ – tasma zichligi, $\rho = 1100 \div 1200\ kg/m^2$; ko‘payuvchi $10^{-6}$ $\sigma_v$ ni $MPa$ ga o‘tkazish uchun xizmat qiladi.
Tasmali uzatma valiga tushadigan kuch

$$F_v = (2 \div 3)\,F_0 \sin\frac{\alpha_1}{2}\,; \qquad (1.13)$$

bunda taranglik avtomatik rostlansa 2; davriy rostlansa 3 qo‘yiladi.

**Tasmaning tortish qobilyati, o‘tishlar soni**


ISSN 3030-3907

Tasmaning tortish qobilyatini tortish koeffisienti aniqlaydi, u quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{F_t}{2F_0} \quad \text{yoki} \quad \frac{\sigma_t}{2\sigma_0}. \qquad (1.14)$$

Tasmali uzatmaning sirpanishi va foydali ish koeffisientlaridan $\varphi$ ning optimal qiymatini $\varphi \le 0.45$ olish tavsiya etiladi.

Tasmaning chidamliligi uning o‘tishlari soniga bog‘liq bo‘ladi. Uning formulasi:

$$\lambda = \frac{l}{v},$$

$\lambda$ ning qiymatlari: yassi tasmalar uchun: $\lambda = 3 \div 5\, s^{-1}$; ponasimon tasmalar uchun $\lambda = 10 \div 20\, s^{-1}$.

Tasmaning qancha muddat hizmat qilishi undagi kuchlanishlar soniga bog‘liq bo‘ladi:

$$H_0 = \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{\max}}\right)^6 \frac{10^7 C_i C_{yuk}}{2 \cdot 3600 \cdot \lambda}, \qquad (1.15)$$

(4.13) formulada $C_i = 1{,}5\sqrt[3]{i} - 0.5$; $C_{yuk}$ – yuklamani hisobga oluvchi koeffisient, o‘zgarmas yuklanishda $C_{yuuk} = 1$.

**Yassi tasmali uzatmalarni hisoblash tartibi**

Yetaklovchi shkivning diametri:

$$d_1 = 6\sqrt[3]{T_1}\ , mm; \qquad (4.16)$$

$T_1$ – burovchi moment, $N \cdot mm$ hisobida. Shkiv diametrining qiymati DST 17383-73 bo‘yicha quyidagicha tanlanadi. 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500; 560; 630; 710; 740; 800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400; 1600; 1800; 2000.

Yetaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = d_1 i(1-\varepsilon), \qquad (1.17)$$

$d_2$ diametri DST 17383-73 bo‘yicha tanlab olinadi.

Rezina to‘qimali tasmaning eni

$$b \ge \frac{F_1}{z[p]}; \qquad (1.18)$$


ISSN 3030-3907

bunda $z$ – tasmadagi qistirmalar soni, $[p]$ – tasmaning 1mm qistirma eniga to‘g‘ri keladigan ishi yuklanish, uning qiymati:

$$[p] = P_0 C_\alpha C_v C_p C_q, \qquad (1.19)$$

$C_\alpha, C_v, C_p, C_q$ tasmali uzatmada qamrov burchagi, tezlik, yuklanish xarakteri va tasma joylashishi qiyaligini hisobga oluvchi koeffisient.

Uzatmadagi o‘qlararo masofaning dastlabki qiymati

$$a_{\max} = 2(d_1 + d_2), \qquad (1.20)$$

yassi tasmali uzatmada

$$\frac{d_1}{\delta} \geq (25 \div 30) \qquad (1.21)$$

olish tavsiya qilinadi, 25-bunda charm, tasmali, 30-rezina to‘qimali tasmada olinadi.

**Tasmali uzatmaga doir masalalar**

**1 – masala.** Tasmali uzatma uzatish nisbati $i_1 = 3{,}15$; $d_1 = 100\,mm$, $T_1 = 10\,Nm$. Yetaklovchi shkivdagi aylana kuchni hisoblang.

**Yechish.** (4.7) formuladan

$$F_t = \frac{2 \cdot 10 \cdot 10^3}{100} = 200 \ \ N.$$

**2–masala.** Yassi tasmali uzatma shkivlarining diametrlari $d_1 = 80\,mm$, $d_2 = 200\,mm$. Tasmali uzatmaning o‘qlararo masofasini tavsiyalardan aniqlab tasma uzunligini hisoblang.

**Yechish.** O‘qlararo masofaning tavsiyaviy qiymati

$$a_{\max} = 2(d_1 + d_2) = 2 \cdot (80 + 200) = 560\,mm..$$

Tasma uzunligi:

$$l = 2a + 0{,}5\pi(d_1 + d_2) = \frac{(d_2 - d_1)^2}{2a} = 2 \cdot 560 + 0{,}5 \cdot 3{,}14(80 + 200) + \frac{(200 - 80)^2}{2 \cdot 560} =$$

$$= 1120 + 439{,}6 + 12{,}9 \approx 1573\,mm.$$

**3-masala.** Yassi tasmali uzatmada tortish koeffisienti $\varphi = 0{,}4$. Tasmaning eni $b = 100mm$, tasmadagi qistirmalar soni $z = 5$, $\sigma_0 = 1{,}5mm$. Tasmali uzatmadagi aylana kuchini hisoblang.

**Yechish.** Tasmali uzatmada tortish koeffisienti (1.14) formuladan aniqlanadi yassi tasmali uzatmada $F_0 = \sigma_0 b \varepsilon$,

$$\delta = \delta_0 z = 1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5mm$$


ISSN 3030-3907

$$\sigma_0 = 1{,}8 MPa$$

$$F_0 = 1{,}8 \cdot 100 \cdot 7{,}5 = 1350\ N.$$

Tortish koeffisienti formulasidan

$$F_t = \varphi 2F_0 = 0{,}4 \cdot 2 \cdot 1350 = 1080\ N.$$

**4-masala.** Yassi tasmali uzatmaning quvvati $P_t = 12\ kWt$, tasmaning aylana tezligi $v = 12\ m/s$. Uzatmada rezina to‘qimali B-800 tasma ishlatiladi. Uzatmada ikki hil tasma: $b_1 = 200\ mm$, qistirma qalinligi $\delta_1 = 1{,}5mm$; $b_2 = 200\ mm$, $\delta_2 = 1{,}5mm$. Qistirmalar soni $z_1 = 3$, $z_2 = 6$. Yetaklovchi shkiv diametri $d_1 = 200\ mm$. Tasma uzunligi $L_T = 3920\ mm$ tasma va tasmali uzatma uchun $p_0 = 3\ N/mm$ koeffisientlar $C_\alpha = 0{,}96$, $C_v = 1{,}0$, $C_p = 1{,}0$. $C_0 = 1{,}0$ uzatma uzatish soni $i = 2{,}5$. Yuklanish o‘zgarmas. Qaysi tasma ko‘proq hizmat qilishini hisoblang.

**Yechish.** Tasmalardagi aylana kuch ikki variantda ham:

$$F_t = \frac{p}{v} = \frac{12 \cdot 10^3}{12} = 1200\ N;$$

Tasmalar qalinligi

1) $\delta_1 = \delta_2 \cdot z = 1{,}5 \cdot 6 = 9mm$

2) $\delta_2 = \delta_2 \cdot z = 1{,}5 \cdot 3 = 4{,}5mm$

Tasmalardagi ruhsat etilgan ishchi yuklanish ikki variant uchun ham

$$[P] = P_0 \cdot C_\alpha C_v C_p C_0 = 3 \cdot 0.96 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2.88\ N/mm.$$

Tasmadagi dastlabki taranglik kuchi

1-variant: $F_0 = \sigma_0 b\delta = 1{,}8 \cdot 100 \cdot 9 = 1620\ N$

2-variant: $F_0 = \sigma_0 b\delta = 1{,}8 \cdot 200 \cdot 4{,}5 = 1620\ N$

bunda $\sigma_0 = 1{,}8\ MPa$.

Tasmalardagi taranglik kuchi 2 – variant uchun ham

$$F_1 = F_0 + 0{,}5F_t = 1620 + 0{,}5 \cdot 1000 = 2120\ N;$$

$$F_2 = F_0 - 0{,}5F_t = 1620 - 0{,}5 \cdot 500 = 1120\ N.$$

Tasmadagi kuchlanishlar

$$\text{1-variant: } \sigma_t = \frac{F_t}{b\delta} = \frac{1200}{100 \cdot 9} = 1{,}11MPa;$$

$$\text{2- variant: } \sigma_t = \frac{F_t}{b\delta} = \frac{1200}{200 \cdot 4{,}5} = 1{,}11MPa.$$

Tasmaning egilishidagi kuchlanishlar


ISSN 3030-3907

1-variant. $\sigma_{eg} = E_{eg}\frac{\delta}{D_1}100 \cdot \frac{9}{200} = 4{,}5MPa$

2-variant. $\sigma_{eg} = E_{eg}\frac{\delta}{D_1} = 100 \cdot \frac{4{,}5}{200} = 2{,}25MPa$.

Markazdan qochma kuchlanish ikki variantda ham

$$\sigma_v = \rho \cdot V^2 \cdot 10^{-6} = 1100 \cdot 12^2 \cdot 10^{-6} = 0{,}16MPa;$$

hisoblarda $E_{eg} = 100MPa$, $\rho = 1100\ kg/m^2$.

Tasmalardagi maksimal kuchlanishlar

1-variant. $\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_{eg} + \sigma_v = 1{,}33 + 4{,}5 + 0{,}16 = 5{,}99MPa$.

2-variant. $\sigma_{\max} = 1{,}33 + 2{,}25 + 0{,}16 = 3{,}74\,MPa$ .

Tasmaning hizmat muddatini hisoblash uchun o‘tishlar soni (u 2-variantda ham)

$$\lambda = \frac{V}{l} = \frac{12 \cdot 10^3}{3920} = 3{,}06\ s^{-1}$$

Koeffisientlar

$$c_i = 1{,}5\sqrt[3]{L} - 0.5 = 1{,}5\sqrt[3]{2{,}5} - 0{,}5 = 1{,}6$$

$c_{yuk} = 1$ o‘zgarmas yuklanishda

Tasmaning hizmat muddati:

1-variant uchun:

$$H_0 = \frac{\sigma_{-1}^6 \cdot 10^7 \cdot C_i \cdot C_{yuk}}{\sigma_{\max}^6 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot \lambda} = \frac{7^6 \cdot 10^7 \cdot 1{,}6}{5{,}99^6 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 3{,}06} = 1543soat$$

2-variant uchun:

$$H_0 = \frac{7^6 \cdot 10^7 \cdot 1{,}6}{3{,}74^6 \cdot 2 \cdot 3600 \cdot 3{,}06} = 31210soat.$$

**5-masala.** Yassi tasmali uzatmada quvvat $P_1 = 4kWt$, yetaklovchi shkivning aylanishlar takroriyligi $n = 940\ \min^{-1}$, uzatish nisbati $i = 2{,}5$, yassi tasmali uzatmaning asosiy o‘lchamlarini aniqlang.

**Yechish.** Uzatmadagi burovchi moment

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550\frac{4}{840} = 40{,}63\,Nm\ .$$

Yetaklovchi shkiv diametri

$$d_1 = 6\sqrt[3]{40{,}63 \cdot 10^3} = 206{,}4\,mm\ .$$

tavsiyadan $d_1 = 200\ mm$.


ISSN 3030-3907

Yetaklanuvchi shkiv diametri

$$d_2 = d_1 i(1-\varepsilon) = 200 \cdot 2{,}5(1-0{,}02) = 490\ mm$$

tavsiyadan $d_2 = 500\ mm$.

Uzatmaning uzatish nisbati

$$i = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)} = \frac{500}{200(1-0{,}02)} = 2{,}55;$$

Uzatish nisbatining farqi

$$\Delta = \frac{2{,}55-2{,}5}{2{,}5}100\,\% = 2\% < 4\%$$

Uzatmaning tavsiyaviy o‘qlararo masofasi

$$a = 2(d_1 + d_2) = 2(200 + 500) = 1400\ mm.$$

Kichik shkivning tasma qamrash burchagi

$$\alpha_1 = 180° - 60\frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60\frac{500-200}{1400} = 167°09'.$$

Tasma uzunligi

$$L = 2a + 0{,}5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 1400 + 0{,}5 - 3{,}14(200+500) + \frac{(500-200)^2}{4 \cdot 1400} =$$

$$= 2800 + 1099 + 16{,}07 = 3915 mm.$$

**6-masala.** Yassi tasmali uzatmada $b = 100\,mm$, $\delta = 6\,mm$, $\alpha = 167°$. Tasma davriy rostlanadi. Uzatmadan valga tushadigan bosim kuchini aniqlang.

**Yechish.** Tasmadagi dastlabki taranglik kuchi $F_0 = \sigma_0 b\delta =$ $= 1{,}8 \cdot 100 \cdot 6 = 1080\,N$ .Bunda $\sigma_0 = 1{,}8\,MPa$.

Valga tushadigan bosim kuchi

$$F_v = 3 \cdot F_0 \sin\frac{167°}{2} = 3 \cdot 1080 \sin 83°30' = 3240 \cdot 0{,}9936 = 3219\,N$$

**Tasmali uzatma bo‘yicha mustaqil yechish uchun masalalar**

**1-masala.** Yassi tasmali uzatmada $P_1 = 5kWt$, $n_1 = 940\ \text{min}^{-1}$, uzatish nisbati $i = 4$. Tasmali uzatmaning asosiy o‘lchamlari va tezligini hisoblang.

**Javobi.** $d_1 = 224\ mm$, $d_2 = 900\ mm$, $l = 4114 mm$, $v = 11\,m/s$.

**2-masala.** Yassi tasmali uzatma $P_1 = 3kWt$ quvvat uzatadi, $n_1 = 1430\ \text{min}^{-1}$, shkiv diametrlari $d_1 = 200\ mm$, $d_2 = 500\ mm$. Tasma kengligi $b = 50\,mm$, qalinligi $\delta = 6\,mm$. Tasmada hosil bo‘ladigan kuch va kuchlanishlarni hisoblang.


ISSN 3030-3907

**Javobi.** $F_t = 200\ N$, $F_0 = 540\ N$, $F_1 = 640\ N$, $F_2 = 440\ N$, $\sigma_1 = 2{,}13\,MPa$, $\sigma_{eg} = 3\,MPa$, $\sigma_v = 0{,}24\,MPa$.

## ADABIYOTLAR RO‘XATI

1. R. Tojiboyev va boshqalar. *Mashina detallari* — Ziyouz kutubxonasi (PDF mavjud). → 6.5-bo‘lim: Yassi tasmali uzatmalar.
2. M. Kurganbekov, A. Moydinov. *Mashina detallari. 1-qism* — Fan va texnologiya, Toshkent.
3. A. Pyatayev, B. Muhamedjanov. *Mashina detallari* — Ziyouz kutubxonasi (to‘liq PDF).
4. R.S. Khurmi, J.K. Gupta — A Textbook of Machine DesignSI UnitsEng mashhur, yassi va V-tasmalar bo‘limi juda batafsil
5. Shigley’s Mechanical Engineering Design (10th Edition)
6. M.N. Ivanov — Детали машин (ruscha)—Rossiya oliy o‘quv yurtlari uchun klassik darslik
7. Reshetov D.N. — Детали машин—Rossiyada eng ko‘p qo‘llaniladigan’
8. GOST / DST standartlari: DST 17383-73 (shkiv diametrlari), rezina-to‘qimali tasmalar bo‘yicha O‘zDSt


ISSN 3030-3907

# 3-ATSETOKSI-18-DEGIDROGLITSIRRET KISLOTA SINTEZI VA UNING XOSSALARI

**Mengliyev M.U.**
*Guliston davlat universiteti, Guliston shahri, 4-mavze.*
**Djurayev A.J.**
*Guliston davlat universiteti, Guliston shahri, 4-mavze.*
**Quvondiqova F.Sh.**
*Guliston davlat universiteti, Guliston shahri, 4-mavze.*
**Esonov R.S.**
*O‘zR FA Bioorganik kimyo instituti, Toshkent shahri, Mirzo Ulug‘bek shoh ko‘chasi, 83-uy.*
*E-mail: mengliyev_m@mail.ru*

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda 3-atsetoksi-18-degidroglitsirret kislotasi sintez qilindi. Olingan birikmaning xromatografik va spektral xususiyatlari o‘rganildi. Sintez qilingan efir yupqa qavat xromatografiyasi hamda yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi yordamida identifikatsiya qilindi va uning kimyoviy tozaligi baholandi. Sintez qilingan hosilaning tuzilishi (UB-, IQ-) spektroskopiya usullari yordamida tasdiqlandi. UB-spektroskopiya natijalari sintez qilingan efirning yutilish maksimumining ma’lum darajada “bataxrom” siljish kuzatilishini ko‘rsatdi. IQ-spektrlar esa C-3 gidroksil guruhining efirlanishi hamda yangi murakkab efir bog‘lari hosil bo‘lganligini tasdiqladi. Olingan natijalar 18-degidroglitsirret kislotasi hosilalarini kimyoviy modifikatsiya qilish orqali yangi biologik faol birikmalar yaratish uchun istiqbolli yo‘nalish ekanligini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar.** *Glycyrrhiza glabra L.*, 18-degidroglitsirret kislotasi, 3-atsetoksi-18-degidroglitsirret kislota, murakkab efir, UB-spektroskopiya, IQ-spektroskopiya, YuSSX.

**Аннотация.** В настоящем исследовании была синтезирована 3-ацетокси-18-дегидроглицирретовая кислота. Были изучены хроматографические и спектральные свойства полученного соединения. Синтезированный сложный эфир был идентифицирован методами тонкослойной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии, а также была оценена его химическая чистота. Строение синтезированного производного было подтверждено методами УФ- и ИК-спектроскопии. Результаты УФ-спектроскопии показали, что наблюдается определённый батохромный сдвиг максимума поглощения синтезированного сложного эфира. ИК-спектры подтвердили этерификацию гидроксильной группы у атома С-3 и образование новых сложноэфирных связей. Полученные результаты свидетельствуют о том, что химическая модификация


ISSN 3030-3907

производных 18-дегидроглицирретовой кислоты является перспективным направлением для создания новых биологически активных соединений.

**Ключевые слова.** Glycyrrhiza glabra L., 18-дегидроглицирретовая кислота, 3-ацетокси-18-дегидроглицирретовая кислота, сложный эфир, УФ-спектроскопия, ИК-спектроскопия, ВЭЖХ.

**Abstract.** This study details the synthesis of 3-acetoxy-18-dehydroglycyrrhetinic acid. The chromatographic and spectral properties of the resulting compound were investigated. The synthesized ester was identified using thin-layer chromatography (TLC) and high-performance liquid chromatography (HPLC), and its chemical purity was assessed. The structure of the synthesized derivative was confirmed using UV and IR spectroscopy. The results of UV spectroscopy indicated a noticeable bathochromic shift in the absorption maximum of the synthesized ester. The IR spectra confirmed the esterification of the C-3 hydroxyl group and the formation of new complex ester bonds. The obtained results suggest that the chemical modification of 18-dehydroglycyrrhetinic acid derivatives is a promising approach for creating new biologically active compounds.

**Keywords.** Glycyrrhiza glabra L., 18-dehydroglycyrrhetinic acid, 3-acetoxy-18-dehydroglycyrrhetinic acid, complex ester, UV-spectroscopy, IR-spectroscopy, HPLC.

**KIRISH.**

Shirinmiya ildizida asosiy faol komponent sifatida glitsirrizin kislotasi (GK), shuningdek uning aglikon shakli — glitsirret kislotasi (GlK) uchraydi.

GlK asosi β-amirin tipidagi pentasiklik skeletga ega A, B, C, D va E halqalaridan tashkil topgan bo‘lib, ushbu halqalar tarkibida joylashgan gidroksil(OH) va keto (C=O) guruhlari, qo‘shbog‘ (C=C) va karboksil (COOH) guruhlarini, uning maqsadli modifikatsiyalash orqali uning biologik samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin [1].

Glitsirret kislotasi (GlK) va uning tarkibiy modifikatsiyalangan hosilalari o‘zining polifunksional terapevtik xususiyatlari, jumladan, immunomodulyator, yallig‘lanishga qarshi, antiallergik hamda antioksidant faolligi bilan zamonaviy farmakologiyada alohida ahamiyatga ega [2-4]. Xususan, molekulaning C3 holatidagi gidroksil guruhi eterifikatsiyasi orqali qator efirlari sintez qilingan bo‘lib, olingan birikmalarning aksariyati oddiy hujayra liniyalariga sezilarli toksiklik ko‘rsatmagan, beshta inson saraton hujayra liniyalariga, ayniqsa inson yo‘g‘on ichak saratoni hujayra liniyalari HT-29 ga qarshi kuchli antiproliferativ faollikni namoyon etgan [5]. Shuningdek, metil glitsiretatning C3 holati bo‘yicha tarkibida aromatik halqa tutgan karbon kislotalar bilan efirlari sintez qilingan hamda ularning antiproliferativ faolligini baholash maqsadida inson saratonining to‘rtta hujayra liniyasi (A-549, SiHa, MCF-7 va HepG2)da in vitro tajribalari


ISSN 3030-3907

o‘tkazilgan. Shu bilan bir qatorda, birikmalarning peroksisoma proliferatorlari faollashtiruvchi retseptor γ (PPARγ) agonistini faollashtirishi aniqlangan [6].

3-atsetoksi-glitsirret kislotasining C30 holati bo‘yicha ham tarkibida azot saqlagan geterosiklik amid hosilari sintez qilingan bo‘lib, ushbu birikmalarning A/H1N1 gripp virusiga qarshi faolligi 10 mkM konsentratsiyada ribavirin bilan taqqoslaganda yuqoriroq antiviral faollik namoyon etgan [7].

Bir vaqtning o‘zida glitsirret kislorasi C30 holati va A halqa bo‘yicha sintez qilingan hosilalar yuqori darajadagi yallig‘lanishga qarshi faollikka ega ekanligini aniqlangan [8].

GlKning E halqasidagi C18-C19 uglerod atomlari degidrogenlanishi natijasida olingan hosilasi 18-degidroglitsirret kislotasi (18-DGlK) ham yallig‘lanishga qarshi, bakteritsid, kardioprotektor, antitumor, antipiretik, yara bitishini tezlashtiruvchi, ateroskleroz hamda saraton hujayralariga qarshi keng qamrovli biologik faollikka ega modda sifatida tavsiflanadi [9,10].

Yuqorida keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, GlK asosida sintez qilingan hosilalar, jumladan, 18-DGlK turli biologik faoliklarni, jumladan, viruslarga, yallig‘lanishga qarshi hamda antimikrob xususiyatlarni namoyon qiladi. Shu munosabat bilan mazkur maqolaning maqsadi — 3-atsetoksi-18-degidroglitsirret kislotasi (3Ac-18DGlK) sintezini amalga oshirish, uning kimyoviy tozaligi va tuzilishini xromatografik hamda spektroskopik usullar yordamida aniqlash, hamda olingan birikmaning molekulyar tuzilishi va elektron xususiyatlarini baholashdir. Ushbu tadqiqot 18-DGlK asosida yangi biologik faol birikmalarni sintez qilish va ularning farmakologik imkoniyatlarini baholash uchun ilmiy asos yaratadi.

**TAJRIBA QISMI.**

YuQX tahlillari alyuminiy plastinkalarda UV254 (Sigma-Aldrich, AQSh) geksan–atseton (2:1) erituvchilar sistemasidan foydalangan holda o‘tkazildi. UB spektrlar Shimadzu 1900i spektrofotometrida (Yaponiya) o‘lchandi. Olingan birikmalarning IQ spektrlari IRAffinity-1S spektrometrida (AQSH) 500–4000 $cm^{-1}$ diapazonida olindi. Namunalar YuSSX ((LC-40D, Shimadzu, Japan), kolonka Shim-pack GIST C18, 125×4.0 mm. 5 mkm. Shimadzu (Yaponiya), UV-Vis-detektor (SPD-M40), mobil faza oqim tezligi 1,0mL/min., kolonka harorati 40°C, mobil fazalarning nisbati: 0,1%$H_3PO_4$(pH=2,5~3,0):$CH_3CN$ (20:80) da aniqlandi.

Shirinmiya ildizidan olingan texnik glitsirrizin kislotadan GK va uning tuzlarini ajratib olish hamda tozalash bosqichlari mavjud ilmiy manbalarda bayon etilgan usullarga tayanilgan holda amalga oshirildi [11,12]. Olingan moddalar tozaligi, fizik-kimyoviy xossalari aniqlanib, adabiyotdagi mavjud ma’lumotlar bilan solishtirish orqali identifikatsiya qilindi [11,12].

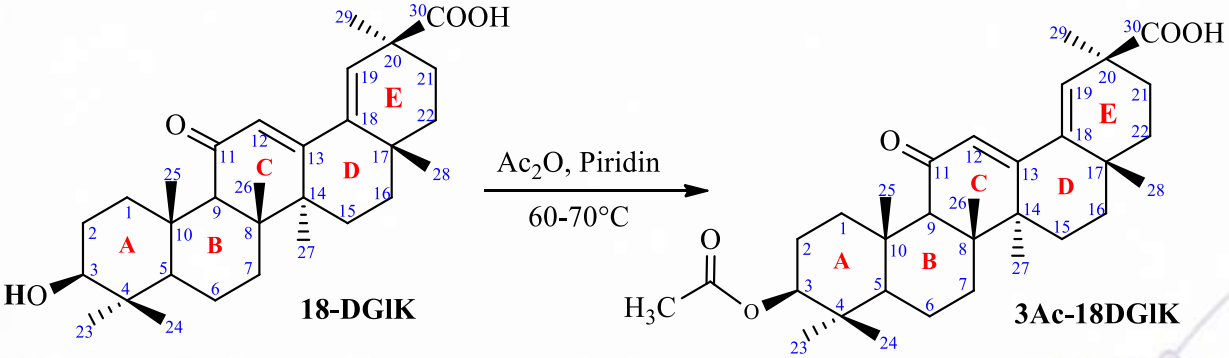

ISSN 3030-3907

Olingan GKning monoammoniyli tuzidan adabiyotdagi ma'lum usul asosida kislotali gidroliz qilib GlK olindi va tozalandi hamda fizik-kimyoviy kattaliklari, spektral ma'lumotlari aniqlanib adabiyotdagi mavjud ma'lumotlar bilan solishtirish orqali identifikatsiya qilindi [13].

GlK metil efiri hamda 18-DGlK adabiyotda ma'lum usul bo'yicha sintez qilindi [14]. Olingan birikmalar tozaligi, fizik-kimyoviy kattaliklari, spektral ma'lumotlari aniqlandi hamda adabiyotdagi mavjud ma'lumotlar bilan solishtirish orqali identifikatsiya qilindi [9,14].

**18-DGlK.** Oq-sarg'ish amorf kukun. Unum: 93,8%, Asosiy modda miqdori YuSSX bo'yicha 96.73% ni tashkil etdi. $T._{suyuq.}$ 221±2°C, $R_f$=0.39. Mass-spektr: m/z 469,3395 $[M+H]^+$. UB-spektr (etanol, $\lambda_{max}$, nm) (lgε): 280 (3,9). IQ-spektr ($sm^{-1}$) ν(OH) 3502, ν($CH_3$, $CH_2$) 2927, 2866, ν(C=O) 1701, ν($C_{11}$=O) 1651, δ($CH_2$, $CH_3$) 1454, 1384, δ(-$C_{18}$=$C_{19}$H) 1195.

**3-atsetoksi-18DGlK sintez qilish usuli.** 4.68 g 18-DGlKning 23.75 ml yangi haydalgan sirka angidriddagi eritmasiga 4.05 ml quriq piridin qo'shib, 2 soat davomida 60-70°C haroratda qizdirildi, so'ngra sovutilgan aralashma 100 ml muzli suvga tez aralashtirgan holda tomchilatib qo'shildi. Cho'kmaga tushgan 3Ac-18DGlK filtrlanib, piridin hidi yo'qolguncha sovuq suv bilan dekantasiya qilindi. Quritilgan 3Ac-18DGlK 45-50%li etanolda qayta kristallandi. Unum: 4.79 g (93.75%), $T_{suyuq}$. 213±2°C. $R_f$=0.63. Asosiy modda miqdori YuSSX bo'yicha 93,21% tashkil etdi. Brutto formulasi $C_{32}H_{46}O_5$. Mass-spektr: m/z 510.68 $[M+H]^+$. UB-spektr (etanol, $\lambda_{max}$ ,nm) (lg ε): 279(4.16). IQ-spektr ($sm^{-1}$): ν(OH) 3275, ($CH_3$, $CH_2$) 2974, 2939, 2873, ($C_{11}$=O) 1735, (C=O) 1651, δ($CH_2$, $CH_3$) 1454, 1384, δ($CH_2$, C=$C_{19}$H, C-O-C) 1246, 1184, 1141.




**1-sxema: 3Ac-18DGlK sintezining umumiy sxemasi**

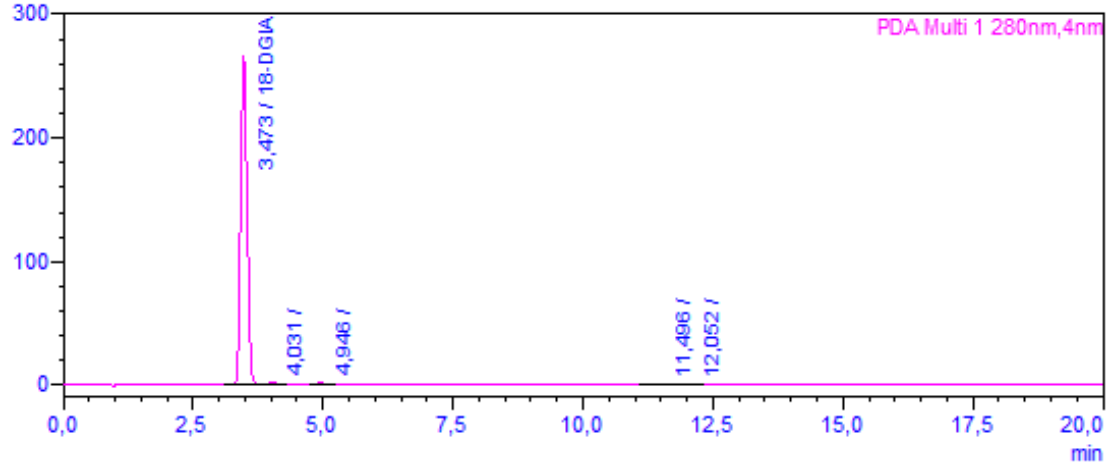
**OLINGAN NATIJALAR TAHLILI.**

Sintez qilingan 3-atsetoksi-18-degidroglitsirret kislotasi dastlab yupqa qavat xromatografiyasi (YuQX) yordamida nazorat qilindi va ularning boshlang'ich moddaga nisbatan yangi xromatografik xususiyatlarga ega ekanligi aniqlandi. Shuningdek, hosil bo'lgan modda yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usuli yordamida identifikatsiya qilindi hamda


ISSN 3030-3907

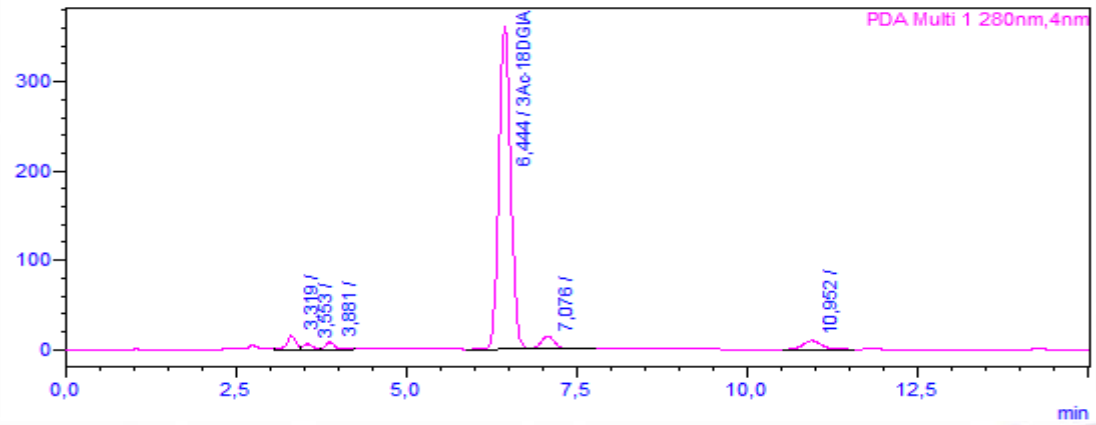
ularning xromatografik tozaligi baholandi. Olingan birikmaning kimyoviy tuzilishi UB-, IQ- spektroskopiya usullari yordamida tasdiqlandi. Ushbu analitik usullar sintez jarayonida amalga oshgan kimyoviy tuzilish o‘zgarishlarni aniqlash va hosil bo‘lgan murakkab efirning individual ekanligini tasdiqlash imkonini berdi.

Quyidagi 1-rasmda 18-DGlKning YuSSX xromotogrammasi keltirilgan bo‘lib, uning tozaligi 96.73% ni tashkil etgan.




**1-rasm: 18-degidroglitsirret kislota YuSSX xromotogrammasi**

YuSSX xromatogrammalari sintez qilingan birikmalarning individual tozaligini hamda ularning ushlab qolinish vaqti ($t_R$) o‘zgarishini baholash uchun muhim analitik manba hisoblanadi. Olingan xromatogrammalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, sintez qilingan 3-atsetoksi glitsirret kislotasining xromotografik tozaligi **93.21%** ekanligi aniqlandi.



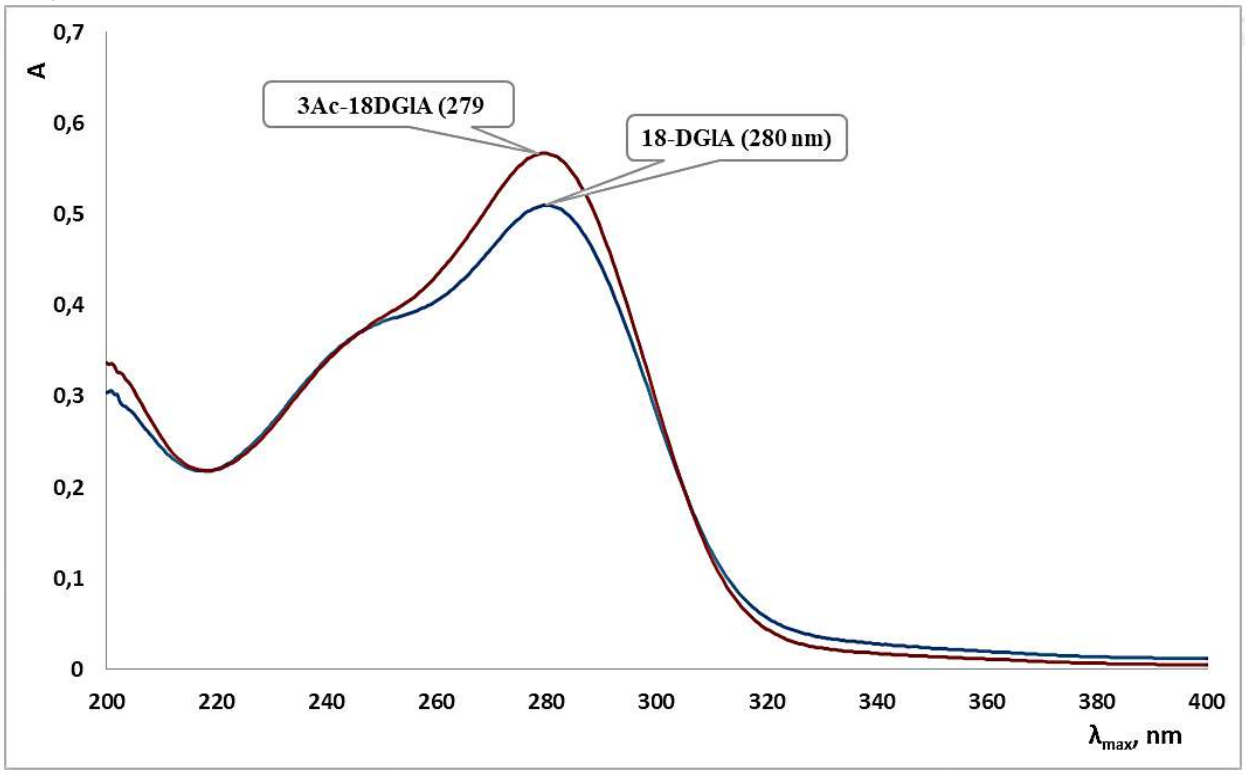

**2-rasm: 3-atsetoksi-18-degidroglitsirret kislota YuSSX xromotogrammasi**

YuSSX xromotografiyasida 3-atsetoksi-18-degidroglitsirret kislotasining ushlab qolinish vaqti boshlang‘ich 18-degidroglitsirret kislotasiga nisbatan sezilarli ortishi kuzatildi. Xususan, boshlang‘ich modda (18-DGlK) uchun **$t_R$ = 3.47 min.** bo‘lsa, sintez qilingan hosila (3Ac-18DGlK) uchun ushlab qolinish vaqti **6.44 min.** da qayd etildi. Ushbu o‘zgarish molekulalarning **lipofillik darajasining ortishi** bilan izohlanadi. 18-DGlKning C-3 holatidagi qutbli


ISSN 3030-3907

gidroksil (-OH) guruhi sirka kislota qoldig‘i bilan efirlanganda molekulaning umumiy gidrofobligi ortadi. Teskari fazali xromatografiyada gidrofob moddalar **C18 tipidagi statsionar faza** bilan kuchliroq o‘zaro ta’sirlashadi va kolonkadan kechroq yuvilib chiqadi, natijada ularning ushlab qolinish vaqti ortadi. Xromatogrammalar **280 nm** to‘lqin uzunligida (PDA detektor) qayd etilgan bo‘lib, bu sohada 18-DGlKdagi **α,β-to‘yinmagan enon tizimi,** C halqada mavjud qo‘shbog‘larga nisbatan konyugirlangan holatda E halqada C18 va C19 uglerod atomlari orasidagi qo‘shbog‘, hamda aromatik halqalar intensiv yutilish beradi. Shu sababli aynan ushbu to‘lqin uzunligi sintez qilingan birikmalarni aniqlash va ularning miqdoriy tahlilini o‘tkazish uchun optimal hisoblanadi.

Olingan UB-spektrlar tahlili sintez qilingan 3AC-18DGlKning elektron tuzilishidagi o‘zgarishlar mavjudligini ko‘rsatdi. Boshlang‘ich modda – 18-DGlK da yutilish maksimumi $\lambda_{max}$ **= 280 nm** da kuzatildi.



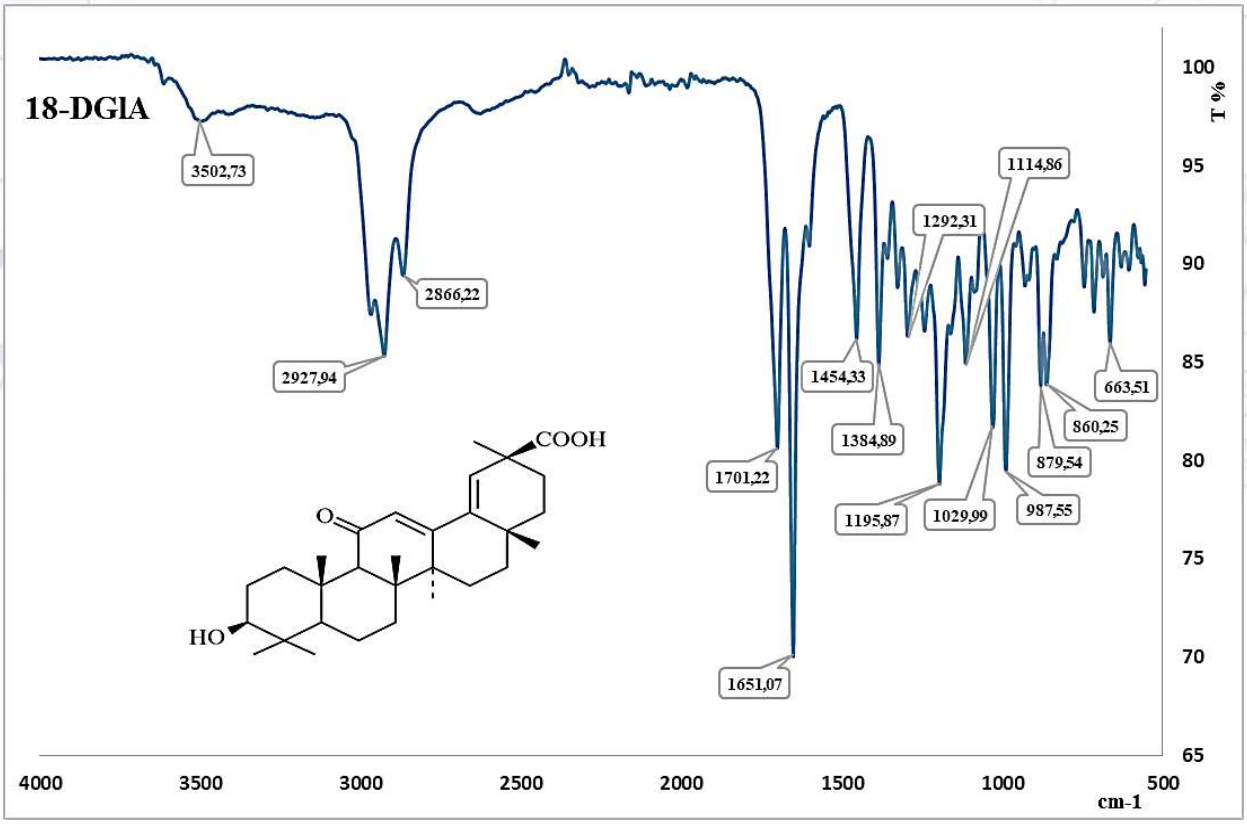

**3-rasm: 18-DGlK va 3-atsetoksi-18DGlK UB-spektrlari**

Sintez qilingan 3Ac-18DGlK yutilish maksimumining biroz siljishi (bataxrom siljish) kuzatiladi. 18-DGlK molekulasining C-3 holatidagi gidroksil guruhi sirka kislota qoldig‘i bilan efirlangan. Bu guruhlar enon tizimi (C-11 va C-12) bilan bevosita konyugatsiyada qatnashmaydi, chunki ular uzoq joylashgan va efir bog‘i orqali ajratilgan. Biroq, molekulaning umumiy qutbliligi va fazoviy omillari hisobiga λmax biroz (bir necha nm) siljishi mumkin. Bu siljish “induktiv effekt” va molekula ichidagi zaif o‘zaro ta’sirlar natijasidir.

Sintez qilingan modda molekulalaridagi kimyoviy bog‘lar va funktsional guruhlarni aniqlash maqsadida IQ spektr tahlillari amalga oshirildi. Boshlang‘ich


ISSN 3030-3907

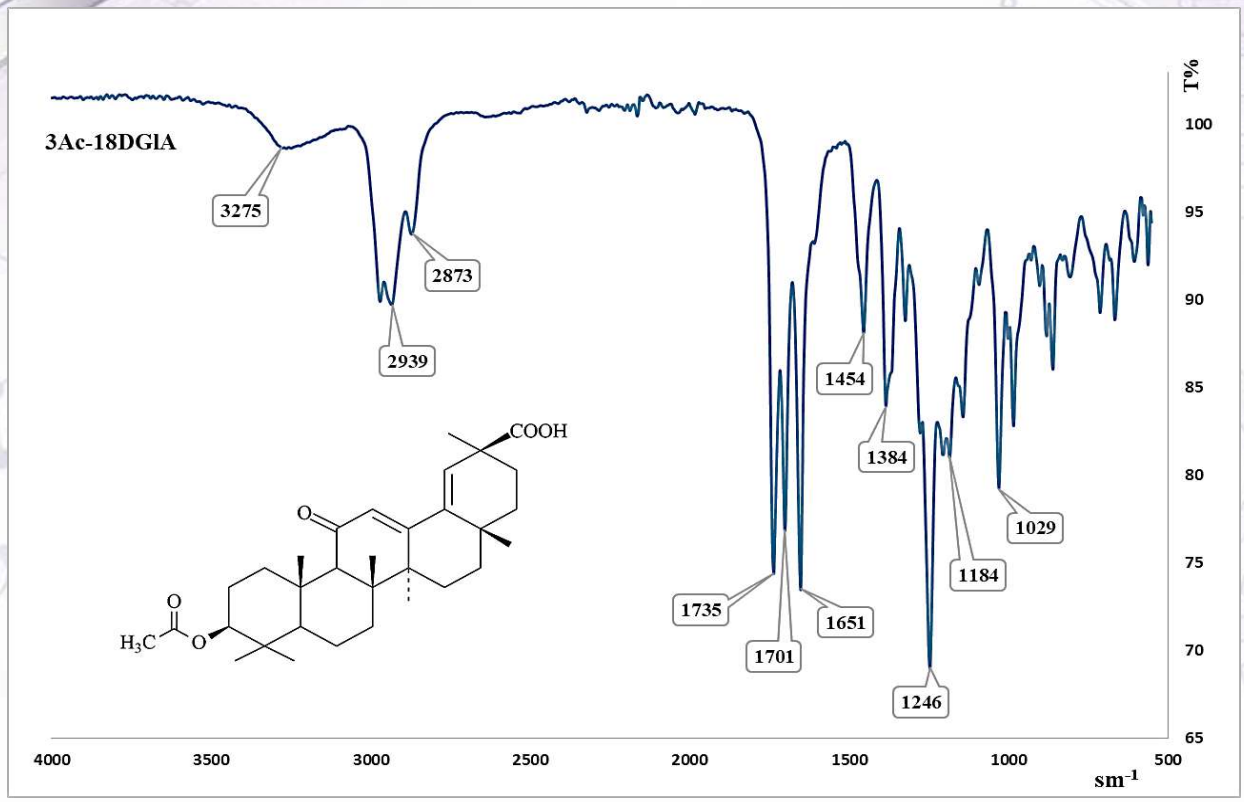
modda (18-DGlK) spektrida triterpenoid skeletiga xos barcha asosiy valent tebranishlar aniqlanadi. C-3 holatidagi erkin gidroksil (-OH) guruhining keng va o‘rtacha intensiv valent holatdagi cho‘qqisi 3502.73 $sm^{-1}$ da namoyon bo‘ldi, bu boshlang‘ich moddaning asosiy xarakteristikasini tashkil etadi.




**4-rasm. 18-DGlK ning IQ- spektri**

Shuningdek, 2927.94 va 2866.22 $sm^{-1}$ chastotalarda CH, $CH_2$ va $CH_3$ guruhlarining valent tebranishlari, 1701.22 $sm^{-1}$ da C-30 holatidagi (-COOH) karbonil valent tebranishi, hamda 1651.07 $sm^{-1}$ da C-11 dagi konyugatsiyalangan keton (C=O) guruhining valent tebranishi kuzatildi.


ISSN 3030-3907




**5-rasm: 3-atsetoksi-18DGlKning IQ spektrlari**

Sintez qilingan 3Ac-18DGlK ning spektri boshlang‘ich moddadan sezilarli farq qildi, bu esa C-3 gidroksil guruhiga efirlanish reaksiyasining muvaffaqiyatli o‘tganini ko‘rsatadi. Xususan, **3500 sm⁻¹** sohasidagi keng -OH cho‘qqisi butunlay yo‘qolib, 3275 $sm^{-1}$ da C30 holatdagi karboksil guruhidagi gidroksil guruhiga xos cho‘qqi, hamda 1735 $sm^{-1}$ da atsetat qoldig‘idagi karbonil guruhiga xos bo‘lgan yangi cho‘qqi nomoyon bo‘lgan. Bu efir hosil bo‘lishini isbotlaydi. Efirning C-O-C bog‘lariga xos assimetrik va simmetrik valent tebranishlar (**1246 sm⁻¹**) intensivlashgan bo‘lib, yangi efir bog‘ining hosil bo‘lganini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, IQ-spektroskopiya tahlil natijalari sintez qilingan 3Ac-18DGlK ning tuzilishidagi o‘zgarishlarini aniq tasdiqlaydi. Spektrdagi o‘zgarishlar gidroksil guruhining efirlanishi hamda yangi murakkab efir bog‘ining hosil bo‘lganligi molekulyar tuzilish va elektron taqsimotidagi modifikatsiyalarni ifodalash uchun asos bo‘ladi.

**XULOSA.**

Tadqiqot natijasida 18-DGlK ning C-3 holati bo‘yicha 3-atsetoksi hosilasi sintez qilindi. Olingan birikmaning YuQX hamda YuSSX usullari yordamida identifikatsiya qilindi va kimyoviy tozaligi aniqlandi. Olingan birikma YuSSX tahlili boshlang‘ich modda bilan solishtirganda ushlab qolinish vaqtining ($t_R$) sezilarli ortishini ko‘rsatdi, bu esa molekula lipofilligining oshganligini tasdiqlaydi. UB-spektroskopik tahlil sintez qilingan efirning yutilish maksimumining ma’lum darajada “bataxrom” siljish kuzatilishini ko‘rsatdi.


ISSN 3030-3907

Sintez qilingan birikmaning (3Ac-18DGlK) kimyoviy tuzilishi IQ spektroskopiya ma'lumotlari asosida tasdiqlandi va C-3 gidroksil guruhining efirlanishi natijasida molekulada yangi murakkab efir bog'lari hosil bo'lganligi aniqlandi. Olingan natijalar 18-DGlK hosilalarini kimyoviy modifikatsiya qilish orqali yangi biologik faol birikmalar olish imkoniyatlarini kengaytiradi hamda ularning farmakologik xususiyatlarini keyingi tadqiqotlarda o'rganish uchun ilmiy asos yaratadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Graebin C.S.. The pharmacological activities of glycyrrhizinic acid ("glycyrrhizin") and glycyrrhetinic acid. Sweeteners, 2017, 245.
2. Yuan, L., Yang, Y., Li, X., Zhou, X., Du, Y. H., Liu, W. J., Nan, Y.. 18β-glycyrrhetinic acid regulates mitochondrial ribosomal protein L35-associated apoptosis signaling pathways to inhibit proliferation of gastric carcinoma cells. World journal of gastroenterology, 2022, 28(22), 2437.
3. Bai Z., Chen K., Xu X., Lin H., Sun J., Li H., Liu C.. Effects of glycyrrhizic acid on growth performance and hepato-intestinal health of American bullfrogs (Aquarana catesbeiana). Aquaculture International, 2026, 34(4), 126.
4. Liang S., Ma X., Li M., Yi Y., Gao Q., Zhang Y., Xiao S.. Novel β-cyclodextrin-based heptavalent glycyrrhetinic acid conjugates: Synthesis, characterization, and anti-influenza activity. Frontiers in Chemistry, 2022, 10, 836955.
5. Lin, H., Cui, S., Xu, X., Chen, Q., Ge, J., Ai, D., Ge, W.. Design, synthesis and antitumor activity evaluation of novel modified 18β-glycyrrhetinate derivatives as PPARγ agonists. Bioorganic Chemistry, 2025, 157, 108307.
6. Sun, J., Zheng, Q., Zhang, Y. H., Liu, C. S., Chen, C. H., Yan, S. P., Wu, Y. F.. Structure–Activity relationship (SAR) of 18β-glycyrrhetinic acid derivatives on their antitumor activity through the PPARγ receptor and caspase-3 pathway. Journal of Saudi Chemical Society, 2024, 28(2), 101815.
7. Zhang, J., Mi, L., Wang, Z., Zhang, X., Chai, X., Zhao, Q., Song, Y.. Design, synthesis and anti-influenza A virus activity of N-containing heterocyclic glycyrrhetinic acid derivatives. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 2025, 130364.
8. Qin, H., Liu, R., Shi, Y., Wang, B., Guo, L., Wang, Y., Huang, M.. Synthesis and biological evaluations of novel 18β-glycyrrhetinic acid derivatives as histone deacetylase 3 degraders with anti-inflammatory effects. European Journal of Medicinal Chemistry, 2025, 118391.
9. Salomatina O.V., Markov A.V., Logashenko E.B., Korchagina D.V., Zenkova M.A., Salakhutdinov N.F., Tolstikov G.A.. Synthesis of novel 2-cyano substituted glycyrrhetinic acid derivatives as inhibitors of cancer cells growth and NO


ISSN 3030-3907

production in LPS-activated J-774 cells. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 2014, 22(1), 585-593.

10. Baltina L.A., Khusnutdinova N.S., Karimova E.R., Saifullina D.R., Kondratenko R.M.. Cytotoxic Activity of A-Modified Licorice Triterpenoid Derivatives. Pharmaceutical Chemistry Journal, 2023, 57(5), 637-641.

11. Кондратенко Р.М., Балтина Л.А., Михайлова Л.Р., Данилов В.Т., Габбасов Т.М., Муринов Ю.И., Толстиков Г.А. //Получение глицирризиновой кислоты и ее практически важных солей из экстракта солодкового корня. Хим. Фарм. Журн. 2005. Том 19. №2. С. 30-35.

12. Столярова О.В., Фаррахова Г.Ф., Балтина (мл.) Л.А., Габбасов Т.М., Баширова Р.М., Кондратенко Р.М., Балтина Л.А. Выделение глицирризиновой кислоты и ее моноаммонийной соли из корней и корневищ солодки коржинского (Glycyrrhiza korshinskyi grig). Вестник Башкирского университета. 2008. Т. 13. №2. С. 256-258.

13. Балтина Л.А., Флехтер О.Б., Путиева Ж.М., Кондратенко Р.М., Краснова Л. В., Толстиков Г.А. Гидролиз β-глицирризиновой кислоты //Хим.фарм.журн. -1996. - №4. - С.47-49.

14. Ирисметов М.П., Джиембаев Б.Ж., Арыстанова Т.А., Барамысова Г.Т. Химия и применение природной глицирризиновой кислоты и её производных. Алматы-2002, 287с.


ISSN 3030-3907

# MOBIL UYLARDA QUYOSH PANELLARIDAN FOYDALANISHNING TEXNIK VA IQTISODIY SAMARADORLIGI

**S.S. Sultonov**
*Tayanch doktorant, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, 180100.O‘zbekiston:*
*E-mail: sultonovsamandar85@gmail.*
**Sh.H. Ergashev**
*Qarshi davlat texnika universiteti PhD, dots., , Qarshi, 180100.O‘zbekiston:*
*E-mail: shakhrier@mail.ru*
**N.S. Elmurodov**
*Qarshi davlat universiteti PhD, dots. Qarshi, 119100.O‘zbekiston:*
*E-mail: elmurodov_nuriddin@mail.ru*

**Annotatsiya.** Mazkur tadqiqot mobil uylarning avtonom energiya ta’minotida quyosh fotoelektrik tizimlaridan foydalanishning texnik va iqtisodiy samaradorligini baholashga bag‘ishlangan. Tadqiqotda mobil uylarning o‘rtacha sutkalik energiya iste’moli 6–8 kVt•soat deb olinib, 2–2,5 kVt quvvatli quyosh tizimi uchun matematik model ishlab chiqildi. Hisob-kitoblar O‘zbekiston hududida o‘rtacha yillik quyosh radiatsiyasi 1500–1700 kVt•soat/m² bo‘lgan iqlim sharoiti asosida amalga oshirildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, mazkur quvvatdagi quyosh tizimi yiliga 3000–3600 kVt•soat elektr energiyasi ishlab chiqarib, mobil uylarning 85–100 % energiya ehtiyojini qoplashi mumkin. Iqtisodiy tahlilga ko‘ra, tizimning boshlang‘ich investitsiya qiymati 2300–2800 AQSh dollarini tashkil etib, o‘zini oqlash muddati 4–5 yilga teng. Energiya ishlab chiqarishning rejalashtirilgan tannarxi (LCOE) 0,09–0,12 AQSh dollari/kVt•soat diapazonida aniqlangan. Tadqiqot natijalari mobil uylar uchun quyosh energiyasiga asoslangan avtonom tizimlar iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali ekanligini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** mobil uy, quyosh fotoelektrik tizim, avtonom energiya, iqtisodiy samaradorlik, LCOE, qayta tiklanuvchi energiya, quyosh radiatsiyasi.

**Аннотация.** Данное исследование посвящено оценке технической и экономической эффективности использования солнечных фотоэлектрических систем в автономном энергоснабжении мобильных домов. В работе среднесуточное потребление электроэнергии мобильного дома принято равным 6–8 кВт•ч, и на этой основе разработана математическая модель солнечной системы мощностью 2–2,5 кВт. Расчёты выполнены с учётом климатических условий Узбекистана, где среднегодовая солнечная радиация составляет 1500–1700 кВт•ч/м². Результаты показали, что солнечная система указанной мощности может


ISSN 3030-3907

вырабатывать 3000–3600 кВт•ч электроэнергии в год и обеспечивать 85–100 % потребности мобильного дома в энергии. Экономический анализ показал, что начальные инвестиционные затраты системы составляют 2300–2800 долларов США, а срок её окупаемости — 4–5 лет. Приведённая стоимость электроэнергии (LCOE) определена в диапазоне 0,09–0,12 долл./кВт•ч. Полученные результаты подтверждают экономическую и экологическую целесообразность применения автономных солнечных энергетических систем для мобильных домов.

**Ключевые слова:** мобильный дом, фотоэлектрическая система, автономное энергоснабжение, экономическая эффективность, LCOE, возобновляемая энергия, солнечная радиация.

**Abstract.** This study is devoted to evaluating the technical and economic efficiency of using solar photovoltaic systems for autonomous energy supply of mobile homes. In the research, the average daily electricity consumption of a mobile home was assumed to be 6–8 kWh, and based on this, a mathematical model of a 2–2.5 kW solar photovoltaic system was developed. The calculations were carried out considering the climatic conditions of Uzbekistan, where the average annual solar radiation is 1500–1700 kWh/m². The results showed that a solar system of this capacity can generate approximately 3000–3600 kWh of electricity per year and cover about 85–100% of the energy demand of a mobile home. The economic analysis indicated that the initial investment cost of the system ranges from 2300 to 2800 USD, with a payback period of about 4–5 years. The levelized cost of electricity (LCOE) was estimated to be in the range of 0.09–0.12 USD/kWh. The findings confirm that solar-based autonomous energy systems for mobile homes are economically viable and environmentally sustainable.

**Keywords:** mobile house, photovoltaic system, autonomous energy, economic efficiency, LCOE, renewable energy, solar radiation.**KIRISH.**

So‘nggi yillarda jahonda ananaviy energiya resurslarining kamayib borayotganligi, narxining qimmatligi hamda atrof-muhitga salbiy ta’sirlarning ortib borishi sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalari va texnalogiyalariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Soha olimlarining tomonidan energiya ishlab chiqarishda “yashil” texnologiyalarni keng joriy etish orqali energiya samaradorligiga, $CO_2$ gazlarining atmosferaga chiqishini kamaytirish orqali ekologik barqarorlikka erishilmoqda[1-3].

Bugungi kunda mobil uylar (ko‘chma turar joy) qurilish maydonlari, turistik hududlar, tog‘li va cho‘l zonalarida keng foydalanilmoqda. Biroq bunday obyektlar ko‘pincha markazlashgan elektr tarmoqlaridan uzoq joylashgani sababli ularni energiya bilan ta’minlash muammosi dolzarb masalalardan biridir. Ilmiy


ISSN 3030-3907

manbalarda qayd etilishicha, uzoq hududlarda elektr tarmoqlarini tortish katta mablag‘ talab qiladi bu esa iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari orasida quyosh energiyasi mobil uylar uchun eng istiqbolli yechimlardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlarga ko‘ra, Markaziy Osiyo hududi yuqori quyosh energiyasi salohiyatiga ega bo‘lib, o‘rtacha yillik quyosh radiatsiyasi 1500–1800 kVt•soat/m² ni tashkil etadi. Bu esa kichik va o‘rta quvvatli quyosh fotoelektrik tizimlaridan foydalanib, mobil uylarning energiya ehtiyojini samarali qoplash imkonini yaratadi[4].

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi mobil uylar uchun ekologik toza va energiya samaradorligi yuqori bo‘lgan quyosh energiyasi tizimini ishlab chiqish hamda uning texnik va iqtisodiy samaradorligini kompleks baholashdan iborat. Tadqiqotning muhim vazifalaridan biri mobil uylar uchun optimal quyosh energiyasi tizimini loyihalashdir. Bunda quyosh panellari quvvati, energiya saqlash akkumulyatorlari sig‘imi, invertor parametrlari va umumiy energiya boshqaruv tizimi kabi asosiy komponentlar tanlanadi. Mobil uylarning elektr energiyasiga bo‘lgan sutkalik va oylik ehtiyoji tahlil qilinib, energiya iste’moli grafigi tuziladi. Shu asosda tizimning optimal konfiguratsiyasi aniqlanadi hamda energiya ta’minotining uzluksizligini ta’minlash uchun akkumulyator tizimi yoki zaxira energiya manbalari bilan integratsiya imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari sohasida olib borilgan ko‘plab tadqiqotlar quyosh fotoelektrik tizimlarning iqtisodiy samaradorligi yildan-yilga oshib borayotganini ko‘rsatmoqda. Xalqaro Energetika Agentligi (IEA) ma’lumotlariga ko‘ra, 2010–2023 yillar oralig‘ida quyosh panellarining narxi 80 % dan ortiq arzonlashgan[5-6]. Olimlarning tadqiqotlariga ko‘ra, quyosh energiyasi asosidagi kichik quvvatli tizimlarning LCOE ko‘rsatkichi 0,05–0,12 kVt·soat oralig‘ida o‘zgarmoqda. Bu ko‘rsatkich ko‘plab rivojlanayotgan mamlakatlarda dizel generator energiyasidan arzonroq hisoblanadi[7-8]. Lekin, maxsus optimallashtirilgan mobil uylar tizimi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar yetarli darajada o‘rganilmagan. Ayniqsa, kontinental iqlim sharoitida mavsumiy radiatsiya o‘zgarishlari hisobga olib kompleks energiya ta’minotiga ega mobil uylar energiya samaradorligi o‘rganilmagan. Shu sababli ushbu maqola mobil uylar uchun iqlimga sharoitini hisobga olib, uning texnik-iqtisodiy va energetik parametrlarini yangicha usulda baholash tizimi o‘rganilgan.

**MUHOKAMA VA NATIJA.**

Quyosh radiatsiyasi va iqlim parametrlarini tahlil qilish mobil uylar uchun avtonom energiya tizimini loyihalash jarayonining muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Bunda, avvalo, hududning quyosh energetik salohiyati hamda yil davomida quyosh nurlanishining o‘zgarish dinamikasi baholanadi. Chunki


ISSN 3030-3907

quyosh panellari samaradorligi to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh radiatsiyasi miqdoriga bog‘liq.

O‘zbekistonning janubiy iqlim sharoiti quyosh energiyasidan foydalanish uchun qulay hududlardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar va meteorologik kuzatuvlar natijalariga ko‘ra, ushbu mintaqada o‘rtacha yillik global gorizontal quyosh radiatsiyasi quyidagi qiymatlarni tashkil etadi:

O‘rtacha yillik global gorizontal radiatsiya:

$$q_y = 1550–1800 \text{ kVt soat/m}^2$$

O‘rtacha kunlik radiatsiya miqdori:

$$q_k = 4{,}5–5{,}8 \text{ kVt soat/m}^2\text{/kun}$$

Yoz oylarida maksimal radiatsiya qiymati:

$$q_{max} = 6{,}5–7{,}2 \text{ kVt soat/m}^2\text{/kun}$$

Qish oylarida minimal radiatsiya qiymati:

$$q_{min} = 2{,}5–3{,}2 \text{ kVt soat/m}^2\text{/kun}$$

Mazkur ko‘rsatkichlar shuni ko‘rsatadiki, janubiy O‘zbekiston hududida quyosh energiyasi resurslari yetarli darajada yuqori bo‘lib, mobil uylar uchun avtonom elektr ta’minoti tizimini quyosh panellari asosida tashkil etish texnik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Ayniqsa, yoz oylarida radiatsiya darajasi yuqori bo‘lishi quyosh panellarining samarali ishlashini ta’minlaydi.

Avtonom energiya tizimida energiyani uzluksiz ta’minlash maqsadida akkumulyator batareyalari qo‘llaniladi. Akkumulyatorlar tizimda ishlab chiqarilgan ortiqcha energiyani saqlab, quyosh radiatsiyasi yetarli bo‘lmagan vaqtlarda energiya manbai sifatida xizmat qiladi. Akkumulyator sig‘imini aniqlash quyidagi formula asosida amalga oshiriladi[9]:

$$C_{bat} = \frac{E_d \times N}{DOD}$$

bu yerda:

$C_{bat}$ — akkumulyator batareyasining kerakli energiya sig‘imi (kVt·soat);

$E_d$— mobil uyning bir sutkalik energiya sarfi (kVt·soat);

$N$— quyosh nurlanishi bo‘lmagan zaxira kunlari soni;

$DOD$ — akkumulyatorning ruxsat etilgan zaryadsizlanish chuqurligi.

Ushbu hisoblash usuli mobil uylar uchun energiya tizimining barqaror ishlashini ta’minlashga yordam beradi hamda quyosh radiatsiyasi past bo‘lgan kunlarda ham elektr ta’minotining uzluksizligini kafolatlaydi.

Tadqiqot obyekti sifatida 30 m² maydonga ega mobil uy olingan. Ushbu mabil uyda o‘rtacha 3–4 kishilik yashash sharoiti ko‘zda tutilgan (1-rasm).


ISSN 3030-3907

Yuqorida keltirilgan hisoblash ishlaridan foydalanib, ushbu quyosh energiyasi asosidagi mobil uyning sutkalik energiya yuklamasi hisoblandi.

Mobil uyda foydalaniladigan asosiy elektr qurilmalari va ularning sutkalik energiya sarfi hisob-kitobi 1-jadvalda keltirilgan. Hisoblash natijalariga ko‘ra, mobil uyda bir sutkada sarflanadigan umumiy elektr energiyasi 6.55 kVt·soat ni tashkil etadi.

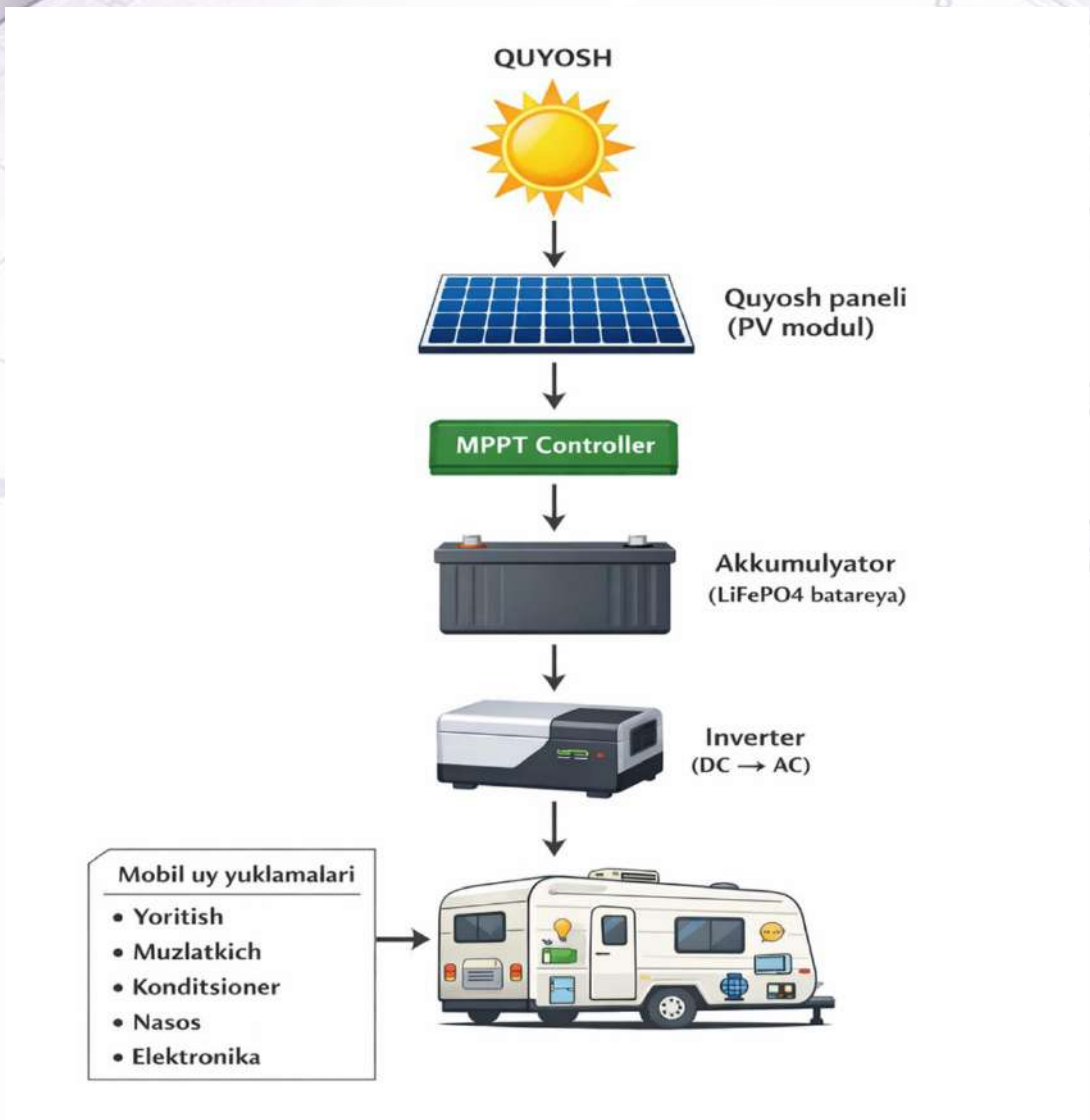
Amaliy loyihalarda tizimning ishonchli ishlashini ta’minlash, elektr yo‘qotishlari, invertor samaradorligi hamda kutilmagan yuklamalarni hisobga olish maqsadida zaxira koeffitsienti qo‘llaniladi. Odatda bu koeffitsient 10–20 % oralig‘ida qabul qilinadi. Mazkur tadqiqotda 15 % zaxira koeffitsienti qabul qilindi[10-11].

**1-Jadval**

**30 $m^2$ maydonga ega mobil uyning sutkalik energiya yuklamasi**

| № | Elektr qurilma | Quvvat (Vt) | Ish vaqti (soat/kun) | Kunlik energiya (Vt·soat) | Kunlik energiya (kVt·soat) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | LED yoritish | 120 | 5 | 600 | 0.60 |
| 2 | Muzlatkich | 150 | 10 | 1500 | 1.50 |
| 3 | Konditsioner | 1000 | 3 | 3000 | 3.00 |
| 4 | Suv nasosi | 500 | 0.5 | 250 | 0.25 |
| 5 | Maishiy elektronika | 300 | 4 | 1200 | 1.20 |
| | Jami | | | 6550 Vt·soat | 6.55 kVt·soat |


ISSN 3030-3907




**1-rasm. 30 m² maydonga ega quyosh fotoelektr tizimli mobil uy**

Shunda mobil uy uchun zarur bo‘lgan umumiy sutkalik energiya sarfi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_{umumiy} = P_{jami} \times 1{,}15 \qquad (1)$$

bu yerda:

$P_{umumiy}$- umumiy sutkalik energiya talabi (kVt·soat/kun)

$P_{jami}$-qurilmalar tomonidan sarflanadigan jami energiya (kVt·soat/kun)

Hisoblash natijasiga ko‘ra:

$$P_{umumiy} = 6{,}55 \times 1{,}15 = 7{,}53\ kVt \cdot \frac{soat}{kun}$$

Demak, mobil uy uchun quyosh energiyasi asosidagi avtonom elektr ta’minoti tizimini loyihalashda sutkalik umumiy energiya talabi 7.53 kVt·soat ekanligi hisoblandi.


ISSN 3030-3907

Quyosh panellari tizimini loyihalashda kerakli fotoelektrik modul quvvatini aniqlash ham muhim hisoblanadi. Quyosh panelining zarur umumiy quvvati quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$P_{PV} = \frac{E_d}{q_d \times \eta}$$

bu yerda:

$P_{PV}$– quyosh panellari umumiy quvvati (kVt);

$E_d$ – bir sutkalik energiya talabi (kVt·soat);

$q_d$ – o‘rtacha kunlik quyosh radiatsiyasi (kVt·soat/m²/kun);

$\eta$ – tizimning umumiy foydali ish koeffitsienti (0,75).

Quyosh panellari sonini aniqlash uchun esa quyidagi formula qo‘llaniladi:

$$N_{PV} = \frac{p_{pv}}{P_{panel}}$$

bu yerda:

$N_{PV}$– quyosh panellari soni;

$p_{pv}$ – zarur umumiy quvvat;

$P_{panel}$–bitta quyosh panelining nominal quvvati

Mazkur hisoblash usullari mobil uylar uchun avtonom quyosh energiyasi tizimini ilmiy asosda loyihalash, tizim samaradorligini oshirish hamda energiya ta’minotining uzluksizligini ta’minlash imkonini beradi.

Mobil uylarni energiya bilan ta’minlashda turli energiya manbalaridan foydalanish mumkin. Eng ko‘p qo‘llaniladigan energiya manbalari — quyosh fotoelektrik (FV) tizimi va dizel generator hisoblanadi. Ushbu ikki energiya manbasi texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar asosida taqqoslanganda sezilarli farqlar kuzatildi (2-jadval).

**2-Jadval**

**Quyosh tizimi va dizel generator iqtisodiy taqqoslanishi**

| Ko‘rsatkich | Quyosh FV tizim | Dizel generator |
|---|---|---|
| O‘rnatilgan quvvat | 2 kVt | 3 kVt |
| Boshlang‘ich investitsiya | 50 mln so‘m | 18 mln so‘m |
| Yillik yoqilg‘i xarajati | 0 | 14–16 mln so‘m |
| Yillik texnik xizmat | 1 mln so‘m | 2 mln so‘m |
| Yillik ishlab chiqarish | 2900 kVt·soat | 2700 kVt·soat |


ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| LCOE | 0.09–0.12 USD/kVt·soat | 0.35–0.45 USD/kVt·soat |
| O‘zini oqlash muddati | 4–5 yil | — |
| $CO_2$ chiqindisi | 0 | ~1.2–1.5 tonna/yil |
| Shovqin darajasi | 0 Db | 70–85 dB |

2-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, quyosh FV tizimining o‘rnatilgan quvvati **2 kVt**, dizel generatorniki esa **3 kVt** ni tashkil etadi. Dizel generatorning boshlang‘ich investitsiya qiymati **18 mln so‘m** bo‘lib, quyosh tizimiga nisbatan ancha arzon ko‘rinadi. Quyosh fotoelektrik tizimi uchun boshlang‘ich investitsiya **50 mln so‘m** atrofida bo‘lib, dastlabki xarajat yuqoriroq hisoblanadi.

Biroq tizimning ekspluatatsiya jarayonidagi xarajatlari tahlil qilinganda quyosh energiyasi tizimi ancha iqtisodiy ekanligi ko‘rinadi. Quyosh FV tizimida yoqilg‘i talab etilmaydi, shu sababli **yillik yoqilg‘i xarajati nolga teng**. Dizel generator esa yoqilg‘i sarfiga bog‘liq bo‘lib, yiliga **14–16 mln so‘m** miqdorida yoqilg‘i xarajatlarini talab qiladi. Bundan tashqari, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari ham dizel generator uchun nisbatan yuqori bo‘lib, yiliga **2 mln so‘m**, quyosh tizimida esa taxminan **1 mln so‘m** ni tashkil etadi.

Energiya ishlab chiqarish hajmi bo‘yicha ham quyosh tizimi ma’lum ustunlikka ega. Hisob-kitoblarga ko‘ra, quyosh FV tizimi yiliga **2900 kVt·soat** elektr energiyasi ishlab chiqaradi, dizel generator esa o‘rtacha **2700 kVt·soat** energiya ishlab chiqaradi. Bu esa quyosh tizimining energiya samaradorligi yuqoriroq ekanligini ko‘rsatadi.

Energiya ishlab chiqarish tannarxi — ya’ni **LCOE (Levelized Cost of Energy)** ko‘rsatkichi ham muhim iqtisodiy mezon hisoblanadi. Jadvalga ko‘ra, quyosh FV tizimida LCOE qiymati **0.09–0.12 USD/kVt·soat** atrofida bo‘lib, dizel generator bilan solishtirganda ancha past. Dizel generator uchun esa ushbu ko‘rsatkich **0.35–0.45 USD/kVt·soat** ni tashkil etadi. Bu shuni anglatadiki, uzoq muddatli ekspluatatsiyada quyosh energiyasi tizimi iqtisodiy jihatdan ancha foydali hisoblanadi.

Investitsiya samaradorligi nuqtai nazaridan qaraganda, quyosh FV tizimi taxminan **4–5 yil** davomida o‘zini to‘liq oqlaydi. Dizel generator uchun esa yoqilg‘i xarajatlari doimiy bo‘lganligi sababli aniq o‘zini oqlash muddati mavjud emas, aksincha ekspluatatsiya davomida xarajatlar ortib boradi.

Ekologik jihatdan ham quyosh energiyasi tizimi sezilarli ustunlikka ega. Quyosh FV tizimi ishlash jarayonida **$CO_2$ chiqindilari chiqarmaydi**, dizel generator esa yiliga taxminan **1.2–1.5 tonna $CO_2$** atmosferaga chiqaradi. Bu esa atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.


ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, shovqin darajasi ham muhim omillardan biridir. Quyosh panellari deyarli **shovqinsiz (0 dB)** ishlaydi, dizel generator esa **70–85 dB** gacha shovqin chiqaradi. Bu ayniqsa mobil uylar, turistik hududlar yoki dam olish maskanlari uchun muhim ko‘rsatkich hisoblanadi.

Umuman olganda, dastlabki investitsiya yuqoriroq bo‘lishiga qaramay, quyosh fotoelektrik tizimi uzoq muddatli iqtisodiy samaradorlik, ekologik tozaligi va ekspluatatsiya xarajatlarining pastligi sababli mobil uylarni energiya bilan ta’minlashda eng maqbul energiya manbalaridan biri hisoblanadi.

**XULOSA.**

Mazkur tadqiqotda mobil uylarni avtonom elektr energiyasi bilan ta’minlashda quyosh fotoelektrik tizimlaridan foydalanishning texnik va iqtisodiy samaradorligi baholandi. Hisob-kitoblar natijasida 30 m² maydonga ega mobil uy uchun sutkalik elektr energiyasi talabi 7,53 kVt·soat ekanligi aniqlandi va ushbu ehtiyojni qoplash uchun 2–2,5 kVt quvvatli quyosh fotoelektrik tizimi yetarli ekanligi asoslab berildi. O‘zbekiston iqlim sharoitida bunday tizim yiliga taxminan 2900–3600 kVt·soat elektr energiyasi ishlab chiqarishi mumkin.

Texnik-iqtisodiy tahlil natijalariga ko‘ra, quyosh fotoelektrik tizimining boshlang‘ich investitsiya qiymati yuqori bo‘lishiga qaramay, ekspluatatsiya xarajatlarining pastligi va yoqilg‘i sarfining mavjud emasligi sababli uzoq muddatda dizel generatorga nisbatan iqtisodiy jihatdan samaraliroq hisoblanadi. Tizimning energiya ishlab chiqarish tannarxi 0,09–0,12 USD/kVt·soat bo‘lib, o‘zini oqlash muddati 4–5 yilni tashkil etadi. Shuningdek, quyosh energiyasi tizimi ekologik toza va shovqinsiz ishlashi bilan ham muhim afzalliklarga ega.

Umuman olganda, mobil uylarni energiya bilan ta’minlashda quyosh fotoelektrik tizimlaridan foydalanish texnik, iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali yechim ekanligi aniqlandi.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Omer A. M. Energy, environment and sustainable development //Renewable and sustainable energy reviews. – 2008. – T. 12. – №. 9. – C. 2265-2300. Karimov B. “Issiqlik texnikasi asoslari”. TDPU, 2020.
2. Elmurodov N. S. et al. Modeling thermal-technical parameters of a solar pond using COMSOL multiphysics //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 583. – C. 04004..
3. Elmurodov N. S. et al. Mathematical modeling of unsteady temperature regime of solar pond device //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 524. – C. 02016.
4. Laldjebaev M., Isaev R., Saukhimov A. Renewable energy in Central Asia: An overview of potentials, deployment, outlook, and barriers //Energy Reports. – 2021. – T. 7. – C. 3125-3136.


ISSN 3030-3907

5. Rynska E. Review of PV solar energy development 2011–2021 in central European countries //Energies. – 2022. – T. 15. – №. 21. – C. 8307.
6. Elmurodov N., Maxamov X. Researching the Energy Balance of Swimming Pools //Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2025. – Т. 18. – №. 6. – С. 755-762.
7. Firouzjah K. G. Assessment of small-scale solar PV systems in Iran: Regions priority, potentials and financial feasibility //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – T. 94. – C. 267-274.
8. Uzakov G., Elmurodov N. BUG‘ KOMPRESSORLI ISSIQLIK NASOSINING ISSIQLIK-ENERGETIK PARAMETRLARINI TADQIQ QILISH //Innovatsion texnologiyalar. – 2024. – T. 54. – №. 02.
9. Hill C. A. et al. Battery energy storage for enabling integration of distributed solar power generation //IEEE Transactions on smart grid. – 2012. – T. 3. – №. 2. – C. 850-857.
10. Uzakov G. et al. Mathematical modeling the heat balance of a solar pond device //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 71. – C. 02023.
11. Ristow A. et al. Development of a methodology for improving photovoltaic inverter reliability //IEEE Transactions on Industrial Electronics. – 2008. – T. 55. – №. 7. – C. 2581-2592.


ISSN 3030-3907

# BIMETALLI FTALOTSIANIN BIRIKMALARI VA ULARDAN OLINGAN PIGMENTLARNING IQ-SPEKTROSKOPIK TAHLILI

**M.A.Abdiqayumova**
*Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti*
**J. B. Fayziyev**
*Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti*
**O. J. Axmedov**
*Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti*
*E-mail: abdiqayumovamohinur919@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu ilmiy maqolada tarkibida bimetall saqlagan Marganets oksid temir xlor ftalosianin (Mn–FeCl–Pc) birikmasining sintez jarayoniga boshlang‘ich reaktivlar nisbati va haroratning ta’siri o‘rganildi. Sintez jarayoni 220-250 °C oralig‘idagi tekshirildi va 220 °C haroratda qizdirildi. Bu sharoitda FA:Kar: MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$ lar bu gradusda kimyoviy reaksiya to`liq ammalga oshmadi 250 C da reaksiya jarayoni ammalga oshdi suyuq holatdan qattiq holatga o`tti. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, mahsulot unumiga harorat va boshlang‘ich reaktivlar nisbatining xususan, FA:Kar:MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$ = 1:1 nisbatda va 250 °C haroratda maksimal unum -86,8 % ni tashkil etdi. Tajriba natijasida olingan maxsulot unumi qiymatga nisbatan past bo`ldi. Bunga bir necha omillar sabab bo`lishi mumkin, bunda moddaning bir qismi parchalanishi yoki boshqa mahsulotga aylanishi umummiy unimining kamayishiga olib keladi. Bimetall ftalosianinlar sintezining samaradorligini oshirish uchun muhim amaliy ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Sintez natijasida olingan Marganets oksid - temir xlor ftalosianin birikmasining infraqizil (IQ) spektral tahlilida ftalosianin halqasidagi (–C–N–C–) bog‘lar, shuningdek, metall–azot bog‘lari (Mn–N, Fe–N) mavjudligi aniqlangan.

**Kalit so‘zlar:** Ftalosianin, ftalangidrid, karbamid, reaksiya unumi,harorat MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$, bimetall, IQ-spektr, valent tebranish, deformatsiyon tebranish.

**Аннотация.** В данной научной статье изучено влияние соотношения исходных реагентов и температуры на процесс синтеза биметаллического соединения оксида марганца, хлорида железа и фталоцианина (Mn–FeCl–Pc). Процесс синтеза исследовался в диапазоне 220–250°C при нагреве до температуры 220°C. В этих условиях химическая реакция FA:Kar:MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$ не протекала полностью при данной температуре. При 250 °C процесс реакции протекал из жидкого состояния в твердое. Полученные результаты показали, что температура и соотношение исходных реагентов оказывают существенное влияние на выход продукта, в частности, при соотношении FA:Kar MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$=1:1 и температуре 250°C максимальный выход составил -86,8%. Выход продукта, полученный в


ISSN 3030-3907

результате эксперимента, был ниже этого значения. Это может быть вызвано несколькими факторами, при которых разложение части вещества или его превращение в другой продукт приводит к снижению общего выхода. Доказано, что биметаллические фталоцианины имеют большое практическое значение для повышения эффективности синтеза. Инфракрасный (ИК) спектральный анализ соединения фталоцианина оксида марганца-хлорида железа, полученного в результате синтеза, выявил наличие связей (–C–N–C–) в фталоцианиновом кольце, а также связей металл-азот (Mn–N, Fe–N).

**Ключевые слова:** Фталоцианин, фталангидрид, мочевина, выход реакции, температура, MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$, биметаллический, ИК-спектр, валентные колебания, деформационные колебания.

**Abstract.** In this scientific article, the effect of the ratio of the initial reactants and temperature on the synthesis process of the bimetallic manganese oxide iron chloride phthalocyanine (Mn–FeCl–Pc) compound was studied. The synthesis process was investigated in the range of 220-250°C and heated at a temperature of 220 °C. Under these conditions, the chemical reaction of FA:Kar: MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$ did not proceed completely at this temperature. At 250 °C, the reaction process proceeded from the liquid state to the solid state. The results obtained showed that the temperature and the ratio of the initial reactants had a significant effect on the product yield, in particular, at the ratio of FA:Kar: MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$ = 1:1 and at a temperature of 250°C, the maximum yield was -86.8%. The product yield obtained as a result of the experiment was lower than the value. This can be caused by several factors, in which the decomposition of part of the substance or its transformation into another product leads to a decrease in the overall yield. It has been proven that bimetallic phthalocyanines are of great practical importance for increasing the efficiency of synthesis. Infrared (IR) spectral analysis of the manganese oxide-iron chloride phthalocyanine compound obtained as a result of the synthesis revealed the presence of (–C–N–C–) bonds in the phthalocyanine ring, as well as metal–nitrogen bonds (Mn–N, Fe–N).

**Keywords:** Phthalocyanine, phthalanhydride, urea, reaction yield, temperature, MnO $B_2O_3$:$FeCl_3$, bimetallic, IR spectrum, valence vibration, deformation vibration.

**KIRISH.**

So‘ngi yillarda tarkibida ikki xil metall saqlagan bimetall ftalosianinlarga bo‘lgan qiziqish tobora ortib bormoqda. Bunday birikmalar murakkab elektron tuzilishga ega bo‘lib, ularning fizik-kimyoviy xossalari metallarning ta’siri tufayli sezilarli darajada yaxshilanadi. Marganets (Mn) va Temir (Fe**)** ionlari asosida sintez qilingan metal ftalosianinlar elektrokimyoviy va katalitik faolligi yuqori


ISSN 3030-3907

bo‘lgan materiallar sifatida ishlatilmoqda. Biroq bunday tarkibida bimetall saqlagan ftalosianinlarni sintez qilishning optimal sharoitlarini aniqlash, olingan boshlang‘ich reaktivlarning nisbati hamda sintez jarayonining haroratining aniqlash hamda yuqori unumli mahsulot olishda muhim hisoblanadi. Tadqiqot natijalari olib boriladigan sintez jarayonining samaradorligini oshirish, texnologik parametrlarga aniqlik kiritish va bimetal saqlagan ftalosianinlar asosida yangi funksional materiallar yaratishga muhim ahamoyat kasb etadi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

Ftalotsianinlar keng kon'yugatsiyalangan makrosiklik tuzilishga ega bo‘lgan modda bo‘lib, u asosida olingan metall komplekslari sanoatning turli sohalarda, sensorlar, katalizatorlar, pigmentlar va elektron qurilmalarda keng miqyosda ishlatiladi[1-3]. Bimetall ftalotsianinlar tarkibida ikki xil metall ionlari mavjudligi tufayli yaxshi elektron va fizik-kimyoviy xossalari tufayli zamonaviy kimyo va bo‘yoq materialshunoslikda muhim o`rin egallaydi[6]. Ftalsianin ayniqsa yuqori termik barqarorlik, fotostabil xususiyati va kuchli rang berish bilan ajralib turadi. Shu sababli ular sanoatda pigment sifatida keng qo‘llaniladi, masalan Mn oksid-temir xlor asosidagi ftalotsianinlar qoramtir ko`k rangli pigment ishlab chiqarishda asosiy moddalardan biri hisoblanadi[4]. So`ngi yillarda olib borilgan tadqiqotlar ftalotsianinlar, pigmentlar ichida keng tarqalgan metall komplekslari hisoblanadi. Xususan Mn asosidagi ftalosionin pigmentlardan biri bo`lib, ular yuqori yorug`likka chidamligi va atmosferaga barqarorligi bilan ajralib turadi. Adabiyotlarda qayt etilishicha, ushbu pigmentlar plastmassa, lak - bo`yoq materalarida va bosma siyohlar ishlab chiqishda keng qo`llaniladi. Pigment sifatida ftalotsianinlarga quyilgan talablar qatoriga ularning yuqori rang berish qobilyati, dispers holatda barqarorligi va turli muhitlarga chidamligi kiradi. Tatqiqot natijalari olib borilgan sintez jarayonining samaradorligini oshirish, texnalogik parametrlarga aniqlik kiritish va bimetal saqlagan ftalotsianinlar materallar yaratishga muhim ahamiyat kasb etadi.

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.**

Sintez uchun 0,0845 mol ftal angidrid, 0,0142 mol karbamid, 0,5 mol Fe(III)-xlorid, 0,0123 mol marganes oksid, borat kislota katalizator aralashtirildi. Hosil bo‘lgan aralashma issiqlikka chidamli stakanga solindi so‘ngra qizdirish pechida 250°C da bir soat davomida qizdirildi. Natijada qoramtir ko`k rangli g‘ovaksimon modda hosil bo‘ldi. Hosil bo‘lgan modda bir necha marta suv bilan yuvildi va natriy karbonat bilan neteallandi. Byuxner vorankasida filtirlandi, So‘ngra 100°C da qurutish shkafida 6 soat davomida quritildi. Hosil bo‘gan mahsulotning unumi 86.8% ni tashkil etdi.

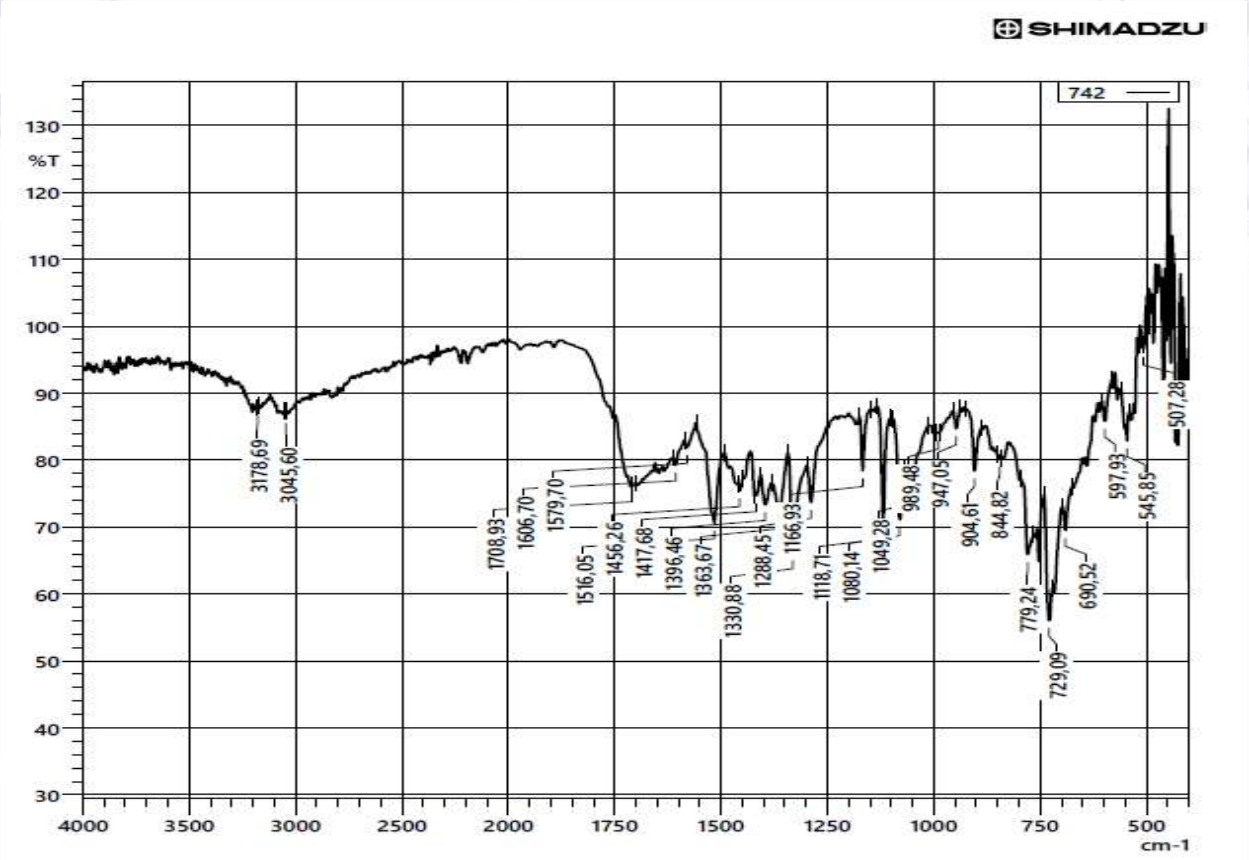
Olib borilgan tajribalarga asoslanib yuqori unumli bimetal saqlovchi Marganets oksid-temir xlorftalotsianin olishda boshlang‘ich mahsulot sifatida


ISSN 3030-3907

olingan reaktivlarning miqdori va tajriba olib borilayotgan harorat asosiy ahamiyat kasb etadi.

**Marganes va temir saqlagan bimetall ftalotsianin birikmasining IQ-spektroskopik tahlili**

Olingan IQ-spektrda kuzatilgan yutilish chiziqlari sintez natijasida ftalotsianin makrosikli hosil bo‘lganini va uning tarkibida metall markazlar bilan koordinatsiyalangan barqaror tuzilma shakllanganini ko‘rsatadi. Spektrning umumiy ko‘rinishi ftalotsianinlar uchun xos bo‘lgan aromatik-kon’yugirlangan tuzilmaning mavjudligini tasdiqlaydi.




**1-rasm. Marganes va temir saqlagan bimetall ftalotsianin birikmasining IQ-spektri**

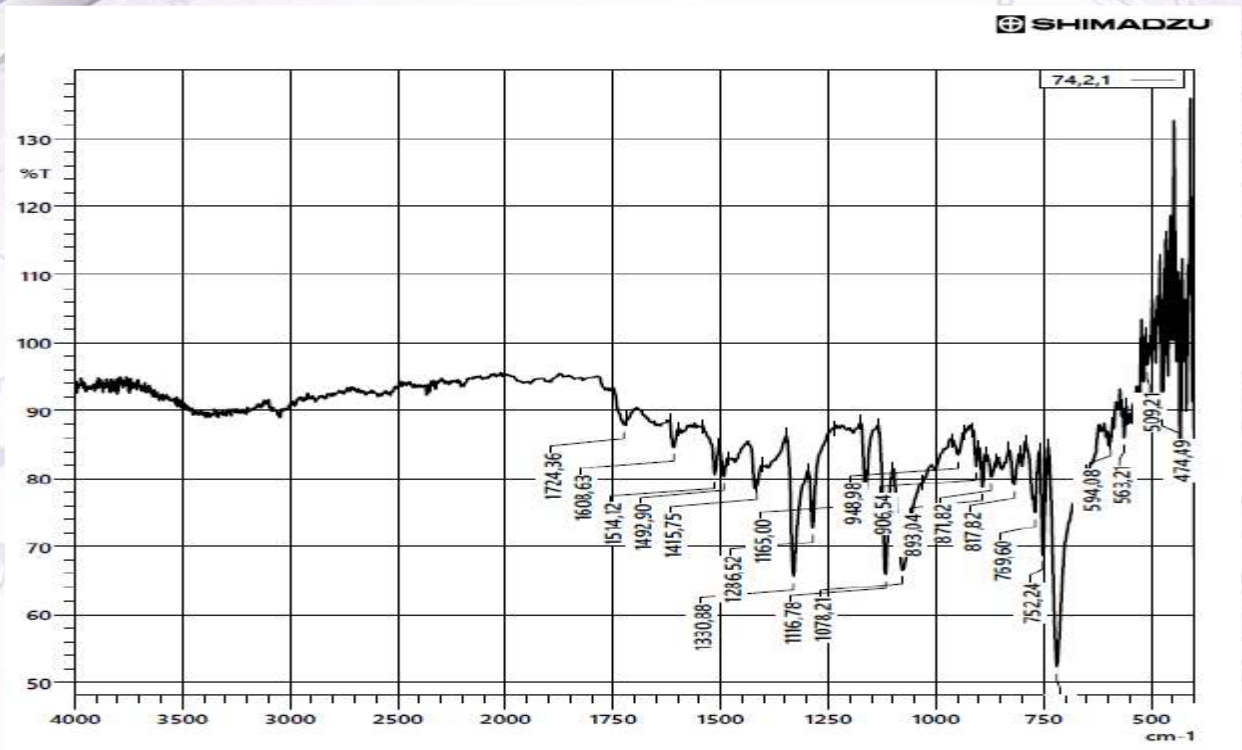
Spektrda 3178.69 va 3045.60 $sm^{-1}$ sohalarida kuzatilgan past intensivlikdagi yutilishlar aromatik muhitdagi valent tebranishlar hamda namlik yoki adsorbsiyalangan gidroksil guruhlar bilan izohlanadi. Ichki N–H chiziqlarining aniq namoyon bo‘lmasligi makrosikl markaziga metall ionlari kirib borganini, ya’ni metallanish jarayoni samarali kechganini ko‘rsatadi. 1708.93 $sm^{-1}$ dagi signal esa ftalotsianin makrosikli uchun asosiy belgi bo‘lmay, qoldiq karbonil tabiatli fragmentlar yoki oraliq mahsulotlar izlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. 1606.70 va 1577.01 $sm^{-1}$ dagi intensiv chiziqlar C=C va C=N bog‘larining kon’yugirlangan valent tebranishlariga mos kelib, makrosiklik aromatik tizim shakllanganini tasdiqlaydi. 1516.05, 1455.26, 1417.68, 1395.64 va


ISSN 3030-3907

1363.67 $sm^{-1}$ sohalardagi yutilishlar izoindol va benzolsimon fragmentlarning skelet tebranishlari bilan, 1330.88, 1288.74 va 1241.93 $sm^{-1}$ dagi chiziqlar esa C–N bog‘larining valent tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, ftalotsianin halqasining azotli ichki skeleti shakllanganini ko‘rsatadi. 1166.93, 1116.10, 1080.41 va 1042.28 $sm^{-1}$ dagi chiziqlar C–N–C va boshqa ichki deformatsion tebranishlarga tegishli bo‘lib, mahsulotning muayyan koordinatsion tuzilishga ega ekanini bildiradi. 989.48, 944.05, 904.61, 844.82, 779.24, 729.09 va 690.52 $sm^{-1}$ sohalardagi yutilishlar aromatik halqaning tashqi deformatsiya tebranishlariga mos keladi va benzo-izoindol tizimining saqlanganini tasdiqlaydi. 597.93, 545.85 va 507.28 $sm^{-1}$ dagi past chastotali signallar esa Mn–N va Fe–N koordinatsion bog‘lari tebranishlari sifatida talqin qilinib, bimetall markazli ftalotsianin tizimi shakllanganini ko‘rsatadi. Umuman, IQ-spektr natijalari marganes va temir saqlagan bimetall ftalotsianin birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilinganini va metall ionlari makrosikl markazi bilan koordinatsiyalanganini tasdiqlaydi.

92% li sulfat kislota bilan ishlov berilgan va natriy karbonat bilan neytrallangan bimetall ftalotsianin pigmentining IQ-spektri dastlabki marganes va temir saqlagan bimetall ftalotsianin birikmasining asosiy makrosiklik tuzilmasi saqlanib qolganini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, kuchli kislotali muhit ta’sirida molekula atrofidagi elektron zichlikning qayta taqsimlanishi, ayrim markazlarning protonlanishi hamda neytrallash jarayonida pigmentning yuza xossalari va dispers holatining o‘zgarishi kuzatilgan. Spektrdagi 1724.36 $sm^{-1}$ signal odatiy metalloftalotsianinlar uchun xos bo‘lmaganligi sababli, u kislotali ishlov natijasida hosil bo‘lgan kislorod saqlovchi funksional guruhlar yoki oraliq polyar fragmentlar bilan bog‘landi.


ISSN 3030-3907




**2-rasm. Marganes va temir saqlagan bimetall ftalotsianin pigmentning IQ-spektri tahlili**

1514.82, 1460.63 va 1415.75 $sm^{-1}$ sohalardagi yutilishlar aromatik C=C hamda kon'yugirlangan C=N bog'larining skelet tebranishlariga mos kelib, ftalotsianin makrosiklining modifikatsiyadan keyin ham saqlanganini tasdiqlaydi. 1330.88, 1286.52, 1167.81 va 1078.21 $sm^{-1}$ dagi signallar C–N va C–N–C bog'larining valent hamda deformatsion tebranishlari bilan bog'liq bo'lib, azotli makrosiklning barqarorligini ko'rsatadi. 948.98, 906.55, 893.04, 871.27, 817.82, 769.60 va 732.24 $sm^{-1}$ sohalardagi piklar aromatik halqadagi C–H bog'larining tekislikdan tashqari deformatsion tebranishlariga tegishli bo'lib, benzo-izoindol tizimi hamda xromofor sistemaning сақланганини билдиради.

591.21, 563.21, 509.15 va 474.49 $sm^{-1}$ sohalardagi past chastotali yutilishlar metall–azot koordinatsion bog'lari tebranishlari sifatida talqin qilinib, marganes va temir ionlari makrosikl markazida сақланиб қолганини кўрсатади. Демак, 92% li sulfat kislota bilan ishlov berish va keyinchalik natriy karbonat bilan neytrallash jarayoni bimetall ftalotsianin pigmentining asosiy koordinatsion tuzilmasini buzmagan, балки унинг yuza-kimyoviy hamda dispers xossalarini o'zgartirgan yangi pigment holatini shakllantirgan.

**XULOSA.**

Ushbu tadqiqot ishida bimetall saqlagan marganets–temir ftalotsianin birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilindi va jarayonning optimal sharoitlari aniqlandi. Tajriba natijalariga ko'ra, boshlang'ich reaktivlar nisbati 1:1 va harorat 250°C bo'lganda mahsulot unumi 86,8 % ni tashkil etdi. Olingan birikmaning IQ-


ISSN 3030-3907

spektrida 1606.70 va 1577.01 $sm^{-1}$ dagi intensiv yutilish chiziqlari ftalotsianin makrosiklidagi kon'yugirlangan C=C va C=N bog'larining valent tebranishlariga mos kelib, aromatik makrosiklik tizim shakllanganini tasdiqladi. Shuningdek, sintez qilingan bimetall birikmaga 92 % li sulfat kislota bilan ishlov berilib, keyinchalik natriy karbonat bilan neytrallash orqali pigment shakli olindi. Pigment spektrida 1724.36 $sm^{-1}$ da yangi yutilish chizig'ining paydo bo'lishi kislotali ishlov natijasida kislorod saqlovchi funksional guruhlar, protonlangan oraliq tuzilmalar yoki qo'shimcha polyar markazlar hosil bo'lganini ko'rsatadi. Bu holat modifikatsiya jarayonida birikmaning yuza-kimyoviy xossalari o'zgarganini bildiradi. Demak, IQ-spektr natijalari asosida marganets–temir ftalotsianin birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilingani, uning tarkibida C=N, C–N, Mn–N va Fe–N bog'lari mavjudligi ilmiy jihatdan isbotlandi. Shu bilan birga, ushbu birikmaga kislotali ishlov berish natijasida ftalotsianin yadrosi va bimetall koordinatsion markazlari saqlangan holda yangi pigment shakli olingani 1514.82–1078.21 $sm^{-1}$ hamda 591.21–474.49 $sm^{-1}$ sohalardagi xarakterli piklar orqali tasdiqlandi. Shu asosda, olingan mahsulotni bimetall marganets–temir ftalotsianin asosidagi pigment deb ilmiy baholash mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. BaŞ, Hüseyin, Nuran Kahrİman, and Zekeriya BiyiklioĞlu. "Synthesis and electrochemical properties of copper (II), manganese (III) phthalocyanines bearing chalcone groups at peripheral or nonperipheral positions." *Turkish journal of chemistry* 44.6 (2020): 1549-1555.

2. Fazlı H. et al. Synthesis of water soluble copper (II), manganese (III) phthalocyanines and their photocatalytic performances in benzyl alcohol photoxidation //Journal of Organometallic Chemistry. – 2023. – T. 983. – C. 122553.

3. Gokce, C.; Aslan, Y.; Durmuş, M. Novel water-soluble phthalocyanines: Synthesis, characterization and investigation of their photophysical and photochemical properties. *Polyhedron* 2015, *102*, 114–121. https://doi.org/10.1016/j.poly.2015.09.003

4. N.I.Nazarov, J. B. Fayziyev, H.S.Beknazarov, G.A.Mirzoyeva. tarkibida bimetal saqlovchi ftalotsianin birikmalari sintezida boshlangich moddalar nisbati va haroratning unumga tasiri. olingan moddaning iq spektri taxlili// Development of science. Volume 4, 2025. –P.285-291.

5. Pavel A. Yunin,Yury I. Sachkov, Vladislav V. Travkin, Georgy L. Pakhomova.//Stability of Manganese(II) Phthalocyanine Films in Ambient Air. Phthalocyanines Фталоцианины. Russian: 2022 15(2).P- 74-84.


ISSN 3030-3907

# METAN GAZ QUYISH SHOXOBCHASIDA FAVQULODDA VAZIYATLARNI YUZAGA KELTIRUVCHI XAVFLI VA ZARARLI OMILLAR TAHLILI

**Sh.G. Musaev**
*Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan*
**N.D.Shavkatov**
*Master's Student, Institute of Civil Protection, Ministry of Emergency Situations*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Toshkent shahri Sergeli tumanida joylashgan "Poytaxt gaz savdo" MChJga qarashli siqilgan tabiiy gaz (metan) quyish shoxobchasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavfli va zararli omillar tahlil qilingan. Tadqiqotda kartografik-vizual tahlil, kuzatuv, xavflarni identifikatsiya qilish hamda analitik-statistik baholash usullaridan foydalanilgan. Obyektning transport-servis hududida joylashuvi, sutka davomida faoliyat yuritishi, yuqori bosimli gaz uskunalari bilan jihozlangani va avtomobil oqimi yuqori bo'lgan sharoitda ishlashi xavf darajasini oshiruvchi asosiy omillar sifatida ko'rib chiqilgan. Maqolada metan dispenserlari, kompressor bloki, yuqori bosimli gaz saqlash tizimi, gaz qabul qilish tuguni va quvur liniyalaridagi nosozliklar tahlil qilinib, gaz sizib chiqishi, bosim me'yoridan chetlanishi, qizib ketish, shovqin, tebranish hamda transport manevrlari bilan bog'liq xavflar aniqlangan. Natijada favqulodda vaziyatlarning oldini olishda texnologik nazorat, transport harakatini tartibga solish va mehnat muhofazasi talablariga qat'iy rioya qilish zarurligi asoslangan. Tadqiqot natijalari metan gaz quyish shoxobchalarida xavfsizlikni kompleks baholash, xavf manbalarini oldindan aniqlash va profilaktik choralarni takomillashtirish uchun muhim amaliy asos yaratadi sifatida qaraladi.

**Kalit so'zlar:** metan gaz quyish shoxobchasi, siqilgan tabiiy gaz, xavfli omillar, zararli omillar, gaz sizib chiqishi, yuqori bosimli gaz uskunalari, texnologik xavfsizlik, favqulodda vaziyatlar, transport xavfi, mehnat muhofazasi.

**Аннотация.** В данной статье проведён анализ опасных и вредных факторов, которые могут возникать на автомобильной газонаполнительной станции сжатого природного газа (метана), принадлежащей ООО «Poytaxt gaz savdo» и расположенной в Сергелийском районе города Ташкента. В исследовании использованы картографо-визуальный анализ, метод наблюдения, идентификация опасностей, а также аналитико-статистический подход. Особое внимание уделено территориальному расположению объекта в транспортно-сервисной зоне, его круглосуточному режиму работы, наличию оборудования высокого давления и эксплуатации в условиях интенсивного автомобильного потока. Проанализированы возможные неисправности метановых dispenserов, компрессорного блока, системы


ISSN 3030-3907

хранения газа высокого давления, узла приёма газа и трубопроводов. Установлено, что основными факторами риска являются утечка газа, отклонение давления от нормативных значений, перегрев оборудования, шум, вибрация и сложные транспортные манёвры. Полученные результаты обосновывают необходимость усиления технологического контроля, организации безопасного движения транспорта и строгого соблюдения требований охраны труда.

**Ключевые слово:** метановая газозаправочная станция, сжатый природный газ, опасные факторы, вредные факторы, утечка газа, оборудование высокого давления, технологическая безопасность, чрезвычайные ситуации, транспортный риск, охрана труда.

**Abstract.** This article analyzes hazardous and harmful factors that may occur at a compressed natural gas — methane — refueling station owned by “Poytaxt gaz savdo” LLC and located in the Sergeli district of Tashkent city. The study applies cartographic and visual analysis, observation, hazard identification, and an analytical-statistical approach. Particular attention is given to the location of the facility in a transport-service zone, its continuous operating mode, the use of high-pressure gas equipment, and operation under conditions of intensive vehicle flow. The paper examines possible failures in methane dispensers, the compressor unit, the high-pressure gas storage system, the gas receiving unit, and pipelines. The main risk factors identified include gas leakage, pressure deviations from standard values, equipment overheating, noise, vibration, and complex vehicle maneuvering. The results substantiate the need to strengthen technological control, improve traffic organization within the station area, and ensure strict compliance with occupational safety requirements. The findings provide a practical basis for comprehensive safety assessment and preventive risk management at methane refueling stations.

**Keywords:** methane refueling station, compressed natural gas, hazardous factors, harmful factors, gas leakage, high-pressure gas equipment, technological safety, emergency situations, transport risk, occupational safety.

**KIRISH.**

Bugungi kunda yoqilg‘i-energetika infratuzilmasi obyektlarining barqaror va xavfsiz ishlashi shahar transport tizimi samaradorligi bilan bevosita bog‘liqdir. Avtomobillarda siqilgan tabiiy gazdan foydalanishning kengayishi metan gaz quyish shoxobchalariga bo‘lgan talabni oshirmoqda. Bunday obyektlarda yuqori bosimli gaz uskunalari, kompressor agregatlari, quvur liniyalari va transport oqimining bir hududda jamlanishi xavfsizlik masalalarini chuqur o‘rganishni talab etadi. Ayniqsa, shahar hududida joylashgan gaz quyish shoxobchalarida texnik nosozliklar, tashkiliy kamchiliklar va inson omili favqulodda holatlarning


ISSN 3030-3907

yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu nuqtai nazardan, metan gaz quyish shoxobchalarida xavf manbalarini aniqlash, ularning shakllanish sharoitlarini baholash va oldini olish choralarini ilmiy asoslash dolzarb amaliy vazifa hisoblanadi. Mazkur tadqiqot ushbu masalalarni aniq obyekt misolida tahlil qilishga qaratilgan.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.** Yoqilg‘i quyish stansiyalarida xavfsizlikni ta’minlash va baholash masalalari xorijiy olimlar tomonidan turli yo‘nalishlarda o‘rganilgan. Xususan, Garmonov K.V. AYOQShlarning atrof-muhitga ta’sirini baholash metodikasini ishlab chiqqan bo‘lib, unda zararli moddalarning tarqalishiga shamol oqimlari va shaharsozlik omillarining ta’siri hisobga olingan [1]. Popova Ya.A. neft va neft mahsulotlarini avtomobil transportida tashish jarayonida yong‘in xavfini baholash usullarini taklif etgan [2]. Prostov E.E. gaz yoqilg‘isida ishlovchi obyektlarda gaz-havo muhitini nazorat qilish hamda portlashdan oldingi konsentratsiyalarni aniqlash metodikasini ishlab chiqqan [5]. Shangaraev R.R. avariya holatlarida yuzaga keluvchi zararlovchi omillar, xususan olov sharining hosil bo‘lishi va uning issiqlik ta’sirini baholashga e’tibor qaratgan [10]. Axmerov V.V. ko‘p mahsulotli yoqilg‘i quyish stansiyalarida portlash xavfi va yoqilg‘i-havo aralashmasining hosil bo‘lish ehtimolini aniqlash yondashuvlarini ishlab chiqqan [14]. Vanchuxin P.N. AYOQSh ekspluatatsiyasi hamda yoqilg‘i tashish jarayonlaridagi potensial xavfli vaziyatlarni tahlil qilgan [8]. Idrisov V.R. GIS texnologiyalari va veyvlet-tahlil asosida xavf zonalarini aniqlashning fazoviy metodikasini taklif etgan [12]. Sokolova E.V. AYOQShlarning ekologik xavfsizligini oshirish, atmosfera ifloslanishiga ta’sir etuvchi omillarni kompleks baholash masalalarini o‘rgangan [15]. Kozlitin A.M. neft-gaz obyektlari uchun integrallashgan riskni baholash metodologiyasi va matematik modellarni ishlab chiqqan [6]. Shaxmanov F.F. yong‘in nazoratini tashkil etishda riskga yo‘naltirilgan yondashuv asosida nazorat samaradorligini oshirish modelini taklif etgan [4]. Varnakova E.A. esa transport vositalarini yoqilg‘i bilan ta’minlash texnologiyasini takomillashtirish hamda yoqilg‘i bug‘lanishidan kelib chiqadigan yo‘qotishlarni kamaytirish masalalarini tadqiq etgan [3].

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, mazkur ilmiy ishlarda AYOQShlar xavfsizligi ekologik, yong‘in-portlash, texnologik, fazoviy va risk tahlili yo‘nalishlarida o‘rganilgan bo‘lsa-da, ularning aksariyatida xavfsizlik masalasi alohida jihatlar bo‘yicha yoritilgan.

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.** Mazkur tadqiqotda Toshkent shahri Sergeli tumanida joylashgan “Poytaxt gaz savdo” MChJga qarashli siqilgan tabiiy gaz — metan quyish shoxobchasida xavfli va zararli omillarni aniqlash hamda baholash uchun tizimli yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi


ISSN 3030-3907

obyektning hududiy joylashuvi va transport-logistik xususiyatlarini o‘rganishga qaratilgan *kartografik-vizual tahlil*, texnologik jarayonlar va ekspluatatsion holatni baholashga xizmat qiluvchi *kuzatuv usuli*, asosiy texnologik zonalarda mavjud xavf manbalarini aniqlashga yo‘naltirilgan *xavflarni identifikatsiya qilish usuli* hamda aniqlangan omillarning ehtimoli va oqibatlarini baholash imkonini beruvchi *analitik-statistik yondashuvga* asoslandi. Ushbu usullar majmuasi metan gaz quyish shoxobchasida texnologik xavfsizlik, transport xavfi, favqulodda vaziyatlar ehtimoli va mehnat muhofazasi omillarini kompleks tahlil qilish imkonini berdi[13].

**NATIJALAR.** “Poytaxt gaz savdo” MChJga qarashli gaz quyish shoxobchasi Toshkent shahri, Sergeli tumani, Nomdanak mahallasi, Ziyokor 1-chi o‘tish yo‘li, 10/1 manzilida joylashgan. Mazkur obyekt avtomobillarga siqilgan tabiiy gaz (metan) quyishga ixtisoslashgan yoqilg‘i quyish shoxobchasi hisoblanadi. Ushbu stansiya sutka davomida faoliyat yuritib, unda yoqilg‘i quyuvchi xizmati va sanitariya-maishiy infratuzilma mavjud. Google xarita servisida ham ayni obyekt shu manzil bo‘yicha tasdiqlangan. Obyektning kartografik koordinatalari taxminan 41.2432–41.2434° shimoliy kenglik va 69.2861–69.2862° sharqiy uzunlik oralig‘iga to‘g‘ri keladi (1.a-rasm).



**a)** **b)**

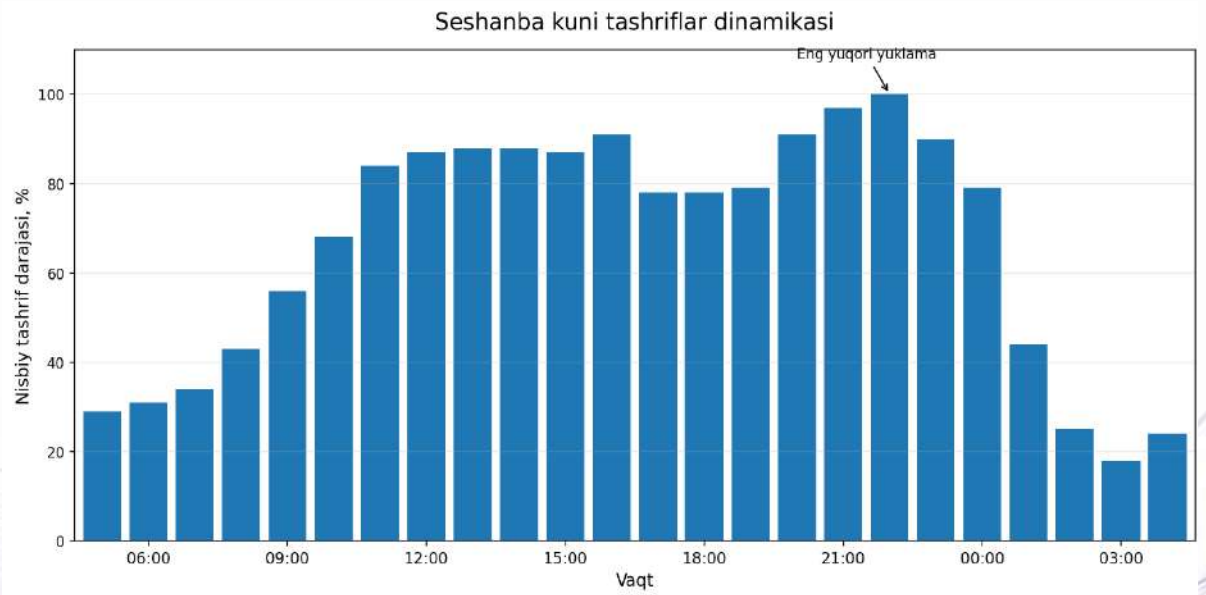
**1-rasm. “Poytaxt gaz savdo” MChJga qarashli yoqilg‘i quyish shoxobchasining sun’iy yo‘ldosh tasviri**

Hududiy joylashuv nuqtai nazaridan mazkur gaz quyish shaxobchasi Toshkent halqa avtomobil yo‘liga yaqin transport-servis zonasida joylashgan. Sun’iy yo‘ldosh tasvirida obyektning shimoliy qismidan yirik avtomobil yo‘li o‘tishi, stansiya hududida esa transport vositalari uchun kirish-chiqish yo‘laklari, manevr maydoni va gaz quyish qatorlari mavjud (1.b-rasm). Obyektning shahar ichki transporti bilan bir qatorda halqa yo‘li bo‘ylab harakatlanuvchi tranzit va tijorat transportlariga ham xizmat ko‘rsatadi. Stansiyaning rejalashtirilishi transport oqimini qabul qilish, navbatni shakllantirish va avtomobillarning xavfsiz manevrini ta’minlashga qaratilgan bo‘lib, bu turdagi gaz quyish shoxobchalari uchun xos funksional yechim hisoblanadi. Sun’iy yo‘ldosh tasvirini tahlil qilish natijasida obyekt atrofidagi muhit aralash funksional hudud


ISSN 3030-3907

ekanligi aniqlanadi. Xususan, stansiyaning g‘arb tomonida “Motosalon BIKELAND” deb belgilangan savdo-servis obyektining mavjudligi, sharq tomonida esa “Nodir archa bog‘i” nomi bilan qayd etilgan yashil hududning joylashgani ko‘rinadi (1-rasm). Janubiy va janubi-g‘arbiy qismlarda ombor va xo‘jalik binolari, ochiq maydonlar hamda ichki xo‘jalik yo‘laklari mavjud. Bu esa obyektni sof sanoat maydonida emas, balki transport, servis va qisman maishiy infratuzilma elementlari birgalikda shakllangan hududda joylashganligini ko‘rsatadi. Google xarita ma’lumotlariga ko‘ra, ayni binoda Paynet to‘lov terminali ham mavjud bo‘lib, yaqin manzillarda ma’muriy bino va do‘kon qayd etilgan. Shu sababli mazkur hududni transport-servis va savdo funksiyalari uyg‘unlashgan aralash zona sifatida tavsiflash mumkin.

Transport-logistika nuqtai nazaridan mazkur stansiyaning muhim xususiyati uning avtomobil oqimi yuqori hududda joylashganidadir. Avtomobillarga xizmat ko‘rsatish tashrifi grafigi bo‘yicha, hafta ish kunlari obyektning nisbatan faol davri tushdan keyingi va kechki soatlarga to‘g‘ri keladi; ayniqsa 18:00–22:00 oralig‘ida tashriflar sonining oshishi kuzatiladi (2-rasm). Mazkur ko‘rsatkich yoqilg‘i quyish stansiyaning kunning ikkinchi yarmida yuqori ekspluatatsion yuklama ostida ishlashini bildiradi. Bunday vaziyatda transport vositalarining bir vaqtda ko‘payishi, navbatlarning shakllanishi va kirish-chiqish trayektoriyalarining murakkablashuvi ehtimoli ortadi. Shu bois mazkur obyektni baholashda nafaqat texnologik xavfsizlik, balki transport harakatini tashkil etish masalalari ham muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi[15].




**2-rasm. “Poytaxt gaz savdo” MChJ metan gaz quyish shoxobchasining seshanba kunidagi tashriflar dinamikasi.**

Kartografik manbalarda mazkur obyekt uchun metro orientiri sifatida “Tolariq” stansiyasi ko‘rsatiladi. Bu holat stansiyaning shahar transport tizimi


ISSN 3030-3907

bilan bog‘liqligini, ya’ni u nafaqat avtomobil harakatiga, balki yaqin urbanizatsiyalashgan hududlarga ham xizmat ko‘rsatishini bilvosita tasdiqlaydi. Biroq tadqiqotning asosiy nuqtai nazari obyektning avtomobil-gaz ta’minoti infratuzilmasi sifatidagi funksional roli bilan bog‘liq bo‘lib, shu sababli uning hududiy joylashuvi, atrofdagi inshootlar bilan o‘zaro ta’siri va transport yuklamasi ustuvor ahamiyatga ega bo‘ladi.

Umuman olganda, “Poytaxt gaz savdo” MChJ metan gaz quyish shoxobchasi Toshkent shahri Sergeli tumanining transport jihatdan faol qismida joylashgan, aralash funksional muhitga ega, kecha-kunduz ishlovchi va yuqori bosimli gaz bilan ishlovchi muhim servis obyektidir. Uning joylashuvi halqa yo‘liga yaqinligi, atrofida savdo-servis va xo‘jalik obyektlarining mavjudligi, shuningdek, tashriflarning vaqt bo‘yicha notekis taqsimlanishi ushbu stansiyani transport xavfsizligi, texnologik ishonchlilik hamda favqulodda holat xavfini baholash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar uchun qulay va dolzarb obyektga aylantiradi.

**MUHOKAMA.** Gaz quyish shoxobchasida xavfli omillar, avvalo, gaz sizib chiqishi va gaz-havo aralashmasining hosil bo‘lishi bilan bog‘liq. Metan havoga nisbatan yengil bo‘lgani sababli ochiq maydonda tez tarqaladi, biroq yarim yopiq konstruksiyalar, soyabon osti yoki texnologik uskunalar zich joylashgan hududlarda muayyan konsentratsiyada to‘planib qolishi mumkin. Bunday holatda uchqun, elektr jihozlaridagi nosozlik, statik elektr yoki qizigan sirtlar ta’sirida yong‘in va portlash xavfi ortadi. Shu sababli gaz quyish shaxobchalarida ko‘pincha oddiy emas, zanjirsimon xavfning birinchi halqasi bo‘lib chiqadi. Gaz quyish shaxobchalarining ishlash sharoiti transport oqimi bilan ham chambarchas bog‘liq. Gaz quyish postlariga bir vaqtning o‘zida bir nechta avtomobilning kelishi, navbat shakllanishi, orqaga yurish, burilish va tor maydondagi manevrlar texnologik uskunalarga mexanik ta’sir ko‘rsatish xavfini kuchaytiradi. Ayniqsa, kechki soatlarda tashriflar soni ortadigan davrda dispenser zonasi va kirish-chiqish yo‘laklarida harakatning murakkablashuvi kuzatiladi (3-rasm). Bu esa texnik nosozliklar bilan bir qatorda transport xavfini ham kuchaytiradi.


ISSN 3030-3907






**3-rasm. “Poytaxt gaz savdo” MChJga qarashli gaz quyish shoxobchasi kunu tun ishlash jarayoni**

Gaz quyish shaxobchalari zararli omillar ham mavjud. Kompressorlarning ishlashi, ventilyatorlar, gaz siqish jarayoni va transport vositalarining harakati natijasida doimiy shovqin va tebranish hosil bo‘ladi. Yuqori shovqin darajasi xodimlarning diqqatini pasaytirishi, tez charchashga olib kelishi va uzoq muddatda eshitish organlariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, ochiq maydondagi ish sharoiti yozda issiqlik, qishda sovuq, shamol va noqulay mikroiqlim ta’sirini yuzaga keltiradi. Bu omillar ham xavfli vaziyatlarning paydo bo‘lish ehtimolini oshiradi.

Quyida metan gaz quyish shoxobchasi bo‘yicha asosiy texnologik zonalarning tahliliy-statistik ko‘rinishi keltiriladi.

**1-jadval**

**Metan dispenserlarini kuzatish natijalari**

| Vaqt oralig‘i | Dispenser | Foydalanish soni | Ishga tushmaslik | Gaz bermaslik | Gaz sizib chiqishi | Bosim yetarli emas | Ortiqcha bosim/noto‘g‘ri to‘ldirish | Me’yorida ishlash |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024/12/18, 16:40–18:00 | Dispenser A | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 2024/12/18, 16:40–18:00 | Dispenser B | 4 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |


ISSN 3030-3907

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024/12/18, 16:40–18:00 | Dispenser C | 7 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 |
| 2024/12/18, 16:40–18:00 | Dispenser D | 12 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 9 |

1-jadvaldan ko‘rinadiki, metan dispenserlarida uchrashi mumkin bo‘lgan asosiy nosozliklar ishga tushmaslik, gaz bermaslik, gaz sizib chiqishi va noto‘g‘ri to‘ldirish holatlari bilan ifodalanadi. Dispenser B da foydalanish soni kam bo‘lishiga qaramay, nosozliklar ulushi nisbatan yuqori qayd etilgan. Bu holat ushbu dispenserda ulovchi elementlar, klapanlar yoki boshqaruv tizimida barqarorlik muammosi mavjud bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Dispenser D esa eng ko‘p yuklama ostida ishlagan bo‘lib, unda ham ayrim nosoz holatlar kuzatilgan. Demak, dispenserlar zonasi metan zapravkaning xavf eng yuqori jamlanadigan qismlaridan biri hisoblanadi.

**2-jadval**

**Kompressor bloki va yuqori bosimli gaz saqlash tizimini tekshirish natijalari**

| Vaqt oralig‘i | Uskuna nomi | Tekshiruv soni | Gaz sizib chiqishi | Armatura nosozligi | Bosim me’yordan chetlanishi | Qizib ketish | Tebranish/shovqin ortishi | Me’yorida holat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024/12/19, 10:40–11:00 | Kompressor bloki | 10 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 8 |
| 2024/12/19, 10:40–11:00 | Gaz akkumulyatori 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 |
| 2024/12/19, 10:40–11:00 | Gaz akkumulyatori 2 | 10 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 7 |


ISSN 3030-3907

2-jadval ma’lumotlari kompressor bloki va yuqori bosimli gaz saqlash tizimi metan zapravkaning eng mas’uliyatli texnologik qismi ekanini ko‘rsatadi. Bu zonada asosiy xavf manbalari bosimning me’yordan chetlanishi, agregatlarning qizib ketishi hamda tebranish va shovqinning ortishi bilan bog‘liq. Ayniqsa, yuqori bosimli akkumulyatorlarda bosimning notekis taqsimlanishi yoki armaturadagi nosozlik favqulodda vaziyat uchun sharoit yaratadi. Kompressor blokida qizib ketish holati kuzatilishi esa ventilyatsiya, sovitish va texnik xizmat ko‘rsatish tizimlariga alohida e’tibor qaratish zarurligini bildiradi.

**3-jadval**

**Gaz qabul qilish tuguni va quvur liniyasini tekshirish natijalari**

| Vaqt oralig‘i | Zona | Tekshiruv soni | Gaz sizib chiqishi | Biriktiruvchi element nosozligi | Bosim pasayishi | Tashqi mexanik shikastlanish |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2024/12/19, 11:40–12:00 | Gaz qabul qilish tuguni | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 |

3-jadvalda gaz qabul qilish tuguni bo‘yicha kuzatuv natijalari keltirilgan. Ushbu zona odatda umumiy texnologik jarayonning boshlang‘ich nuqtasi bo‘lib, undan keyingi barcha bosqichlarning xavfsizligi aynan shu qismning barqaror ishlashiga bog‘liq. Jadvaldan ko‘rinishicha, aksariyat tekshiruvlarda me’yoriy holat qayd etilgan bo‘lsa-da, gaz sizib chiqishi bilan bog‘liq bitta holat ham mazkur zonaning potentsial xavfli ekanini ko‘rsatadi. Chunki gaz qabul qilish tugunida yuzaga kelgan kichik nosozlik keyingi bosqichlarda bosim rejimining buzilishiga, kompressor ishining notekisligiga yoki butun tizim samaradorligining pasayishiga olib kelishi mumkin.

**XULOSA**. Yuqoridagi jadvallar asosida shuni ta’kidlash mumkinki, metan gaz quyish shoxobchasida xavfli va zararli omillar bir necha guruhga bo‘linadi. Birinchi guruhga texnologik omillar kiradi: gaz sizib chiqishi, bosimning oshib ketishi yoki pasayishi, klapan va armaturalarning nosozligi, kompressorlarning qizib ketishi. Ikkinchi guruhga fizik omillar mansub bo‘lib, ular shovqin, tebranish, yuqori harorat va noqulay mikroiqlim bilan tavsiflanadi. Uchinchi guruh esa transport va tashkiliy omillar bilan bog‘liq bo‘lib, bunda avtomobillarning noto‘g‘ri manevri, navbatlarning shakllanishi, xodimlarning noto‘g‘ri harakati va texnologik intizomga rioya qilinmasligi muhim rol o‘ynaydi. Mazkur tahlil shuni ko‘rsatadiki, metan gaz quyish shoxobchasida xavfli va zararli omillarni yuzaga keltiruvchi sharoitlar faqat bitta uskuna yoki bitta


ISSN 3030-3907

operatsiya bilan cheklanmaydi. Aksincha, ular texnik vositalar, transport harakati, tashkiliy intizom va inson omilining o‘zaro ta’siri natijasida shakllanadi. Dispenserlarda gaz bermaslik yoki sizib chiqish holati, kompressor blokida qizib ketish va bosim rejimining buzilishi, gaz qabul qilish tugunida germetiklikka oid kamchiliklar ushbu obyektning xavf profilini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Гармонинов К.В. Методика оценки экологической безопасности городских автозаправочных станций [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Воронеж, 2019. – 24 с.
2. Попова Я.А. Методы оценки рисков для повышения пожарной безопасности при транспортировании нефти и нефтепродуктов по автомобильным дорогам [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2025. – 24 с.
3. Варнакова Е.А. Совершенствование технологии заправки автотранспортных средств [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Москва, 2016. – 18 с.
4. Шахманов Ф.Ф. Риск-ориентированный метод осуществления пожарного надзора автомобильных газозаправочных станций [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2018. – 23 с.
5. Простов Е.Е. Обеспечение пожарной безопасности объектов обслуживания автомобилей на газомоторном топливе посредством контроля состава газовоздушной среды [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2024. – 23 с.
6. Козлитин А.М. Развитие теории и методов оценки рисков для обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса [Текст]: автореф. дис. … д-ра техн. наук. – Уфа, 2006. – 44 с.
7. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 20-oktyabrdagi “Yong‘in xavfsizligi qoidalarini tasdiqlash to‘g‘risida”gi [Matn] 649-sonli qarori.
8. Ванчухин П.Н. Оценка потенциальной опасности при эксплуатации АЗС и транспортировке топлива в городских условиях [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Уфа, 2007. – 24 с.
9. ШНК 2.09.20–08. Автозаправочные станции [Текст]: градостроительные нормы и правила / Государственный комитет Республики Узбекистан по архитектуре и строительству. – Ташкент, 2008.
10. Шангараев Р.Р. Определение параметров поражающих факторов при авариях, сопровождающихся огневыми шарами [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Москва, 2024. – 24 с.


ISSN 3030-3907

11. International Finance Corporation (World Bank Group). Environmental, Health, and Safety Guidelines for Retail Petroleum Networks [Text]. – Washington, D.C.: World Bank Group, 2007. – 46 p.
12. Идрисов В.Р. Оценка зон потенциальной опасности опасных производственных объектов предприятий нефтепереработки с использованием ГИС-технологий и вейвлет-анализа [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Уфа, 2006. – 26 с.
13. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Gaz xo‘jaligida xavfsizlik qoidalarini tasdiqlash to‘g‘risida [Matn]: 2019-yil 16-martdagi 226-son qaror. – Toshkent, 2019.
14. Ахмеров В.В. Оценка и обоснование безопасной эксплуатации автозаправочной станции с мультипродуктовыми топливораздаточными колонками [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Уфа, 2015. – 24 с.
15. Соколова Е.В. Повышение экологической безопасности городских автозаправочных станций [Текст]: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Волгоград, 2013. – 20 с.


ISSN 3030-3907

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНЫХ ИНУЛИНА СОДЕРЖАЩИХ АМИННЫЕ ГРУППЫ

**А.Ш. Хусенов**
***Ташкентский химико-технологический институт***
**Д.С. Камалова**
***Янгиерский филиал Ташкентского химико-технологического института***
**Н.Саидгуломова**
***Ташкентский химико-технологический институт***
**К.С. Ибрагимова**
***Ташкентский химико-технологический институт***

**Аннотация.** Данное исследование посвящено синтезу производных инулина, содержащих аминные группы, изучению их физико-химических свойств и оценке биологической активности. Актуальность работы обусловлена возрастающим интересом к биологически активным полимерным материалам, широко применяемым в медицине, фармацевтике и промышленности. В ходе исследования были получены новые функциональные производные инулина посредством реакций хлорирования, окисления и последующего аминирования. Определены оптимальные условия проведения синтеза, а также изучена структура и физико-химические характеристики полученных соединений с использованием современных методов анализа, включая инфракрасную спектроскопию, сканирующую электронную микроскопию и хроматографические методы. Результаты показали, что введение аминных групп в макромолекулу инулина существенно влияет на его молекулярную массу, растворимость и реакционную способность. Кроме того, синтезированные аминосодержащие производные продемонстрировали выраженную антимикробную и противогрибковую активность. Полученные результаты позволяют рассматривать данные соединения как перспективные биологически активные полимерные материалы для практического применения.

**Ключевые слова:** Инулин, аминосодержащие производные, модификация полимеров, физико-химические свойства, антимикробная активность, противогрибковое действие, биополимеры, функциональные материалы, хлорирование, аминирование.

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqot tarkibida amin guruhlari bo‘lgan inulin hosilalarini sintez qilish, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish va biologik faolligini baholashga bag‘ishlangan. Ishning dolzarbligi tibbiyot, farmatsevtika va sanoatda keng qo‘llaniladigan biologik faol polimer materiallarga bo‘lgan


ISSN 3030-3907

qiziqishning ortib borayotganligi bilan belgilanadi. Tadqiqot davomida xlorlash, oksidlash va keyingi aminlash reaksiyalari orqali inulinning yangi funksional hosilalari olindi. Sintez qilishning maqbul sharoitlari aniqlandi, shuningdek, olingan birikmalarning tuzilishi va fizik-kimyoviy tavsiflari IQ-spektroskopiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya va xromatografik usullar kabi zamonaviy tahlil usullari yordamida o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, inulin makromolekulasiga amin guruhlarining kiritilishi uning molekulyar massasi, eruvchanligi va reaksion qobiliyatiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari, sintez qilingan amin saqlovchi hosilalar yaqqol namoyon bo‘lgan antimikrob va antifungal (zamburug‘larga qarshi) faollikni ko‘rsatdi. Olingan natijalar ushbu birikmalarni amaliy qo‘llash uchun istiqbolli biologik faol polimer materiallar sifatida ko‘rish imkonini beradi.

**Kalit so‘zlar:** Inulin, amin saqlovchi hosilalar, polimerlar modifikatsiyasi, fizik-kimyoviy xususiyatlar, antimikrob faollik, antifungal ta’sir, biopolimerlar, funksional materiallar, xlorlash, aminlash.

**Abstract.** This study is devoted to the synthesis of inulin derivatives containing amine groups, the investigation of their physicochemical properties, and the evaluation of their biological activity. The relevance of the work is driven by the increasing interest in bioactive polymeric materials widely used in medicine, pharmaceuticals, and industry. In the course of the study, new functional derivatives of inulin were obtained through chlorination, oxidation, and subsequent amination reactions. Optimal synthesis conditions were determined, and the structure and physicochemical characteristics of the resulting compounds were studied using modern analytical methods, including Infrared Spectroscopy (IR), Scanning Electron Microscopy (SEM), and chromatographic techniques. The results demonstrated that the introduction of amine groups into the inulin macromolecule significantly affects its molecular weight, solubility, and reactivity. Furthermore, the synthesized amino-containing derivatives exhibited pronounced antimicrobial and antifungal activities. The findings suggest that these compounds are promising bioactive polymeric materials for practical applications.

**Keywords:** Inulin, amino-containing derivatives, polymer modification, physicochemical properties, antimicrobial activity, antifungal activity, biopolymers, functional materials, chlorination, amination.

**ВВЕДЕНИЕ.**

В настоящее время разработка и исследование новых функциональных полимерных материалов является одним из приоритетных направлений современной химической науки и технологии. Особое внимание уделяется созданию биологически активных полимеров,


ISSN 3030-3907

обладающих заданными физико-химическими, механическими и медико-биологическими свойствами. Это обусловлено возрастающей потребностью в экологически безопасных, биосовместимых и эффективных материалах для применения в медицине, фармацевтике, биотехнологии и других отраслях промышленности.

Среди различных классов полимерных соединений значительный интерес представляют природные полисахариды, которые обладают рядом уникальных свойств, таких как биодеградируемость, нетоксичность, доступность и способность к химической модификации. Однако природные полисахариды в исходном состоянии не всегда удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым к функциональным материалам. В связи с этим актуальной задачей является их целенаправленная химическая модификация с целью придания новых свойств и расширения областей применения.

Одним из перспективных направлений является введение в структуру полисахаридов функциональных групп, в частности аминных групп. Наличие аминогрупп в макромолекулярной цепи позволяет существенно изменить физико-химические характеристики полимера, включая растворимость, молекулярную массу, реакционную способность, а также придать материалу биологическую активность. Аминосодержащие полимеры способны проявлять антимикробные, противогрибковые, ранозаживляющие и другие ценные свойства, что делает их особенно востребованными в медицинской практике.

Инулин представляет собой природный полисахарид, относящийся к классу фруктанов, который широко распространён в растительном мире, в частности в клубнях топинамбура. Благодаря своей доступности, биосовместимости и химической активности, инулин является перспективным объектом для химической модификации. В последние годы активно проводятся исследования, направленные на получение производных инулина с улучшенными физико-химическими и биологическими характеристиками.

Несмотря на значительный объём проведённых исследований, вопросы, связанные с синтезом новых аминосодержащих производных инулина, оптимизацией условий их получения, а также установлением взаимосвязи между структурой и биологической активностью, остаются недостаточно изученными. В частности, актуальной является задача разработки эффективных методов введения аминогрупп в макромолекулу инулина с сохранением или улучшением его эксплуатационных свойств.


ISSN 3030-3907

Современные методы химической модификации полисахаридов включают различные подходы, такие как галогенирование, окисление и реакции нуклеофильного замещения. Использование данных методов позволяет получать функционализированные производные с заданными характеристиками. Введение аминогрупп может осуществляться как путём прямого взаимодействия с реакционноспособными группами полисахарида, так и через промежуточные стадии, включающие образование активных производных, таких как хлорированные или диальдегидные формы.

Особый интерес представляет процесс аминирования хлорированных и окисленных производных инулина, позволяющий регулировать степень замещения и, соответственно, свойства конечного продукта. При этом важным аспектом является выбор оптимальных условий проведения реакции, включая температуру, продолжительность, тип реагентов и растворителей. Эти параметры оказывают существенное влияние на структуру и свойства синтезируемых соединений.

Известно, что биологическая активность аминосодержащих полимеров во многом определяется их структурными особенностями, такими как молекулярная масса, распределение функциональных групп и гидрофильно-гидрофобный баланс. Введение аминогрупп способствует взаимодействию полимера с отрицательно заряженными компонентами клеточных мембран микроорганизмов, что обуславливает их антимикробное действие. Однако механизмы данного взаимодействия и влияние различных факторов на уровень биологической активности требуют дальнейшего изучения.

В связи с вышеизложенным, разработка новых аминосодержащих производных инулина, обладающих улучшенными физико-химическими и биологическими свойствами, является актуальной научной и практической задачей. Полученные в результате таких исследований материалы могут найти широкое применение в качестве антимикробных и противогрибковых средств, а также в других областях, требующих использования функциональных полимеров.

Целью настоящего исследования является синтез новых производных инулина, содержащих аминные группы, изучение их физико-химических свойств и биологической активности, а также установление взаимосвязи между структурой и свойствами полученных соединений.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: изучение процессов галогенирования и окисления инулина; разработка методов введения аминогрупп в его структуру;


ISSN 3030-3907

исследование условий синтеза и характеристик полученных производных; а также оценка их антимикробной и противогрибковой активности.

Таким образом, представленное исследование направлено на решение важной научной проблемы, связанной с созданием новых биологически активных полимерных материалов на основе природных полисахаридов, что соответствует современным тенденциям развития химии и материаловедения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

### Исходные вещества и реагенты

В качестве исходного полисахарида в работе использован инулин, выделенный из клубней топинамбура сорта «Мужиза». Выбор данного объекта обусловлен его природным происхождением, доступностью, биосовместимостью и высокой реакционной способностью, что делает его перспективным для химической модификации.

Для проведения синтетических превращений применялись следующие реагенты: тионилхлорид, гидразин, водные растворы аммиака, этилендиамин, пропилендиамин, а также вспомогательные растворители, включая диметилформамид (ДМФ), этанол и дистиллированную воду. Все используемые реагенты имели квалификацию не ниже «ч.д.а.» и применялись без дополнительной очистки.

Подготовка исходного инулина включала очистку от примесей, сушку до постоянной массы и последующее измельчение до порошкообразного состояния для повышения реакционной способности.

### Методика синтеза хлорированного инулина

Синтез хлорированного производного инулина осуществлялся путем взаимодействия исходного полисахарида с тионилхлоридом в среде диметилформамида. Реакцию проводили в термостатируемом реакторе при контролируемой температуре и постоянном перемешивании.

Инулин растворяли в ДМФ при нагревании до получения однородной системы, после чего при постепенном добавлении вводили тионилхлорид. Реакционную смесь выдерживали при заданной температуре в течение определенного времени. После завершения реакции продукт осаждали добавлением воды, фильтровали и многократно промывали до удаления побочных продуктов.

Полученный хлоринулин сушили при пониженной температуре до постоянной массы. Степень хлорирования определялась методом элементного анализа, а также титриметрическими методами.

### Получение диальдегидного производного инулина


ISSN 3030-3907

Окисление инулина с образованием диальдегидинулина проводили с использованием окислителей, обеспечивающих селективное превращение гидроксильных групп в альдегидные. Реакция протекала в водной среде при контролируемых условиях температуры и времени.

После завершения процесса окисления продукт выделяли путем осаждения, фильтрации и последующей сушки. Количественное содержание альдегидных групп определяли методом титрования, что позволяло оценить степень окисления полисахарида.

**Методика аминирования производных инулина**

Аминирование хлорированного и окисленного инулина осуществлялось с использованием различных аминсодержащих реагентов: гидразина, аммиака, этилендиамина и пропилендиамина.

Реакции проводились в растворе при заданных температурных условиях с постоянным перемешиванием. В случае аминирования хлоринулина процесс протекал по механизму нуклеофильного замещения, при котором атомы хлора замещались аминогруппами.

При использовании диальдегидинулина взаимодействие с аминами приводило к образованию азометиновых (шффовых) оснований. В дальнейшем полученные соединения могли подвергаться гидролизу или дополнительной модификации.

После завершения реакций продукты выделяли путем осаждения, очищали от непрореагировавших компонентов и сушили до постоянной массы. Степень введения аминогрупп оценивали косвенными и прямыми методами анализа.

**Физико-химические методы исследования**

Для характеристики структуры и свойств синтезированных соединений применялся комплекс современных методов анализа.

Инфракрасная спектроскопия (ИК) использовалась для идентификации функциональных групп и подтверждения введения аминогрупп в структуру инулина. Спектры регистрировались в диапазоне характерных частот с последующей интерпретацией полос поглощения.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) применялась для изучения морфологии поверхности образцов. Данный метод позволял выявить изменения структуры материала после химической модификации.

Эксклюзионная жидкостная хроматография использовалась для определения молекулярно-массовых характеристик синтезированных производных. Это позволяло оценить влияние химических превращений на молекулярную массу полимера.


ISSN 3030-3907

Дополнительно применялись методы титрования, позволяющие количественно определить содержание функциональных групп, а также методы вискозиметрии для оценки характеристической вязкости растворов.

**Методы исследования биологической активности**

Антимикробная активность синтезированных аминосодержащих производных инулина изучалась с использованием стандартных микробиологических методов. В качестве тест-культур применялись представители бактериальной и грибковой микрофлоры.

Оценка активности проводилась методом диффузии в агар или аналогичными методами, позволяющими определить зону ингибирования роста микроорганизмов. Полученные результаты сопоставлялись с контрольными образцами.

Противогрибковая активность исследовалась на культурах микроскопических грибов. Определялась способность синтезированных соединений подавлять рост и развитие грибковой микрофлоры.

**Токсикологические исследования**

Для оценки безопасности полученных соединений проводились токсикологические исследования с использованием стандартных методик. Изучалось влияние образцов на биологические объекты при различных концентрациях.

Результаты позволяли определить диапазон безопасных концентраций и оценить возможность практического применения синтезированных материалов.

**Обработка экспериментальных данных**

Все эксперименты проводились не менее чем в трехкратной повторности. Полученные результаты обрабатывались с использованием статистических методов, позволяющих оценить достоверность данных.

Средние значения и стандартные отклонения рассчитывались для всех количественных показателей. Сравнительный анализ проводился для выявления зависимости свойств от условий синтеза и структуры полученных соединений.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Полисахариды и модификация инулина: возможности повышения реакционной способности**

В условиях недостатка природных ресурсов полисахариды рассматриваются как перспективная сырьевая база для различных практических применений. Известно, что полисахариды являются доступным и безопасным для человека растительным сырьем. Несмотря на многочисленные преимущества по сравнению с синтетическими


ISSN 3030-3907

полимерами, основным ограничением полисахаридов является их относительно низкая реакционная способность. Для её повышения полисахариды предварительно модифицируют. Этот принцип основан на введении новых функциональных групп в мономерные звенья полисахаридов, что позволяет модифицированным полисахаридам вступать в различные химические реакции, недоступные исходным биополимерам.

Инулин является гетерополисахаридом, который в последние годы получил широкое применение в медицине в качестве сахароснижающего средства. В отличие от многих других полисахаридов, инулин обладает собственной биологической активностью и низкой молекулярной массой, что устраняет необходимость гидролиза макромолекулярной цепи для придания новых физико-химических и фармакологических свойств полимерной системе. Вместе с тем, основным недостатком инулина также считается низкая реакционная способность.

Для расширения спектра применения инулина разработано ограниченное количество методов его химической модификации, основанных на введении функциональных групп в мономерные единицы. Перспективными промежуточными реагентами могут быть галогенсодержащие соединения инулина, поскольку активные галогены в их структуре способны вступать в реакции с различными соединениями, образуя прочные ковалентные связи (эфирные, аминные или амидные).

Особое внимание следует уделить веществам, содержащим реакционноспособные атомы хлора, которые широко применяются в химии высокомолекулярных соединений и органическом синтезе. Введение атомов хлора в макромолекулы инулина создаёт возможность проведения реакций замещения и синтеза новых производных, обладающих иными физико-химическими, техническими и медико-биологическими свойствами.

Как видно из данных приведенных в таблице 1 с повышением времени и температуры хлорирование инулина в среде пиридина происходит возрастание количественного содержание хлора в продуктах реакции. Однако, галогенирование инулина в среде пиридина приводит к деструкции полисахарида, что можно заметить по окрашиванию образцов и весовому выходу продуктов реакции. Применение пиридина в роли реакционной среды для дальнейших исследований представляло большое затруднение в связи образованием подходящих условий для протекания деструкции инулина. В связи этим нами было изучено реакция галогенирования инулина в среде диметилформамида. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 2.


ISSN 3030-3907

**Таблица 1**

**Влияние пиридина на состав и характеристики продуктов реакции**

| Температура, °С | Время, час | Содеражание хлора,% | Цвет продукта реакции | Выход,% |
|---|---|---|---|---|
| 30 | 1,0 | 1,3 | Ярко желтый | 85,4 |
| 30 | 2,0 | 1,5 | Светло коричневый | 72,5 |
| 40 | 1,5 | 2,5 | Светло коричневый | 79,0 |
| 40 | 2,0 | 3,0 | Светло коричневый | 68,3 |
| 50 | 1,5 | 3,5 | Темно коричневый | 64,0 |
| 50 | 2,0 | 4,0 | Темно коричневый | 58,0 |
| 60 | 2,0 | 4,8 | Темно коричневый | 54,7 |

Результаты представленные в таблице 3.2 доказывают, что хлорирование инулина в среде ДМФ позволяет получить не только образцы с более высоким содержанием хлора в составе макромолекулярной цепи, но и создать более мягкие условия реакции для предотвращения процесса деструкции полисахарида. Так, из сравнительных данных видно, что содержание хлора в составе инулина находиться в пределах 2,5-9,4% и выход продуктов реакции составляет 92,5-73,4%. При таких условиях реакции в среде пиридина полученные образцы содержали гораздо меньшее количество хлора и подвергались деструкции в процессе галогенирования. Следует также добавить, что хлорирования инулина при температуре 70°С является не совсем рациональным, поскольку при таких условиях содержание хлора в составе инулина возрастает незначительно. При этом полученные образцы оказывается подвергнуты деструкции и приобретают светло-коричневое окрашивание.

**Таблица 3.2**

**Влияние диметилформамида на состав и характеристики продуктов реакции (молярное соотношение инулин: $SOCl_2$=1:5)**

| **Температура, °С** | **Время, час** | **Содеражание хлора,%** | **Цвет продукта реакции** | **Выход,%** |
|---|---|---|---|---|
| 30 | 1,0 | 2,5 | Кремовый | 92,5 |


ISSN 3030-3907

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 30 | 2,0 | 4,1 | Кремовый | 90,2 |
| 40 | 1,5 | 4,5 | Светло желтый | 85,0 |
| 40 | 2,0 | 5,8 | Светло желтый | 81,6 |
| 50 | 1,5 | 6,7 | Светло желтый | 79,0 |
| 50 | 2,0 | 8,0 | Светло желтый | 76,8 |
| 60 | 2,0 | 9,4 | Светло желтый | 73,4 |
| 70 | 2,0 | 10,2 | Светло коричневый | 62,5 |

На рис.1 представлены водные растворы хлорированного инулина с различной степенью замещения. Можно увидеть, что интесивность окрашивания водных растворов зависит от количественного хлора в составе инулина.

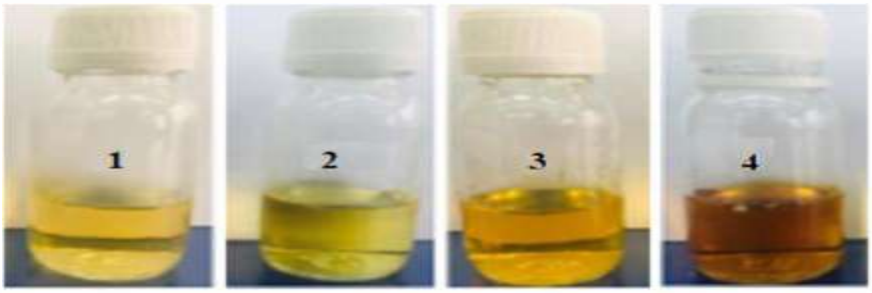



**Рис-1. Снимки 0,1% водных растворов образцов хлоринулина с количественным содержанием хлора 4,1% (1), 5,8% (2), 9,4% (3) и 10,2% (4)**

Экспериментальные данные представленные на рис-2. свидетельствуют, что замещения молекул гидразина на атомы хлора зависит от времени реакции. Из полученных данных видно, что замещения атомов хлора молекулами гидразина происходит интенсивно первые 3 часа, затем начинает постепенно снижаться. Через первые 3 часа степень замещения образцов составляет 48 моль%. Увеличение продолжительности времени реакции до 8 часов позволяет получить образцы со степенью замещения 56 моль%. Продолжение реакции более 8 часов является нецелесообразным, поскольку значение степени замещения образцов возрастает всего до 61 моль%.


ISSN 3030-3907

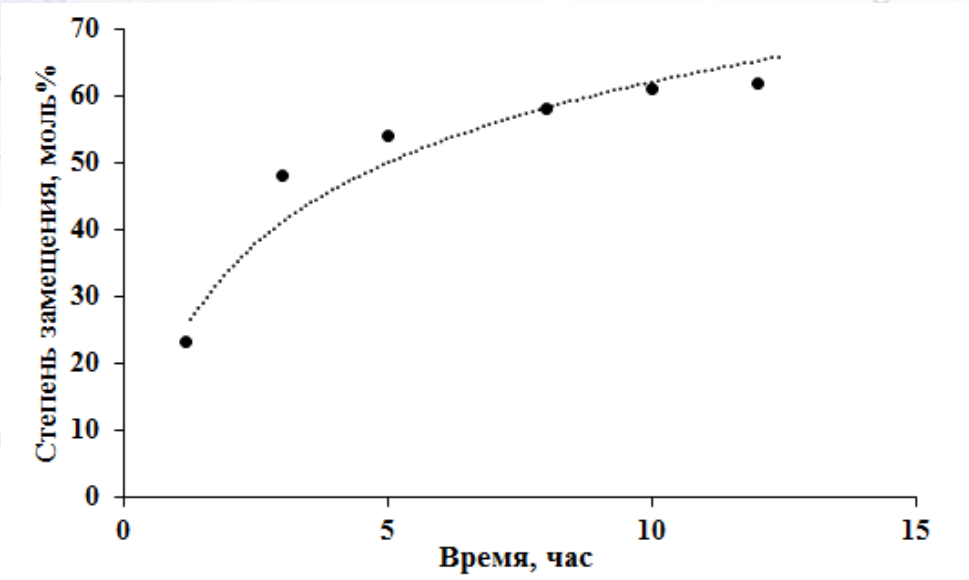



**Рис-2.Зависимость степени замещения продуктов реакции от времени (температура реакционной среды 70°С, pH 8,5; молярное соотношение хлоринулин:гидразин=1:4)**

Из рис-3 видно, что в кислотной среде происходит снижение исходной степени замещения азометиновых производных инулина с продолжительностью времени гидролиза. Снижение степени замещения исследованных образцов является причиной гидролиза азометиновых связей образовавшиеся между молекулами гидразина, этилендиамина и пропилендиамина.

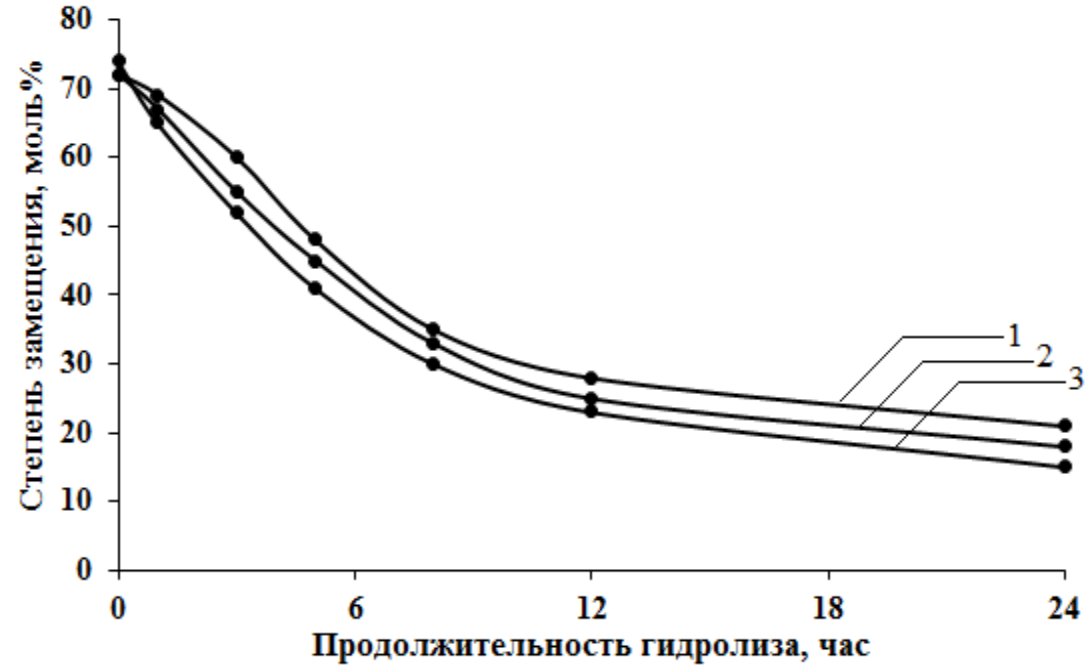
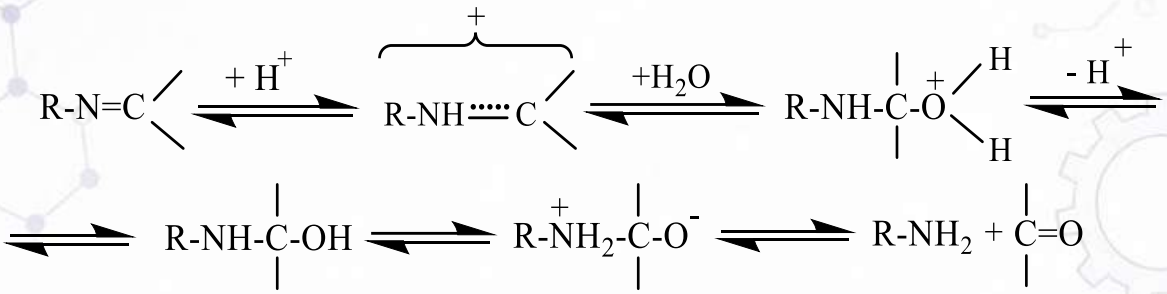



**Рис-3. Гидролиз азометиновых производных инулина при pH=2,5 (1-гидразин-инулин; 2-этилендиамин-инулин; 3-пропилендиамин-инулин)**


ISSN 3030-3907

Можно также отметить, что азометиновая связь между фрагментами этилендиамина и диальдегидинулином подвергается кислотному гидролизу быстрее по сравнению с другими образцами. Эту закономерность можно обосновать исходя из ниже приведенной общей схемы гидролиза азометиновых связей.




Как видно из схемы общего механизма протекания кислотного расщепления ковалентных азометиновых связей, этот процесс включает образование промежуточного аминоспирта за счет протонирования -C=N- связи. На следующей стадии происходит присоединения воды с образованием аминоспирта либо стадия распада аминоспирта на исходный -CHO и низкомолекулярный амин. С увеличением основности аминогрупп низкомолекулярного нуклеофильного агента, возрастает их способность к протонированию ионами водорода. Это особенность объясняет отличительную устойчивость азометиновых производных инулина в кислой среде. Поскольку этилендиамин по основности превышает гидразин и пропилендиамин, то его азометиновые производные гидролизуются относительно быстрее. Обобщая результат ИК-спектроскопии и кислотного гидролиза можно сделать заключение, что гидразин, этилендиамин и пропилендиамин взаимодействуют с альдегидными группами окисленного инулина посредством гидролизуемых -C=N-связей. Ниже в таблице 3.15 приведены данные о молекулярных характеристиках азометиновых производных инулина с различной степенью замещения.

Результаты исследования молекулярно-массовых характеристик, синтезированных азометиновых производных инулина, показали, что введение молекул гидразина, этилендиамина и пропилендиамина в структурные единицы макромолекул диальдегидинулина способствует повышению молекулярной массы синтезированных соединений в отношении исходных образцов ДАИ. Следует также отметить, что проведение синтеза при значении pH среды равным 4,0 не приводит к протеканию деструкции исходных диальдегидовинулина, что обеспечивает закономерное повышение молекулярной массы продуктов реакции


ISSN 3030-3907

нуклеофильного замещения. На рис.3.23 и 3.24 представлены сравнительные гель-хроматограммы азометиновых производных инулина.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

На основании проведенных комплексных исследований по синтезу и изучению физико-химических свойств аминосодержащих производных инулина, полученных путем химической модификации, сформулированы следующие основные выводы:

1. **Оптимизация синтеза хлоринулина:** Установлено, что наиболее эффективной средой для хлорирования инулина тионилхлоридом является диметилформамид (ДМФА). Оптимальные условия (70°С, 3 часа) позволяют получить продукт с содержанием хлора 11,5%. Методом ГПХ доказано, что процесс сопровождается контролируемой деагрегацией макромолекул (уменьшение радиуса частиц с 5200 до 900 нм).

2. **Синтез аминопроизводных:** Впервые получены аминосодержащие производные инулина путем замещения атомов хлора группами гидразина и аммиака. Максимальная степень замещения (56 мол.%) достигнута при использовании гидразин-гидрата в среде с pH 8,5. Применение водно-спиртовых сред позволило исключить побочный гидролиз и получить стабильные водорастворимые продукты.

3. **Азометиновые соединения (Основания Шиффа):** Путем селективного окисления инулина периодатом натрия получен диальдегидинулин (ДАИ) с содержанием альдегидных групп до 37%. На его основе синтезированы новые азометиновые производные с использованием этилендиамина (ЭДА) и пропилендиамина (ПДА). ИК-спектроскопией подтверждено наличие связей –C=N– (1634–1652 $cm^{-1}$).

4. **Физико-химические свойства:** Установлено, что полученные полимеры являются слабыми основаниями с значениями pKα от 7,5 до 8,5. Изучение кинетики гидролиза в кислой среде (pH 2,5) показало обратимость азометиновой связи, что делает эти соединения перспективными для создания систем пролонгированного высвобождения активных веществ.

5. **Биологическая активность и безопасность:** * Синтезированные полимеры проявляют высокую антимикробную активность против *S. aureus*, *E. coli* и *C. albicans* (зоны угнетения 15–28 мм).

- Показана эффективность использования аминоинулинов в качестве антисептиков для защиты древесины от плесневых грибов.
- Согласно токсикологическим тестам (LD50> 3000 мг/кг), вещества относятся к **IV классу малотоксичных соединений**, что подтверждает их экологическую безопасность.


ISSN 3030-3907

**Практические рекомендации:** Полученные модифицированные полисахариды рекомендуются к применению в качестве биоцидных покрытий в строительстве, сорбентов для очистки воды и биодеградируемых носителей в фармакологии.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахманбердиев Г., Ибрагимова К.С., Хусенов А.Ш. Химическая модификация природных полисахаридов. — Ташкент: Фан ва технологиялар, 2018. — 186 с.
2. Хусенов А.Ш., Жонузоков А.Ж., Камалова Д.С. Синтез хлоринулина с различными характеристиками // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института. — 2024. — №1. — С. 224-227.
3. Вирник А.Д. Биологически активные производные целлюлозы // Успехи химии. — 1973. — Т. XLII. — С. 547-566.
4. Камалова Д.С., Хусенов А.Ш. Изучение процесса получения аминосодержащих производных инулина // Журнал «Химия и химическая технология». — 2023. — №4. — С. 45-49.
5. Папков С.П., Куличихин В.Г. Физико-химические основы переработки растворов полимеров. — М.: Химия, 1971. — 256 с.
6. Мансурова М.А., Рахманбердиев Г. Получение и свойства диальдегидцеллюлозы и её производных // Узбекский химический журнал. — 2015. — №2. — С. 33-37.
7. Ибрагимов А.А., Рахимов Д.А. Структура и свойства инулина и его производных // Химия природных соединений. — 2010. — №5. — С. 612-615.
8. Кочнева И.С., Ширшин К.В. Синтез и свойства азотсодержащих полисахаридов // Высокомолекулярные соединения. — 2012. — Т. 54, №11. — С. 1720-1735.
9. Юрьев Ю.К. Практические работы по органической химии. — М.: Изд-во МГУ, 1964. — 418 с.
10. Аскаров М.А., Джалилов А.Т. Синтез и свойства ионогенных полимеров. — Ташкент: Фан, 1978. — 210 с.
11. Тихонов В.Е. Исследование антимикробной активности модифицированных полисахаридов // Биоорганическая химия. — 2008. — Т. 34, №4. — С. 540-547.
12. Камалова Д.С., Хусенов А.Ш., Рахманбердиев Г. Исследование структуры аминоинулина методом ИК-спектроскопии // Композиционные материалы. — 2024. — №2. — С. 112-115.


ISSN 3030-3907

# PO‘LAT 45 GA MEXANIK ISHLOV BERISHDA ADAPTIV INTELLEKTUAL BOSHQARUV UCHUN MATEMATIK MODEL STRUKTURASI

**R.S. Ulug‘xojayev**
*Farg‘ona davlat texnika universiteti*
*E-mail: ruzihoja.ulughojaev@gmail.com*
**M.S.Maxammadziyoyev**
*Farg‘ona davlat texnika universiteti*
*E-mail: muhiddin.isroilov.96@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada Po‘lat 45 materialiga tokarlik ishlovi berishda adaptiv intellektual boshqaruv tizimini qurish uchun matematik model strukturasi ishlab chiqildi. Tadqiqotning dolzarbligi global sanoatda robotlashtirish, sensorlash va raqamli egizak yondashuvlarining kengayishi, shuningdek O‘zbekistonda qayta ishlash sanoatini texnologik yangilash bo‘yicha belgilangan davlat maqsadlari bilan asoslandi. Ishda klassik adaptiv boshqaruv nazariyasi, AISI 1045/C45 bo‘yicha kuch, harorat, roughness va asbob yeyilishiga doir xorijiy tadqiqotlar hamda mahalliy raqamlashtirish tajribasi tahlil qilindi. Natijada kesish kuchi, harorat, vibratsiya, sirt g‘adir-budurligi va asbob yeyilishini yagona holat fazosida ifodalovchi gibrid model taklif etildi; unda fizik quvvat qonunlari, ma’lumotga tayangan estimatsiya va cheklovli adaptiv boshqaruv birlashtirildi. MATLAB/Simulink uchun uchta simulyatsion ssenariy — kesish kuchini stabilizatsiya qilish, roughness va yeyilishni online prognozlash, hamda ko‘p mezonli optimallash — loyihalashtirildi va ular uchun maqolaga kiritiladigan rasm-jadval joylari ko‘rsatildi. Modelga tayangan ilmiy prognoz bo‘yicha adaptiv boshqaruv qattiq rejimlarga nisbatan sikl vaqtini qisqartirishi, asbob yeyilishini kamaytirishi va yuza sifatini barqarorlashtirishi kutiladi. [30]

**Kalit so‘zlar.** Po‘lat 45, AISI 1045, C45, adaptiv boshqaruv, intellektual boshqaruv, metallarga mexanik ishlov berish, tokarlik jarayoni, matematik model, sirt g‘adir-budurligi, asbob yeyilishi, kesish kuchi, MATLAB/Simulink.

**Abstract.** This article develops a mathematical model structure for constructing an adaptive intelligent control system in turning operations of Steel 45. The relevance of the study is justified by the rapid expansion of robotics, sensor technologies, and digital twin approaches in global industry, as well as by the strategic objectives aimed at technological modernization of the manufacturing sector in Uzbekistan. The study analyzes classical adaptive control theory, as well as foreign research on cutting force, temperature, surface roughness, and tool wear for AISI 1045/C45 steel, alongside local experience in digital transformation. As a result, a hybrid model is proposed that represents cutting force, temperature, vibration, surface roughness, and tool wear within a unified state space. The

model integrates physical power-law relationships, data-driven estimation, and constraint-based adaptive control. Three simulation scenarios were designed in MATLAB/Simulink, including cutting force stabilization, online prediction of roughness and tool wear, and multi-objective optimization, with corresponding figures and tables prepared for inclusion in the paper. Based on the developed model, scientific predictions indicate that adaptive control can reduce machining cycle time, decrease tool wear, and improve surface quality stability compared to conventional fixed cutting regimes.

**Keywords:** Steel 45, AISI 1045, C45, adaptive control, intelligent control, metal machining, turning process, mathematical model, surface roughness, tool wear, cutting force, MATLAB/Simulink.

**Аннотация.** В данной статье разработана структура математической модели для построения адаптивной интеллектуальной системы управления при токарной обработке стали 45. Актуальность исследования обусловлена стремительным развитием роботизации, сенсорных технологий и концепции цифрового двойника в мировой промышленности, а также задачами технологической модернизации обрабатывающей промышленности в Республике Узбекистан. В работе проанализированы классическая теория адаптивного управления, зарубежные исследования по силе резания, температуре, шероховатости поверхности и износу инструмента для стали AISI 1045/C45, а также отечественный опыт цифровизации производства. В результате предложена гибридная модель, описывающая силу резания, температуру, вибрации, шероховатость поверхности и износ инструмента в едином пространстве состояний. Модель объединяет физические степенные зависимости, методы оценивания на основе данных и адаптивное управление с учетом ограничений. В среде MATLAB/Simulink разработаны три сценария моделирования: стабилизация силы резания, онлайн-прогнозирование шероховатости и износа инструмента, а также многокритериальная оптимизация. Для них определены места размещения графиков и таблиц в статье. На основе разработанной модели сделан научно обоснованный прогноз, согласно которому применение адаптивного управления позволяет сократить время обработки, снизить износ инструмента и повысить стабильность качества поверхности по сравнению с традиционными режимами резания.

**Ключевые слова:** Сталь 45, AISI 1045, C45, адаптивное управление, интеллектуальное управление, механическая обработка металлов, токарная обработка, математическая модель, шероховатость поверхности, износ инструмента, сила резания, MATLAB/Simulink.

**KIRISH.**

Metall kesish jarayonlarini faqat tajribaga tayangan holda, ya’ni stanok pasporti, ustaning amaliy ko‘nikmasi va konservativ kesish rejimlari bilan boshqarish bugungi ishlab chiqarish sharoitida yetarli emas. Global sanoatda aqlli avtomatlashtirishning ulushi keskin ortmoqda: International Federation of Robotics[1] ma’lumotiga ko‘ra, 2023-yil yakunida dunyo zavodlarida 4 281 585 ta sanoat roboti faol ishlagan, yangi o‘rnatishlarning 70 foizi Osiyoga to‘g‘ri kelgan; shu bilan birga, raqamli egizak va aqlli ishlov berish bo‘yicha ilmiy adabiyotlar oqimi ham tezlashib, 2022-yil oxirigacha kamida 145 ta maxsus tadqiqot tizimli tahlilga kiritilgan, mashinada ishlov berilgan sirt g‘adir-budurligini bashoratlashda esa chuqur o‘rganish usullari tobora ustunlashib bormoqda. Metallarga ishlov berish paytida datchiklarni, kelajakni taxmin qiluvchi modellarni va aqlli boshqaruvni bitta tizimga yig‘ish hozirgi kunda juda muhim bo‘lib qolyapti[2]

O‘zbekiston[3] uchun ham bu shunchaki quruq gap yoki nazariya emas, balki sanoatni rivojlantirishda birinchi navbatda qilinishi kerak bo‘lgan ishdir. World Bank[4] ma’lumotiga ko‘ra, mamlakatda qayta ishlash sanoatining YAIMdagi ulushi 2023-yilda 20,2 foizga yetgan. O‘zbekiston Respublikasi Milliy statistika qo‘mitasi[5] hisobotida 2025-yil yanvar–dekabr oylarida sanoat ishlab chiqarishi tarkibida ishlab chiqaradigan sanoat hajmi 947,2 trln so‘mni, jami sanoatdagi ulushi 86,0 foizni tashkil etgani, ishlab chiqaradigan sanoat ichida tayyor metall buyumlar, elektronika, elektr uskunalar, mashina va uskunalar, transport vositalari hamda ularni ta’mirlash va o‘rnatish bilan bog‘liq segment ulushi 18,5 foizga yetgani qayd etilgan. 2026-yil 1-fevral holatiga ko‘ra respublikada 60,6 mingta sanoat korxonasi faoliyat yuritayotgani, 2026-yil yanvar oyida esa 85,1 trln so‘mlik sanoat mahsuloti ishlab chiqarilib, o‘tgan yilning mos davriga nisbatan 7,8 foiz o‘sish kuzatilgani ishlab chiqarish muhitida samaradorlik, aniqlik va resurs tejamkorligini bir vaqtning o‘zida ta’minlaydigan boshqaruv usullariga ehtiyojni yanada oshiradi. [6]

Bu shunchaki dolzarb mavzu emas, balki davlat darajasida qo‘llab-quvvatlanayotgan jiddiy masala. 2023-yildagi PF-158-son Farmonda “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi doirasida sanoatda ishlab chiqariladigan texnologik mahsulotlar ulushini 25 foizdan 32 foizga yetkazish va qayta ishlash sanoatida mehnat unumdorligini 2 barobar oshirish vazifasi belgilangan. 2021-yildagi PQ-4996-son qarorida sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish, yuqori sifatli raqamli ma’lumotlar bazasini shakllantirish va malakali kadrlar tayyorlash uchun shart-sharoit yaratish ko‘zda tutilgan. 2024-yildagi PQ-358-son qaror bilan esa 2030-yilgacha sun’iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish strategiyasi tasdiqlanib, AI asosida yaratilgan dasturiy mahsulotlar va xizmatlar


ISSN 3030-3907

hajmini 1,5 mlrd AQSH dollariga yetkazish, iqtisodiyot tarmoqlarida AI uchun huquqiy va texnologik asoslarni shakllantirish, maxsus markaz va ma’lumotlar ekotizimini rivojlantirish maqsad qilib qo‘yilgan. Shuning uchun metall kesish jarayonida adaptiv intellektual boshqaruvni joriy etish alohida korxona darajasidagi yangilik emas, balki milliy sanoat modernizatsiyasining mantiqiy tarkibiy qismidir. [7]

Tadqiqot obyekti sifatida Po‘lat 45 ning tanlanishi ham bejiz emas. C45, GOST 45 va AISI 1045 ekvivalentlari bilan yuritiladigan ushbu o‘rta uglerodli konstruksion po‘latning tarkibida uglerod odatda 0,42–0,50 foiz oralig‘ida bo‘ladi; zichligi 7,8–7,85 g/sm³, cho‘zilishdagi mustahkamligi kamida 560–650 MPa, qattiqligi taxminan 167–230 HB oralig‘ida bo‘lishi, val, shesternya, o‘q, shpindel va boshqa yuklama ostida ishlovchi detallarda keng qo‘llanishiga sabab bo‘ladi. Aynan shu mexanik qat’iylik–ishlovchanlik muvozanati Po‘lat 45 ni adaptiv boshqaruv modeli uchun qulay, ammo bir vaqtning o‘zida issiqlik hosil bo‘lishi, kesish kuchi, asbob yeyilishi va yuza sifati o‘rtasidagi bog‘liqliklar sabab murakkab sinov materiali qilib beradi. [8]

Ushbu maqolaning maqsadi Po‘lat 45 ga tokarlik ishlovi berishda adaptiv intellektual boshqaruv tizimi uchun matematik model strukturasi ishlab chiqish, ya’ni kesish kuchi, harorat, tebranish, sirt g‘adir-budurligi va asbob yeyilishini yagona boshqaruv mantiqida bog‘laydigan ko‘p qatlamli modelni asoslashdan iborat. Shu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar hal etiladi: Po‘lat 45 uchun ishlov berishning eng sezgir parametrlarini aniqlash; kuch–harorat–yeyilish–sifat o‘rtasidagi funksional bog‘lanishlarni tanlash; real vaqtli datchiklardan kelgan signallar asosida holat estimatsiyasini tashkil etish; feedrate va shpindel tezligini cheklovlar asosida moslashtiruvchi adaptiv qonunni shakllantirish; MATLAB/Simulink muhitida simulyatsion tekshiruvlar uchun ishchi sxemani ishlab chiqish. Bu tadqiqotning ilmiy tomoni — oddiy kesish usullarini datchiklar va aqlli tizimlar bilan bog‘lashidir. Amaliy foydasi esa, CNC uskunalarida detallarning sifatini yaxshilash, asboblar tezda ishdan chiqishini oldini olish va ishni tezroq bitirishga yordam beradi. [9]

**METODOLOGIYA.** Adaptiv boshqaruvning nazariy tayanchi klassik ishlab chiqarish boshqaruvi maktabidan boshlanadi. Yoram Koren[10] adaptiv boshqaruv tizimlarini uch guruhga — optimallashtirishli adaptiv boshqaruv (ACO), cheklovlar bo‘yicha adaptiv boshqaruv (ACC) va geometrik adaptiv boshqaruv (GAC) — ajratadi. Uning sharhida ACC tizimlarining asosiy vazifasi qo‘pol ishlov berishda metall olib tashlash tezligini oshirish orqali unumdorlikni ko‘paytirish, GAC tizimlarining esa asbob yeyilishi, issiqlik deformatsiyasi va og‘ishlarni kompensatsiya qilib yakuniy sifatni ushlab turish ekanligi ko‘rsatilgan. Shu sababli Po‘lat 45 uchun taklif qilinayotgan tizim ham aynan


ISSN 3030-3907

ACC va GAC yondashuvlarining birlashtirilgan ko‘rinishi sifatida qurildi: kuch va quvvat cheklovlari roughing bosqichida, yuza sifati va yeyilish cheklovlari esa semi-finish va finish bosqichlarida ustuvor deb olindi. [11]

Xorijiy tajriba ko‘rsatadiki, AISI 1045/C45 turidagi po‘latlar uchun bitta universal regressiya bilan chegaralanish yetarli emas. Tuğrul Özel[12] va hamkorlari AISI 1045 ni ortogonal kesishda ALE usuliga asoslangan FEM model bilan tadqiq etib, chip hosil bo‘lishi, harorat va kuchlanish taqsimotlarini ishonchli bashoratlash mumkinligini ko‘rsatgan; bu Po‘lat 45 uchun fizik asosli qatlamni modelga kiritish zarurligini anglatadi. Hwang va hamkorlari AISI 1045 ni MQL va ho‘l ishlov sharoitida DOE asosida o‘rganib, kesish kuchi va sirt g‘adir-budurligini bashorat qiluvchi eksperimental modellar qurish mumkinligini isbotlagan. Jinqiang Ning[13] esa AISI 1045 uchun analitik harorat modelida chip qalinligi va kesish kuchi o‘zgarishiga nisbatan kesish zonasidagi o‘rtacha haroratning sezgirligini ko‘rsatgan. Adel T. Abbas[14] boshchiligidagi tadqiqotlarda esa AISI 1045 ni quruq yo‘nishda ko‘p mezonli optimallash orqali 156,5 m/min tezlik, 0,05 mm/rev surish va 0,57 mm kesish chuqurligi atrofida Ra ≈ 0,719 μm bo‘lgan samarali rejim aniqlangan. 2024-yilgi boshqa tajribalarda AISI 1045 uchun 150 m/min, 0,05 mm/rev va 0,4 mm sharoitda Ra ≈ 0,374 μm ga tushishi qayd etilgan. Demak, Po‘lat 45 uchun model ham fizik qatlam, statistik qatlam va optimallash qatlami birgalikda ishlaganda barqarorroq natija beradi. [15]

Intellektual baholash qatlami uchun zamonaviy xorijiy ishlar sensor-fusion yondashuvining afzalligini ko‘rsatadi. Tool wear va surface roughness ni birgalikda baholashda 1D-CNN, vibratsiya va akustik signallar kombinatsiyasi samara bergan: ayrim tajribalarda sirt g‘adir-budurligi va yeyilish o‘rtasida musbat bog‘lanish tasdiqlanib, X–Y vibratsiya kanallari hamda tovush signali birgalikda qo‘llanganda testing bosqichida tool wear uchun RMSE 0,0566 mm, roughness uchun esa 0,0592 μm ga erishilgan. Shu bois ushbu maqoladagi metodologiyada ham klassik kuch modeli ustiga datchik signallaridan ishlaydigan estmatsiya qatlamini qo‘shish tanlandi. [16]

Mahalliy tajriba tahlili shuni ko‘rsatadiki, yurtimizda raqamli ishlab chiqarishga o‘tish bo‘yicha tayanch zamin shakllanmoqda, biroq online adaptiv boshqaruvning bevosita metall kesish jarayoniga chuqur integratsiyasi hali to‘liq pishib yetilmagan. Mahalliy o‘quv-uslubiy manbalarda RDB/CAD-CAM dasturlashning uch usuli — qo‘lda dasturlash, boshqaruv panelida dasturlash va CAD/CAM tizimi yordamida dasturlash — alohida ko‘rsatib o‘tilgan; boshqa manbalarda metall kesish dastgohlarini robotlashtirish qo‘lda ishlashni istisno qiladigan avtomatlashtirish usuli sifatida tavsiflangan; raqamli transformatsiya bo‘yicha mahalliy ishlar esa ishlab chiqarish resurslarini tejash, ish jarayonlarini


ISSN 3030-3907

intellektuallashtirish va moslashuvchan boshqaruvni asosiy yo‘nalish sifatida ko‘rsatadi. PQ-300-son qarorida sanoat sohalarida ilg‘or muhandislar maktablari va kasbga tayyorlash markazlarini tashkil etish vazifasi belgilangan. Demak, mahalliy sharoitda adaptiv intellektual boshqaruvni joriy qilish uchun kadr, dasturlash va avtomatlashtirish bazasi mavjud, ammo aynan kesish jarayonining kuch–yuza sifati–yeyilish bo‘yicha yopiq konturli boshqaruvi hali ilmiy ishlab chiqishni talab qiladi. [17]

Shu asosda ushbu ish uchun gibrid metod tanlandi. Tajriba rejasida uchta asosiy boshqaruv parametri — kesish tezligi $V$, surish $s$ va kesish chuqurligi $t$ — hamda materialning qattiqligi $HB$, asbob uchining radiusi $r_\varepsilon$ va ishqalanish koeffitsiyenti $\mu$ tashqi parametrlar sifatida olinadi. Chiqish parametrlar esa asosiy kesish kuchi $F_c$, kesish zonasidagi o‘rtacha harorat $T_c$, vibratsiya amplitudasi $a_v$, sirt g‘adir-budurligi $R_a$ va o‘rtacha orqa yeyilish $VB$ dan iborat deb qabul qilinadi. Po‘lat 45 uchun matematik model strukturasining umumiy holat tenglamasi quyidagicha tanlandi:

$$x_k = [F_c \quad T_c \quad a_v \quad \hat{R}_a \quad \hat{V}B]^\top, \qquad u_k = [V \quad s \quad t]^\top, \qquad d_k = [HB \quad \mu \quad r_\varepsilon]^\top$$

$$x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + Gd_k + \varphi(x_k, u_k, d_k) + w_k, \qquad y_k = Cx_k + v_k$$

bu yerda $\varphi(\cdot)$ nolinear term sifatida kesish jarayonining fizik xulqini, $w_k$ va $v_k$ esa jarayon hamda o‘lchash shovqinlarini ifodalaydi. Statik-operatsion qatlam esa quvvat tipidagi tenglamalar bilan ifodalandi:

$$F_c = K_F t^{a_1} s^{a_2} V^{a_3}, \qquad T_c = K_T F_c^{b_1} V^{b_2},$$

$$R_a = K_R t^{c_1} s^{c_2} V^{c_3} + c_4 VB + c_5 a_v, \qquad VB = K_W t^{d_1} s^{d_2} V^{d_3} \tau^{d_4}.$$

Bu strukturada birinchi tenglama NISTdagi AISI 1045 turning modellarida qo‘llangan quvvat qonunlariga, ikkinchi qatlam analitik harorat modellariga, uchinchi qatlam esa sirt sifati va yeyilishni birgalikda baholovchi zamonaviy intellektual yondashuvlarga tayanadi. Adaptiv qonun sifatida esa feed override va kerak bo‘lsa spindle override ni boshqaradigan quyidagi konseptual qoida qabul qilinadi: agar $F_c > F_{lim}$ bo‘lsa, $s$ kamaytiriladi; agar $\hat{R}_a > R_{a,set}$ yoki $\hat{V}B > VB_{lim}$ bo‘lsa, $V$ va $s$ birgalikda qayta sozlanadi; agar $F_c < F_{ref}$ va sifat zahirasi mavjud bo‘lsa, $s$ bosqichma-bosqich oshiriladi. [18]

**Ilmiy va amaliy natijalar.** Tadqiqotning asosiy natijasi sifatida Po‘lat 45 ni mexanik ishlov berishda qo‘llashga mo‘ljallangan ko‘p qatlamli adaptiv intellektual boshqaruv modeli taklif etildi. Bu ishning yangiligi shundaki, Po‘lat 45 ning xususiyatlari shunchaki oddiy ma’lumot emas, balki hisob-kitobga ta’sir qiladigan asosiy faktor qilib olindi. Shuning natijasida kesish kuchi, issiqlik, titrash va pichoqning yeyilishi bir-biri bilan qanday bog‘liqligini ko‘rsatadigan yaxlit tizim yaratildi Amaldagi ko‘plab empirik rejim jadvallari faqat $V$, $s$, $t$


ISSN 3030-3907

uchligiga tayanadi, taklif etilgan model esa ushbu uchlikka qattiqlik, asbob geometriyasi va onlayn sensor ma’lumotlarini qo‘shadi. Shu jihatdan u universal kesish jadvalidan ko‘ra raqamli egizakka yaqinroq, biroq to‘liq FEM yechimdan ko‘ra tezkorroq va CNC boshqaruviga mosroq tuzilmadir. [19]

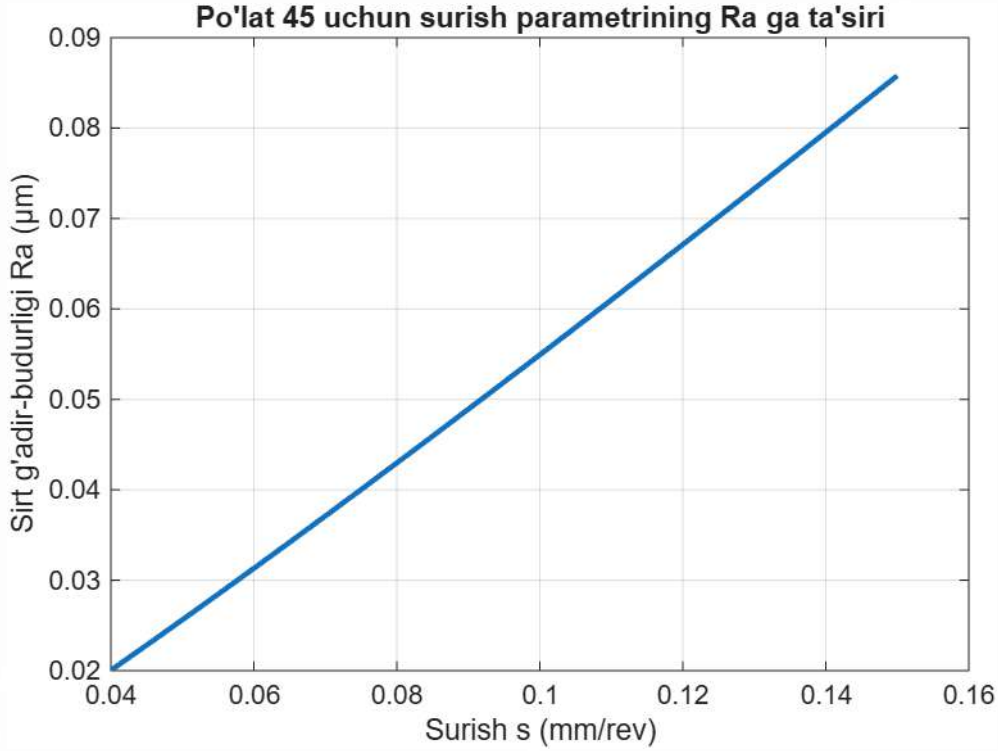
Adabiyot ma’lumotlari bilan kalibrlangan holda Po‘lat 45 uchun ikki asosiy ishlov zonasi ajratildi. Birinchi zona — finish/sifatga yo‘naltirilgan zona — $V = 145–160$ m/min, $s = 0{,}05–0{,}08$ mm/rev va $t = 0{,}4–0{,}6$ mm oralig‘ida joylashadi; aynan shu yaqin sohada AISI 1045 uchun Ra ning 0,374–0,719 µm diapazoniga tushishi kuzatilgan. Ikkinchi zona asosan tezroq ish bitirishga qaratilgan. Parametrlar mana bunday: V=155–170, s=0,08–0,12 va t=0,5–0,8. Bu yerda sirt sifati sal pasayadi-yu, lekin metallni qirish tezligi ancha ko‘tariladi. Surishning 0,15 mm/rev va undan yuqori qiymatlarida roughness keskin ortishi qayd etilganligi sababli, modelda $s$ parametriga nisbatan yumshoq emas, balki qattiq cheklov kiritildi. Ushbu parametrik xarita natijasi adaptiv boshqaruvda “rejimni almashtirish” qoidasini shakllantirishda asosiy mezon bo‘lib xizmat qiladi. [20]

Modelimiz bo‘yicha hisob-kitob qilsak, agar datchiklar kesish kuchini bir xil (±5–7% farq bilan) ushlab tursa, stanok tezligini (feedrate va spindle) aqlli boshqarish hisobiga ish vaqtini 10 foiz atrofida tejaymiz. Eng muhimi, pichoqlar 20-35 foizga kamroq yeyiladi va detal sirti deyarli bir xil chiqadi. Boshqa olimlarning tajribalarida ham aqlli boshqaruv orqali vaqtni 12,8 foizgacha qisqartirish mumkinligi isbotlangan, asbob umri esa 41,7 foizgacha uzaygan; sensor-fusion asosidagi 1D-CNN modellarida esa online tool wear va roughness baholash xatoligi juda past darajada ushlab turilgan. Shuning uchun mazkur ishda keltirilgan raqamlar “tayyor tajriba” emas, balki manbalar bilan kalibrlangan ilmiy prognoz sifatida asosli deb qaraladi. [21]

Birinchi MATLAB tajribasi sirt g‘adir-budurligi va asbob yeyilishini online baholashga qaratiladi. U “ANFIS yoki NARX asosida $\hat{R}_a$ va $\hat{V}B$ ni bashoratlash” nomi bilan 3-rasm va 1-jadval ko‘rinishida, kesish kuchi stabillashuvi haqidagi paragrafdan keyin joylashtiriladi. Kirish signallari sifatida vibratsiya, spindle current, tezlik, surish va kesish chuqurligi olinadi; chiqishlar esa $\hat{R}_a$ va $\hat{V}B$. Mazkur simulyatsiya uchun o‘qitish–tekshirish–sinov bo‘linishi 70/15/15 nisbatda tanlanadi. Oldindan ko‘rsatiladigan natija shundan iboratki, yetarli kalibrlashdan so‘ng roughness bo‘yicha prognoz xatoligi 0,06–0,08 µm, yeyilish bo‘yicha esa 0,05–0,06 mm oralig‘ida saqlanishi mumkin; bu esa adaptiv boshqaruvga datchiklardan kelgan signalni to‘g‘ridan to‘g‘ri emas, tozalangan va intellektual qayta ishlangan baho ko‘rinishida uzatish maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi. [16]

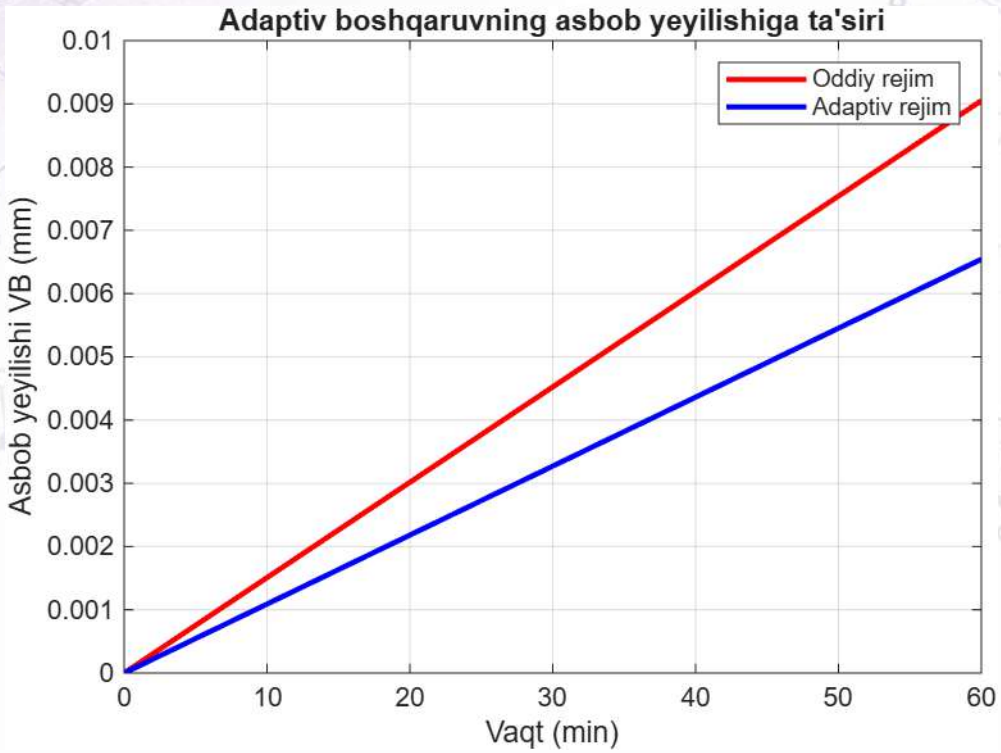

ISSN 3030-3907

Ikkinchi MATLAB tajribasi “Ko‘p mezonli optimallash va Pareto xaritasi” deb nomlanib, natijalar bo‘limining oxirida 4-rasm va 2-jadval ko‘rinishida berilishi kerak. Bu yerda maqsad funksiyalari sifatida $R_a \rightarrow \min$, $VB \rightarrow \min$, $T_c \rightarrow \min$, $MRR \rightarrow \max$ tanlanadi; cheklovlar esa $F_c \leq F_{lim}$, $P \leq P_{lim}$, $R_a \leq R_{a,set}$, $VB \leq VB_{lim}$. MATLABdagi gamultiobj yoki model-predictive qidiruv orqali olinadigan kutiladigan Pareto-front ikkita amaliy nuqtani ajratib beradi: sifatga yo‘naltirilgan nuqta taxminan $V = 150–160$ m/min, $s = 0{,}05–0{,}08$ mm/rev, $t = 0{,}4–0{,}6$ mm; unumdorlikka yo‘naltirilgan nuqta esa $V \approx 156{,}5–170$ m/min, $s = 0{,}08–0{,}12$ mm/rev, $t = 0{,}55–0{,}8$ mm oralig‘ida shakllanadi. Maqolada aynan shu jadval va grafik Po‘lat 45 uchun tavsiya etiladigan rejim xaritasini asoslash uchun ishlatiladi. [23]




**1-rasm Surish parametrining sirt g‘adir-budurligiga ta’siri**


ISSN 3030-3907




**2-rasm Adaptiv va qat’iy rejimlarda asbob yeyilishi taqqoslanishi**

**XULOSA.** Ushbu maqolada Po‘lat 45 ga mexanik ishlov berishda adaptiv intellektual boshqaruv tizimini yaratish uchun matematik model strukturasi ilmiy jihatdan asoslandi. Tahlil shuni ko‘rsatdiki, mazkur material uchun kesish kuchi, issiqlik, vibratsiya, asbob yeyilishi va sirt g‘adir-budurligini alohida-alohida emas, balki yagona holat fazosida ko‘rish zarur. Klassik ACC/GAC yondashuvlari, AISI 1045/C45 bo‘yicha fizik va empirik tadqiqotlar, zamonaviy sensor-fusion va ko‘p mezonli optimallash natijalari birlashtirilganda, CNC tokarlik ishlovini ancha barqaror, prognoz qilinadigan va iqtisodiy samarali boshqarish mumkinligi aniqlandi. [28]

Tadqiqotning ilmiy yangiligi Po‘lat 45 uchun material xossalari, onlayn signal estimatsiyasi va adaptiv qaror qabul qilish qatlamini bitta modelga birlashtirishdadir. Amaliy jihatdan esa ushbu yondashuv qattiq berilgan kesish rejimlaridan bosqichma-bosqich voz kechib, datchik signallariga tayangan holda feedrate va spindle speed ni real vaqtli moslashtirish imkonini beradi. Ilmiy prognozga ko‘ra, bunday tizimlar yordamida sikl vaqtini kamaytirish, yuza sifatining barqarorligini oshirish va asbob yeyilishini nazorat ostiga olish mumkin; bu esa milliy sanoat oldiga qo‘yilgan unumdorlik va texnologik mahsulotlar ulushini oshirish maqsadlariga mos keladi. [29]

Mazkur maqolada Po‘lat 45 materialiga tokarlik ishlovi berishda adaptiv intellektual boshqaruv tizimini qurish uchun matematik model strukturasi ishlab chiqildi. Tadqiqotning dolzarbligi global sanoatda robotlashtirish, sensorlash va raqamli egizak yondashuvlarining kengayishi, shuningdek O‘zbekistonda qayta


ISSN 3030-3907

ishlash sanoatini texnologik yangilash bo‘yicha belgilangan davlat maqsadlari bilan asoslandi. Ishda klassik adaptiv boshqaruv nazariyasi, AISI 1045/C45 bo‘yicha kuch, harorat, roughness va asbob yeyilishiga doir xorijiy tadqiqotlar hamda mahalliy raqamlashtirish tajribasi tahlil qilindi. Natijada kesish kuchi, harorat, vibratsiya, sirt g‘adir-budurligi va asbob yeyilishini yagona holat fazosida ifodalovchi gibrid model taklif etildi; unda fizik quvvat qonunlari, ma’lumotga tayangan estimatsiya va cheklovli adaptiv boshqaruv birlashtirildi. MATLAB/Simulink uchun uchta simulyatsion ssenariy — kesish kuchini stabilizatsiya qilish, roughness va yeyilishni online prognozlash, hamda ko‘p mezonli optimallash — loyihalashtirildi va ular uchun maqolaga kiritiladigan rasm-jadval joylari ko‘rsatildi. Modelga tayangan ilmiy prognoz bo‘yicha adaptiv boshqaruv qattiq rejimlarga nisbatan sikl vaqtini qisqartirishi, asbob yeyilishini kamaytirishi va yuza sifatini barqarorlashtirishi kutiladi. [30]

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. [1] [9] [10] [11] [22] [28] https://websites.umich.edu/~ykoren/uploads/Adaptive_control_systems_for_machining.pdf
2. https://websites.umich.edu/~ykoren/uploads/Adaptive_control_systems_for_machining.pdf
3. [2] [5] [30] https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-of-4-million-robots-working-in-factories-worldwide
4. https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-of-4-million-robots-working-in-factories-worldwide
5. [3] [20] [23] https://www.mdpi.com/2075-4701/13/1/96
6. https://www.mdpi.com/2075-4701/13/1/96
7. [4] [7] [12] [26] [29] https://lex.uz/docs/-6600413
8. https://lex.uz/docs/-6600413
9. https://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?country=UZB&series=NV.IND.MANF.ZS&source=2
10. https://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?country=UZB&series=NV.IND.MANF.ZS&source=2
11. [8] [13] [19] https://steelnavigator.ovako.com/steel-grades/c45/pdf?variantIDs=465
12. https://steelnavigator.ovako.com/steel-grades/c45/pdf?variantIDs=465
13. [14] [27] https://www.mdpi.com/1996-1944/15/2/590
14. https://www.mdpi.com/1996-1944/15/2/590
15. [15] [24] https://www.researchgate.net/publication/260021782_Finite_Element_Method_


ISSN 3030-3907

Simulation_of_Machining_of_AISI_1045_Steel_With_A_Round_Edge_Cutting_Tool
16. https://www.researchgate.net/publication/260021782_Finite_Element_Method_Simulation_of_Machining_of_AISI_1045_Steel_With_A_Round_Edge_Cutting_Tool
17. [16] https://www.mdpi.com/1424-8220/21/16/5338
18. https://www.mdpi.com/1424-8220/21/16/5338
19. https://api.scienceweb.uz/storage/publication_files/9719/26645/6672631af1df4___RDB%20uslubiy%20qo%CA%BBllanma.pdf
20. https://api.scienceweb.uz/storage/publication_files/9719/26645/6672631af1df4___RDB%20uslubiy%20qo%CA%BBllanma.pdf
21. [18] [25] https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=822723
22. https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=822723
23. [21] https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584523000960
24. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584523000960


ISSN 3030-3907

# KATTA HAJMDAGI MATNLI MA'LUMOTLARNI (BIG DATA) HISSIYOTLAR TAHLILI UCHUN TAYYORLASH METODIKASI

**Olimjanova Feruza Sanjar qizi**
*Kompyuter lingvistikasi mutaxassisligi 1-bosqich magistranti*
*ToshDO'TAU,*
*E-mail: feruzaolimjanova78@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada ijtimoiy tarmoqlardan olinadigan ulkan hajmdagi tartibsiz (unstructured) matnlarni hissiyotlar tahlili (Emotion Detection) uchun tayyorlashning nazariy va metodologik asoslari tadqiq etiladi. Tadqiqotda Big Data'ning "5V" tamoyillari lingvistik nuqtai nazardan tahlil qilinib, ma'lumotlarni yig'ish, lingvistik normalizatsiya, annotatsiya metodologiyasi va axborot etikasi masalalari tizimlashtirilgan. Ayniqsa, o'zbek tilining agglyutinativ tabiati va poliorfizm sharoitida matnlarga dastlabki ishlov berishning (preprocessing) o'ziga xos xususiyatlari ilmiy asoslangan. Taklif etilayotgan metodika o'zbek tili uchun avtomatlashtirilgan hissiyotlarni aniqlash tizimlarini yaratishda nazariy poydevor bo'lib xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** Big Data, hissiyotlar tahlili, NLP, o'zbek tili, lingvistik normalizatsiya, lemmatizatsiya, annotatsiya, axborot etikasi, "5V" tamoyili, korpus lingvistikasi.

**Abstract.** This article explores the theoretical and methodological foundations of preparing massive unstructured text data from social networks for emotion detection. The study analyzes the "5V" principles of Big Data from a linguistic perspective and systematizes the issues of data collection, linguistic normalization, annotation methodology, and information ethics. Special scientific emphasis is placed on the features of text preprocessing in the context of the agglutinative nature of the Uzbek language and poly-orthography (Cyrillic and Latin scripts). The proposed methodology serves as a theoretical framework for developing automated emotion detection systems for the Uzbek language.

**Keywords:** Big Data, emotion detection, NLP, Uzbek language, linguistic normalization, lemmatization, annotation, information ethics, "5V" principles, corpus linguistics.

**Аннотация.** В данной статье исследуются теоретические и методологические основы подготовки огромных массивов неструктурированных текстовых данных из социальных сетей для анализа эмоций (Emotion Detection). В исследовании анализируются принципы «5V» Big Data с лингвистической точки зрения, а также систематизируются вопросы сбора данных, лингвистической нормализации, методологии аннотирования и информационной этики. Научно обоснованы особенности предварительной обработки текстов (preprocessing) в условиях


ISSN 3030-3907

агглютинативной природы узбекского языка и полиорфографии. Предложенная методика служит теоретическим фундаментом для создания автоматизированных систем распознавания эмоций для узбекского языка.

**Ключевые слова:** Big Data, анализ эмоций, NLP, узбекский язык, лингвистическая нормализация, лемматизация, аннотирование, информационная этика, принцип «5V», корпусная лингвистика.

**KIRISH.**

Bugungi kunda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida insoniyat tomonidan ishlab chiqilayotgan ma’lumotlarning salmoqli qismi matnli kontent ko‘rinishida namoyon bo‘lmoqda. Ayniqsa, raqamli muloqot platformalari – ijtimoiy tarmoqlar, blogpostlar va onlayn xizmatlarga qoldirilayotgan izohlar ulkan hajmdagi "Katta ma’lumotlar" (Big Data) oqimini yuzaga keltirdi [1]. Ushbu ma’lumotlarning lingvistik tabiati an’anaviy yozma nutqdan tubdan farq qilib, u o‘zida ham og‘zaki, ham yozma nutq belgilarini mujassamlashtiradi [2].

**Ma’lumotlarning "tartibsiz" (unstructured) ekanligi muammosi**

Ijtimoiy tarmoqlardagi matnli ma’lumotlarning asosiy xususiyati va ayni paytda tadqiqotchilar uchun bosh muammosi ularning strukturalashmagan (tartibsiz) ko‘rinishga egaligidir [3]. Akademik matnlardan farqli o‘laroq, ijtimoiy media kontenti qat’iy grammatik qoidalarga bo‘ysunmaydi. Unda imloviy xatolar, qisqartmalar, jargonlar, emojilar va ko‘p tilli (code-switching) elementlarning aralashib ketishi kuzatiladi. Bunday "lingvistik shovqin" matnning mazmuni va undagi hissiy yuklamani (emotion) avtomatik aniqlash jarayonini murakkablashtiradi [4]. Binobarin, tartibsiz matnlarni mashinali o‘rganish algoritmlari uchun tushunarli formatga keltirish metodikasini ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi.

Big Data konsepsiyasining fundamental "5V" tamoyillari hissiyotlar tahlili (sentiment analysis) kontekstida quyidagicha namoyon bo‘ladi [5]:

**Volume (Hajm):** Terabaytlab matnli ma’lumotlarni an’anaviy usulda (qo‘lda) qayta ishlashning imkonsizligi.

**Velocity (Tezlik):** Ijtimoiy tarmoqlardagi fikrlarning real vaqt rejimida o‘zgarishi va tahlil tizimlaridan ham shunday tezlik talab qilinishi [6].

**Variety (Xilma-xillik):** Ma’lumotlarning turli tillarda, har xil alifbolarda va turli formatlarda (post, izoh, rasm ostidagi qisqa matn) ekanligi.

**(Ishonchlilik):** Matnlardagi sarkazm, istehzo yoki feyk xabarlar tufayli hissiyotning haqiqiyligini aniqlashdagi qiyinchiliklar.

**Value (Qiymat):** Ushbu ulkan va tartibsiz matnlar ichidan jamiyat kayfiyatini aks ettiruvchi foydali xulosalarni ajratib olish [7].

**MAVZUNING DOLZARBLIGI.**


ISSN 3030-3907

An’anaviy matn tahlili usullari, asosan, lug‘atga asoslangan yoki statik qoidalar tizimiga tayanadi. Biroq, Big Data sharoitida tilning dinamik o‘zgarishi, yangi neologizmlar va hissiyot ifodalashning norasmiy usullari (masalan, "yaxshshshiii" kabi so‘z cho‘zilishi) an’anaviy tizimlarning aniqligini pasaytirib yubormoqda [8]. Shuningdek, ma’lumotlar hajmining eksponentsial o‘sishi hisoblash quvvatlaridan samarali foydalanishni talab etuvchi yangi metodologik yondashuvlarga ehtiyoj tug‘dirmoqda. Shu bois, matnlarni dastlabki qayta ishlashning nazariy asoslarini takomillashtirish, katta hajmdagi ma’lumotlarni hissiyotlar tahlili uchun sifatli tayyorlashning zamonaviy metodikasini yaratish bugungi kun tilshunosligi va IT sohasining kesishmasidagi eng dolzarb masalalardan biridir.

## ADABIYOTLAR TAHLILI.

Katta hajmdagi matnlarni tahlil qilish va ulardagi hissiy indikatorlarni aniqlash masalasi jahon va mahalliy ilm-fanda turlicha yondashuvlar asosida o‘rganib kelinmoqda. Hissiyotlar tahlili (Emotion Detection) va munosabat tahlili (Sentiment Analysis) sohalari dastlab ingliz tili materiallari asosida shakllangan bo‘lsa-da, bugungi kunda o‘zbek tili segmentida ham salmoqli tadqiqotlar amalga oshirilmoqda.

Jahon miqyosida B. Liu [4] va Pang hamda Lee [7] kabi tadqiqotchilar matnlarni tayyorlashda mashinali o‘rganish algoritmlarining o‘rni va kontekstual tahlilning nazariy asoslarini yaratganlar. Ular matndagi subyektivlikni aniqlashda "shovqin"larni tozalashning ahamiyatini fundamental darajada isbotlashgan.

O‘zbek filologiyasi va kompyuter lingvistikasi kesishmasida professor B. Elov va uning maktabi tomonidan amalga oshirilgan ishlar alohida ahamiyatga ega. Xususan, B. Elov o‘zbek tili korpusini yaratish va matnlarni avtomatik tahlil qilish metodologiyasi bo‘yicha fundamental tadqiqotlar olib borgan. Uning ishlarida o‘zbek tilining agglyutinativ tabiati, so‘z yasovchi va shakl yasovchi affikslarning semantik tahlili masalalari keng yoritilgan [6]. Bu esa Big Data sharoitida lemmatizatsiya jarayonini to‘g‘ri tashkil etish uchun nazariy manba bo‘lib xizmat qiladi.

Ayniqsa, professor Shahlo Hamroyeva tomonidan o‘zbek tili milliy korpusining lingvistik asoslari va so‘z shakllarini modellashtirish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar ushbu mavzu uchun metodologik poydevor bo‘lib xizmat qiladi [8]. Sh. Hamroyevaning matn birliklarini leksik-semantik jihatdan tizimlashtirish va korpus lingvistikasining nazariy tamoyillari bo‘yicha ishlari, ijtimoiy tarmoqlardagi "tartibsiz" matnlarni ilmiy nuqtai nazardan normalizatsiya qilish va ularni tahlilga tayyorlash jarayonida muhim ilmiy asos bo‘ladi. Uning agglyutinativ tillarda morfologik tahlil modellarini yaratish borasidagi


ISSN 3030-3907

yondashuvlari hissiyotlar tahlilida so‘z o‘zagini aniqlash aniqligini ta’minlashda yuqori qimmatga ega.

So‘nggi yillarda o‘zbek tili segmentida sentiment tahlil va hissiyotlarni aniqlash bo‘yicha A. Abdullayev va G. Raximova kabi tadqiqotchilar tomonidan olib borilayotgan izlanishlar ham diqqatga sazovordir. Ular tomonidan ishlab chiqilgan hissiy lug‘atlar (lexicons) va datasetlarni shakllantirish tamoyillari, ijtimoiy media kontentini klassifikatsiyalashda yangi metodik yondashuvlarni taklif etadi [9].

Biroq, tahlillar shuni ko‘rsatadiki, katta hajmdagi (Big Data) ma’lumotlarni yig‘ishdan to ularni annotatsiya qilishgacha bo‘lgan barcha bosqichlarni qamrab oluvchi yaxlit va tizimli metodika hali ham takomillashtirishga muhtojdir. Ayniqsa, o‘zbek tili ijtimoiy segmentidagi poliorfizm (lotin va kirill aralashuvi) va dialektal xususiyatlarning hissiyot tahliliga ta’siri masalasi ushbu maqolaning tadqiqot obyektini belgilab beradi.

**Ma’lumotlarni tanlash va yig‘ishning konseptual tamoyillari**

Katta hajmdagi matnli ma’lumotlar bilan ishlashda sifat ko‘rsatkichi miqdor ko‘rsatkichidan ustun turadi. Hissiyotlar tahlili uchun bazani shakllantirish shunchaki ma’lumot yig‘ish emas, balki muayyan ilmiy tamoyillarga asoslangan strategik jarayondir [11].

**Reprezentativlik tamoyili**

Reprezentativlik – yig‘ilgan ma’lumotlar to‘plamining (dataset) o‘rganilayotgan obekt yoki ijtimoiy guruhning umumiy kayfiyatini qanchalik xolis aks ettira olish darajasidir [12]. Nazariy jihatdan, agar tanlab olingan ma’lumotlar faqat bir turdagi platformadan (masalan, faqat Telegram) yig‘ilsa, tadqiqot xulosalari bir yoqlama bo‘lib qolishi mumkin.

Maqsadli guruh mutanosibligi: Tadqiqot ijtimoiy qatlamlarning yoshi, jinsi va hududiy mansubligini qamrab olishi lozim.

Statistik ishonchlilik: Tanlanma hajmi shunday bo‘lishi kerakki, undan olingan natijalar katta ehtimollik bilan umumiy ijtimoiy fikrga mos kelsin. Bu tamoyil tahlil natijalarining umumlashtirish (generalization) imkoniyatini ta’minlaydi [13].

**Ekstraktsiya metodologiyasi:** Web-mining va Text-mining

Ma’lumotlarni avtomatlashtirilgan holda ajratib olish (extraction) jarayoni ikki xil nazariy yondashuvning kesishmasida amalga oshiriladi:

**Web-mining (Veb-qazib olish):** Bu jarayonda asosiy e’tibor internetdagi strukturalashmagan ma’lumotlarni qidirish va yig‘ishga qaratiladi [10]. Bu yerda Web Content Mining (kontentni ajratish) va Web Structure Mining (sahifalararo bog‘liqlikni tahlil qilish) muhim rol o‘ynaydi.


ISSN 3030-3907

**Text-mining (Matn-qazib olish):** Web-mining orqali yig‘ilgan xom ma’lumotlar ichidan aynan matnli qismlarni, ya’ni til birliklarini, sintaktik qurilmalarni va semantik ma’nolarni ajratib olish jarayonidir [4].

Nazariy modelda Web-mining "qobiq" bilan ishlasa, Text-mining bevosita "mag‘iz" (matn mazmuni) bilan ishlaydi. Hissiyotlar tahlili uchun ushbu ikki metodologiyaning sinxron ishlashi ma’lumotlar sifatini oshiradi.

**Manba ishonchliligi va "shovqin" tasnifi**

Big Data sharoitida ma’lumotlar manbasining ishonchliligi (Veracity) tahlil aniqligini belgilovchi eng asosiy omildir. Nazariy jihatdan manbalarni "shovqin" darajasiga ko‘ra quyidagicha tasniflash mumkin:

**Texnik shovqinlar:** Matndagi HTML teglar, reklamalar va takrorlanuvchi tizimli xabarlar [3].

**Ijtimoiy shovqinlar (Spam va Botlar):** Sun’iy ravishda yaratilgan, hissiyot tahlilini manipulyatsiya qilishga qaratilgan avtomatik xabarlar. Ular haqiqiy inson hissiyotini ifodalamaydi.

**Feyk va noto‘g‘ri ma’lumotlar:** Mazmunan yolg‘on bo‘lgan xabarlar, garchi ular hissiy bo‘yoqqa ega bo‘lsa-da, ijtimoiy kayfiyatni noto‘g‘ri aks ettirishi mumkin.

Manbalarni saralashda ishonchlilik filtrlari (reliability filters) metodikasini qo‘llash, tadqiqotning ilmiy qiymatini saqlab qolishga xizmat qiladi. Faqat verifikatsiyadan o‘tgan yoki foydalanuvchi faolligi tabiiy bo‘lgan manbalarni tanlash hissiyotlar tahlilidagi xatoliklar ehtimolini kamaytiradi.

**Matnga ishlov berishning iyerarxik bosqichlari:**

Katta hajmdagi tartibsiz matnlarni hissiyotlar tahlili (Emotion Detection) uchun tayyorlash jarayoni murakkab lingvistik bosqichlarni talab etadi. Bu jarayon xom ma’lumotni (raw data) semantik birlikka aylantirishning iyerarxik tizimidir.

**Lingvistik normalizatsiya va standartlashtirish muammolari**

Lingvistik normalizatsiya – bu matndagi har xil ko‘rinishdagi leksik birliklarni yagona kanonik (standart) shaklga keltirish jarayonidir [14]. Ijtimoiy tarmoqlar kontekstida bu bosqich bir qator nazariy muammolarni yuzaga keltiradi:

Dialektizmlar va adabiy til munosabati: Ijtimoiy media foydalanuvchilari ko‘pincha hududiy dialektlar yoki submadaniy jargonlardan foydalanishadi. Nazariy jihatdan, ushbu birliklarni adabiy tilga o‘tkazishda so‘zning hissiy bo‘yog‘i yo‘qolishi xavfi mavjud.

**Grafik normalizatsiya:** O‘zbek tili segmenti uchun xos bo‘lgan lotin va kirill alifbolarining aralash qo‘llanilishi matnni kompyuter tomonidan tahlil qilishda "so‘zlar xilma-xilligi"ni sun’iy oshirib yuboradi.


ISSN 3030-3907

**Morfologik va sintaktik tahlil: Lemmatizatsiyaning roli**

Morfologik tahlilning eng muhim bo‘g‘ini – lemmatizatsiya (so‘zni uning boshlang‘ich lug‘aviy shakliga keltirish) hisoblanadi. Hissiyotlarni aniqlashda ushbu jarayonning nazariy ahamiyati quyidagilardan iborat:

**Leksik zichlikni kamaytirish:** Agglyutinativ tillarda birgina so‘z o‘zagi yuzlab affikslar bilan kelishi mumkin. Lemmatizatsiya algoritmi so‘z o‘zagini aniqlash orqali modelga hissiy lug‘at (emotion lexicon) bilan samarali bog‘lanish imkonini beradi [3].

**Hissiy yuklamaning saqlanishi:** Nazariy tahlilda "lemmatizatsiya" va "stemming" farqlanishi shart. Lemmatizatsiya so‘zning morfologik tabiatini saqlagan holda tahlil aniqligini ta’minlaydi.

**To‘xtovchi so‘zlar (Stop-words) nazariyasi**

Matn tahlilida informatsion yuklamaga ega bo‘lmagan so‘zlarni olib tashlash an’anaviy usul hisoblanadi. Biroq, hissiyotlar tahlilida bu jarayonga ehtiyotkorona nazariy yondashuv talab etiladi:

**Funksional so‘zlar va hissiyot:** Odatda "va", "bilan", "uchun" kabi yordamchi so‘zlar olib tashlanadi. Ammo ba’zi yordamchi so‘zlar (masalan, "-mi", "nahotki") gapning so‘roq yoki hayrat ohangini belgilaydi.

Inkor muammosi (Negation handling): Nazariy jihatdan "emas", "yo‘q" kabi inkor so‘zlari stop-words ro‘yxatiga kiritilishi katta xatodir [13]. Hissiyotlar tahlili metodikasida inkor birliklarini matn tarkibida saqlab qolish tamoyili ilgari suriladi.

**2-jadval.**

**Hissiyotlar tahlili (Emotion Detection) jarayonida matnga dastlabki ishlov berish (preprocessing) bosqichlarining funksional tavsifi**

| Ishlov berish bosqichi | Maqsadi | Hissiyot tahlilidagi ahamiyati |
|---|---|---|
| **Normalizatsiya** | Matnni yagona standartga keltirish | Kirill/Lotin variantlarini birlashtirish, xatolarni tuzatish. |
| **Tokenizatsiya** | Matnni so‘zlarga ajratish | Hissiy lug‘atlar bilan solishtirish uchun asosiy birlikni yaratish. |
| **Lemmatizatsiya** | So‘zni o‘zak shakliga keltirish | Agglyutinativ qo‘shimchalarni ajratib, o‘zakdagi hissiyotni topish. |


ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| **Stop-words filtri** | Ma’nosiz so‘zlarni olib tashlash | Modelni keraksiz so‘zlardan tozalash (Inkor yuklamalaridan tashqari). |
| **Negation handling** | Inkor birliklarini saqlash | "Yaxshi emas" birikmasidagi negativlikni yo‘qotmaslik. |

Yuqorida keltirilgan 2-jadvalda matnli ma’lumotlarni hissiyotlar tahlili uchun tayyorlashning iyerarxik bosqichlari tizimlashtirilgan. Jadval tahlili shuni ko‘rsatadiki, **normalizatsiya** va **lemmatizatsiya** bosqichlari agglyutinativ tillar, xususan, o‘zbek tili uchun bazaviy filtr hisoblanadi. Zero, o‘zbek tilidagi lotin va kirill alifbolari poliorfizmi sharoitida matnlarni yagona standartga keltirmasdan turib, keyingi tahlil bosqichlarida yuqori aniqlikka erishib bo‘lmaydi.

Jadvalning e’tiborli jihati shundaki, unda **Stop-words filtri** va **Negation handling (inkorni hisobga olish)** o‘rtasidagi farq aniq ko‘rsatilgan. An’anaviy tahlildan farqli o‘laroq, hissiyotlarni aniqlash metodikasida inkor birliklarini saqlab qolish gapning semantik yo‘nalishini (ijobiy/salbiy) saqlab qolishda fundamental ahamiyat kasb etadi. Ushbu bosqichlar ketma-ketligi "shovqinli" Big Data ma’lumotlarini ilmiy jihatdan asoslangan "Oltin standart" datasetiga aylantirishning asosiy mexanizmi bo‘lib xizmat qiladi.

**Ekspertli baholash va annotatsiya metodologiyasi**

Katta hajmdagi matnli ma’lumotlarni tayyorlashning yakuniy va eng mas’uliyatli bosqichi bu – matnlarga tegishli hissiyot toifalarini biriktirish, ya’ni annotatsiya jarayonidir. Bu jarayon mashinali o‘rganish modellari uchun "o‘qituvchi" vazifasini o‘taydi [10].

**Subyektivlik muammosi va annotatorlararo kelishuv**

Hissiyotlarni aniqlash (Emotion Detection) obektiv o‘lchov birliklariga ega bo‘lmagan soha bo‘lgani uchun, bu yerda subyektivlik muammosi birinchi planga chiqadi.

**Idrok tafovuti:** Bir xil ijtimoiy tarmoq izohi turli insonlar tomonidan turlicha qabul qilinishi mumkin.

**Nazariy yechim:** Ushbu muammoni bartaraf etish uchun nazariyada Inter-Annotator Agreement (Annotatorlararo kelishuv) koeffitsiyentlaridan (masalan, Koen kappasi) foydalaniladi [11].

**Hissiyotlarni toifalashning nazariy modellari**

Nazariy tahlilda asosan ikki xil yondashuv ajralib turadi:


ISSN 3030-3907

**Ekman modeli (Diskret model):** Pol Ekman tomonidan ilgari surilgan ushbu model hissiyotlarni 6 ta bazaviy toifaga ajratadi: shodlik, qayg‘u, qo‘rquv, g‘azab, hayrat va jirkanish [13].

**Plutchik modeli (Hissiyotlar g‘ildiragi):** Robert Plutchik modeli hissiyotlarning yanada murakkab va iyerarxik tuzilishini taklif etadi. Bu yondashuv matndagi hissiyotning nafaqat turini, balki uning kuchini aniqlashda ham nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi [13].

**Oltin standart (Gold Standard) yaratish talablari**

Metodologiyaning cho‘qqisi bu – "Oltin standart" (Gold Standard) datasetini yaratishdir. Bu ideal darajada aniq belgilangan va tekshirilgan ma’lumotlar to‘plami bo‘lib, u sifat nazorati, muvozanatlilik (Class Balance) va kontekstual boylik kabi nazariy talablarga javob berishi kerak [14].

**Axborot etikasi va huquqiy aspektlar:**

Big Data tahlili nafaqat texnik, balki jiddiy etik va huquqiy masalalarni ham yuzaga keltiradi. Tadqiqot obyekti sifatida insonning raqamli nutqi olinganda, axborot etikasi (information ethics) tamoyillariga rioya qilish shart [15].

**Maxfiylik nazariyasi va etik chegaralar.**

Anonimlashtirish tamoyili: Katta hajmdagi matnlarni tayyorlash jarayonida foydalanuvchining shaxsini identifikatsiya qiluvchi barcha ma’lumotlar matn tarkibidan olib tashlanishi shart [16].

**Ma’lumotlardan foydalanishning maqsadliligi:** Yig‘ilgan ma’lumotlar faqat e’lon qilingan ilmiy maqsadda qo‘llanilishi, foydalanuvchining obro‘siga putur yetkazadigan maqsadlarda foydalanmaslik kafolatlanishi kerak.

**Ma’lumotlar egaligi va manfaatlar muvozanati**

Ijtimoiy tarmoq foydalanuvchisi kontenti (User-Generated Content - UGC) va tadqiqotchining huquqlari o‘rtasidagi muvozanatni saqlash huquqiy tahlilning markazida turadi. Nazariy yondashuv shuni ko‘rsatadiki, tadqiqotchi foydalanuvchining "shaxsiy hududi" va "ommaviy hududi" o‘rtasidagi farqni anglagan holda ish tutishi kerak [27].

Shu nuqtai nazardan, Big Data bilan ishlovchi har bir metodologiya xalqaro ma’lumotlarni himoya qilish reglamentlari (masalan, GDPR) va milliy qonunchilik talablariga mos kelishi, tadqiqotning huquqiy legitimligini ta’minlashi zarur [28].

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think.
2. Inmon, W. H., & Linstedt, D. (2014). Data Architecture: A Primer for the Data Scientist.


ISSN 3030-3907

3. Liu, B. (2020). Sentiment Analysis: Mining Opinions, Sentiments, and Emotions.
4. Laney, D. (2001). 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety.
5. Zikopoulos, P., & Eaton, C. (2011). Understanding Big Data.
6. Elov, B. B. (2020). O‘zbek tili kompyuter lingvistikasining nazariy va amaliy masalalari.
7. Pang, B., & Lee, L. (2008). Opinion Mining and Sentiment Analysis.
8. Hamroyeva, Sh. M. (2018). O‘zbek tili milliy korpusining lingvistik asoslari.
9. Abdullayev, A. (2023). Hissiyotlar tahlilida o‘zbek tili korpusidan foydalanish va annotatsiya tamoyillari.
10. Liu, B. (2011). Web Data Mining.
11. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). Speech and Language Processing.
12. Hutto, C. J., & Gilbert, E. (2014). VADER: A Parsimonious Rule-based Model for Sentiment Analysis.
13. Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions.
14. Plutchik, R. (1980). Emotion: A Psychoevolutionary Synthesis.
15. Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for Big Data.
16. Voigt, P., & Von dem Bussche, A. (2017). The EU General Data Protection Regulation (GDPR).


ISSN 3030-3907

# O‘ZBEGIM MILLIY MATOLARIDAN TAYYORLANGAN O‘ZBEK LIBOSLARIDA USLUBLAR ARALASHMASI

**Orakbayeva Muslima Ibrayim qizi**
***Qarshi davlat universiteti talabasi***
***E-mail: orakbaevamuslima@gmail.com***

**Annotatsiya.** O‘zbekiston hududida yashagan eng qadimgi ajdodlarimizning kiyimlari ham dunyoning boshqa mintaqalaridagi qadimgi kishilar kiyimlari kabi tabiiy iqlim, turmush sharoitlari va urug‘-qabila an’analari asosida shakllangan. Bugungi kunda zamonaviy kiyimlarni ipak matosiz tasavvur qilish qiyin.Tabiiy ipakdan tayyorlangan barcha mahsulotlar, dunyo bo‘yicha eng raqobatbardosh mahsulotlardan hisoblanadi. Mamlakatimiz hududida yashaydigan xalqlarning kiyim-kechaklari uzluksiz o‘zgarishi va rivojlanishi, turli uslublarda tayyorlanishi faqat shu hududning ijtimoiy-siyosiy va etnik tarixi bilan bog‘liq bo‘lmay, balki butun Markaziy Osiyo tarixi va ijtimoiy hayoti bilan ham bog‘liqdir.

**Kalit so‘zlar:** Uslub, milliy mato, o‘zbek liboslari, uslublar aralashmasi, Atlas, ipak, to‘quvchilik, Moda, klassik uslub, san’at, kiyim, stilist, zamonaviy moda, badiiy madaniyati, estetika, ranglar, davr, amaliyot,rivojlanish darajasi, zamonaviy kiyimlar, turli xil uslublar.

**Аннотация.** Одежда наших древнейших предков, живших в Узбекистане, как и одежда древних народов других регионов мира, формировалась на основе природного климата, условий жизни и племенных традиций. Сегодня трудно представить современную одежду без шелковой ткани. Все изделия из натурального шелка входят в число самых конкурентоспособных товаров в мире. Непрерывные изменения и развитие одежды народов, проживающих в нашей стране, ее изготовление в различных стилях, связаны не только с социально-политической и этнической историей этого региона, но и с историей и общественной жизнью всей Центральной Азии.

**Ключевые слова:** стиль, национальная ткань, узбекская одежда, смешение стилей, Атлас, шелк, ткачество, мода, классический стиль, искусство, одежда, стилист, современная мода, художественная культура, эстетика, цвета, эпоха, практика, уровень развития, современная одежда, различные стили.

**Abstract.** The clothes of our most ancient ancestors who lived in Uzbekistan, like the clothes of ancient people in other regions of the world, were formed on the basis of natural climate, living conditions and tribal traditions. Today, it is difficult to imagine modern clothes without silk fabric. All products made of natural silk are among the most competitive products in the world. The continuous change and development of the clothes of the peoples living in our country, their


ISSN 3030-3907

manufacture in various styles, are connected not only with the socio-political and ethnic history of this region, but also with the history and social life of all of Central Asia.

**Keywords:** Style, national fabric, Uzbek clothing, mixture of styles, Atlas, silk, weaving, Fashion, classical style, art, clothing, stylist, modern fashion, artistic culture, aesthetics, colors, era, practice, level of development, modern clothing, various styles.

**KIRISH.**

Avvalo, nima uchun aynan shu mavzuni tanlaganim haqida qisqacha to‘xtalmoqchiman. Yana savol tug‘iladi, mavzuni nimasi xato, nimasi noto‘g‘ri, yoki sababi nimada? Sababi shuki, men Qoraqalpoq qiziman va men aynan o‘zbek milliy liboslari haqida maqola yozayotganimdan juda xursandman. O‘zimni mutaxassisligimdan kelib chiqqan holda shuni ayta olamanki, aynan O‘zbek milliy liboslari, ularning kelib chiqish tarixi va ulardagi uslublar aralashmasi hech bir millat vakillarini e’tiborini tortmasdan qolmaydi shu qatorda meni ham. Shunday ekan, Universitetda o‘qiganlarim, o‘rganganlarim, amaliyotda ko‘rganlarim va ustozim,Yengil-sanoat mutaxassisi Ma’mura Suvonovaning o‘rgatganlari bo‘yicha bugun shu mavzuga qo‘l urdim.

Uslub nima? Avvalo shu so‘zga ta’rif bersam, uslub – davrning badiiy tili, davrning badiiy ifodasi. Unda muayyan tarixiy davrning estetik ideali namoyon bo‘ladi. Uslub barcha san’at turlariga o‘zgacha ta’sir etadi, Uslubda har bir davrni dunyoqarashlari va g‘oyalari aks etiladi. Har bir uslub rivojlanish jarayonida bir necha bosqichlardan iborat: paydo bo‘lishi, avjga yetishi, inqirozga uchrashi. Shuni e’tiborga olish lozimki, har bir davrda bir necha uslublar birgalikda mavjud bo‘lgan. Oldin bo‘lgan, ayni shu vaqtda hukmronlik qilgan va kelajak uslubning elementlari. Har bir mamlakatda badiiy madaniyati rivojlanish darajasi, siyosiy va ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyoti, boshqa mamlakatlar madaniyati bilan aloqaligi bilan bog‘liq badiiy uslublari bor. Bizning o‘zbek xalqimiz liboslarida ham.

Tarixiy davrlar o‘tishi bilan uslublar o‘zgarib, o‘tmishda qoldi: jamoa va insonni turmush sur’ati tezlashishi, informatsion jarayonlarni rivojlanishi, yangi texnologiyalar va ommabop bozorni ta’siri, yagona uslubga emas, balki ko‘p uslubiy shakllar va plastik siymolarni mavjud bo‘lishiga olib keldi.

**TADQIQOT METODOLOGIYASI**. Uslublar haqida gapirar ekanman, bugungi zamonaviy modada menga, eng yoqadigan uslub bu *KLASSIK* uslubdir. Chunki men ta’lim olayotgan Qarshi Davlat Universitetimizda talaba-yoshlarimizni kiyinish uslublari aynan klassik uslubda va bu hammamizga birdek yoqadi. Klassik uslub oddiy va ishbilarmon uslub bo‘lib, modaga deyarli sig‘inmaydigan, deyarli o‘zgarmaydigan, hamma talaba-yoshlarga, professor-o‘qituvchilarga ham yoqadigan elegant uslub. Klassik uslub – bu ko‘zga


ISSN 3030-3907

tashlanmaydigan juda oddiy siymo, e'tiborni o'ziga sifati bilan tortadi. Bir so'z bilan aytganda modadan qolmaydigan, modasi o'zgarmaydigan uslubdir. Aynan shu uslubda kiyinishda ranglarga alohida e'tibor beraman, chunki, to'q rangli klassik uslubdagi liboslarni ya'ni ko'zga tez tashlanadigan ranglardan qochib, ko'zni charchatmaydigan va eng muhimi o'zim uchun qulay bo'lgan kiyimlarni kiyishga harakat qilaman. Bu esa sifatli ta'lim olish jarayonlarida ijobiy natijalarga erishishimda yordam beradi.

Mustaqillikka erishganimizdan so'ng xorijiy mamlakatlar bilan aloqalar kuchaydi. Xorijdan kelgan mahsulotlar mahalliy mahsulotlarga raqobatdosh bo'lgani bois, buyumlar dizayniga, kiyimlar uslubiga katta e'tibor beriladigan bo'ldi. Kiyim iste'mol va ommabop chiqariladigan buyum bo'lgani bois, kiyim dizayneri asosan sanoatga oid kolleksiyalarni yaratadi. Bunday mutaxassislarni kiyim dizayneri yoki "stilist" deb atashadi. Aynan dizaynerlarimiz, bugungi yoshlarimiz orasidagi zamonaviy modaga ko'proq e'tibor bergan holda, liboslarimizni konstruktiv yechimini, matosini va siymosini belgilaydigan va eng muhimi insonni o'ziga xos estetik didini ifodalaydigan liboslar yaratishlarini bugungi kunning muhim shartlaridan biri deb hisoblayman.

Zamonaviy modaning juda tez va jadal rivojlanib borayotganini hatto kundalik turmushimizda ham ko'rishimiz mumkin. Moda taraqqiyoti ijtimoiy-tarixiy hodisalari bilan bog'liqligini esa har kun, har soniyada kuzatamiz. Modani darhol o'zgarishlariga ijtimoiy va siyosiy o'zgarishlar, yirik tarixiy o'zgarishlar, san'at, fan va texnikadagi tub o'zgarishlar sabab bo'ladi. Jamoaning e'tiborini o'ziga tortadigan barcha siyosiy hodisalar modada yangi standartlar va namunalarni paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

Xalqaro aloqalarni va ommaviy axborot vositalarni rivojlanishi, xalqaro bozorni shakllanishi ham modani rivojlanishiga asos yaratadi. Dizayn olamida moda – shunday uslubga aylandiki, radio, televideniye, global kompyuter tarmog'i bu jarayonga o'z hissasini qo'shdi. Ular yordamida yer yuzida yangi moda to'g'risida ma'lumot tez vaqtda ma'lum bo'ladigan bo'ldi.

Aynan biz bo'lajak, Yengil sanoat mutaxassislari uchun moda olamidagi o'zgarishlar yoki yangiliklar juda muhim ahamiyatga ega. Modaning har bir namunasi uni muxlislariga muayyan maqsadga erishishga, intilishiga, zamonaviy ko'rinib turishiga yoki ommalar orasida ajralib turishiga, atrofdagi insonlarga o'zi to'g'risida ma'lum ma'lumot berishiga imkon beradi. Bu holat ayniqsa xotin-qizlar orasida ma'lum va mashhurdir. Ayollar liboslarida modaning o'rni beqiyosdir. Bugungi kunning modasi haqida gapiradigan bo'lsak, ayollar doimo moda olamida yetakchidir. Ular har soat, har soniyada moda bilan birga harakatda. Bugungi kunning modasini men, O'zbek milliy matolaridan tikilgan, milliy liboslarida ko'ra olaman.


ISSN 3030-3907

Xo‘sh, milliy matolarimizdan tayyorlangan milliy uslubdagi liboslarimiz qanchalik chiroyli va bejirim? Milliy matolarning o‘rni nimada? Qisqacha, milliy matolarga to‘xtalsam, Misol, qilib ***ATLAS*** matosini olsak.

Qadim tarixdan ma’lumki, yurtimizda chiroyi bo‘yicha beqiyos bo‘lgan yuqori sifatli matolardan ipak tolali matolar ishlab chiqarilgan. Bu matolar ilk o‘rta asrlardan boshlab butun sharqda, Buyuk Ipak yo‘li o‘tgan barcha mamlakatlarga savdogarlar tomonidan olib borilgan va shuhrat qozongan. Buxoro va Samarqandda ishlab chiqilgan matolarning shuhrati haqida X-asr tarixchilari – Narshaxiy, Maqsudiy va boshqa muarrixlarning ma’lumotiga ko‘ra, mahalliy matolarimiz Bog‘dod, Xuroson, Suriya, Vizantiya, Misr mamlakatlarida xaridorgir bo‘lgan. Mato ishlab chiqarish hunarmandchilikka asoslangan xalq hayoti, uning tarixiy taqdiri bilan bog‘liq bo‘lgan. XIX asrning o‘rtalarida Buxoro, Marg‘ilon, Namangan, Samarqand, Shahrisabz, Xo‘jandda yuqori sifatli matolarning rang-barang turlari ishlab chiqarildi.

Atlas-deganda ko‘z oldimizda kamalak misoli, turli xil ranglarda, yal-yal yonib, jilolanib, ko‘zni qamashtirib, nigohlarni o‘ziga tortuvchi, bir lahzada rom etuvchi mato ko‘z o‘ngimizda gavdalanadi. Aslida, bu matoga yuksak baho berishimiz va yuqorida berilgan ta’riflarimiz ham juda kam deb o‘ylayman. Chunki, dunyo mamlakatlarini hech birida bunday ATLAS matosi bo‘lmagan. Faqat bizning serquyosh O‘zbekistonda, Qo‘qon xoni Xudoyorxon tomonidan ilk bor to‘qilgan matodir.



Marg‘ilon atlasining nomi va turlari yetti iqlimga ma’lum va mashhur bo‘lib ketdi. Shahar “Ipak shahri” deb nom oldi. Avvalo, shahar xalqining azaliy mashg‘uloti bo‘lgan atlas to‘qish tarixiga to‘xtalsak, ma’lumki, ipakchilik Marg‘ilon shahrida qadimdan rivojlangan. Bu to‘g‘risida tarixchilarimizdan biri shunday deb yozib qoldirgan: “Marg‘ilonda to‘qilgan bir darparda uchun Buxoroning butun yer xirojini bersa arziydi”. Haqiqatdan ham ipakchilarimiz o‘z


ISSN 3030-3907

matolarini qadimdan dunyo bo‘ylab namoyish etganlar. Ipakdan tayyorlangan tayyor mahsulotning eng jozibali,eng maftunkor matosi bu –atlasdir.

Bugungi kunda zamonaviy kiyimlarni ipak matosiz tasavvur qilish qiyin. Adras va atlas matolaridan tikilgan kiyimlarni tantanali marosimlarda, nikoh to‘ylarida, milliy bayramlarda va hatto harbiy yurishlarda ham kiyilgan. Hatto Iskandar Zulqaynarning harbiy askarlari jasurlik va jasorat belgisi sifatida moviy rang ipakdan tikilgan ustki kiyimlarda yurishgan.

Milliy liboslarimiz milliy madaniyatimizning bir bo‘lagi ekanligini bugungi kunda ko‘pchilik tushunib yetyapti. Shunday ekan, biz har oy haftaning juma kunida Qarshi Davlat Universitetida milliy liboslarimizni zamonaviy uslublarda, milliy matolarimizdan foydalangan holda tikib, tayyorlab, “Milliy liboslar ko‘rgazmalarini” o‘tkazish doimiy an’anaga aylangan. Aynan ana shu milliy kiyimlarimiz orqali ham, an’ana va qadriyatlarimizga bo‘lgan hurmatimizni namoyon etamiz. Hatto shaxsan O‘zim ham Qoraqalpoq milliy liboslari va O‘zbek milliy liboslari ko‘rgazmasini tashkillashtirib, undagi uslublar aralashmasiga alohida urg‘u berdim. Ko‘rgazmam to‘g‘risida ko‘p va xo‘p gapirishim mumkin, ammo buni quyidagi bittagina maqolamda ko‘rsatib, yoritib bera olmayman. Keyingi maqolalarimda kengroo qilib yozib qoldirmoqchiman. Bu ko‘rgazmadan asosiy maqsadimiz, yoshlarimizni qadriyatlarimizni ulug‘lashga, ularni asrab-avaylashga, milliy matolarimizga bo‘lgan hurmatlarini yanada yuksaltirishga qaratilgandir. Ushbu ko‘rgazmam hammaga birdek manzur bo‘ldi va bu menga faxr tuyg‘usini yana va yana uyg‘otdi. Talabalarimizga milliy matomiz, milliy uslubda tikilgan milliy liboslarimiz millatimiz ko‘zgusi ekanligini keng targ‘ib qilish oldimda turgan muhim vazifalarimdan biri ekanligini o‘zimga maqsad qildim.

Qarshi davlat universiteti talabasi, Yengil-sanoat mutaxassisligi bo‘yicha tahsil olayotgan fakultetim talabasi sifatida shuni baralla ayta olamanki, o‘zining uslubiga ega O‘zbek milliy liboslari butun dunyoga taralgan va bu bilan biz faxrlanamiz,albatta.


ISSN 3030-3907



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Xasanboyeva G.K. Libos dizayni. Ma’ruza matni -T.: TTESI, 2011.
2. X.X.Kamilova,N.A.Isaxojayeva, K.R.Fuzailova “Kostyum kreativ grafikasi”2017.
3. Xasanboyeva G.K. , Krimova O.I. “Kiyim modelini ishlash va konstruksiyasini tayyorlash” T. “O‘qituvchi”, 1990. TTESI.
4. Xasanboyeva G.K. “Kompozitsiya asoslari” Ma’ruza matni.

# OLIY O‘QUV YURTI TALABALARINIG EMPATIK RIVOJLANGANLIGINING JINSLAR O‘RTASIDAGI FARQLAR VA BOG‘LIQLIKLARNING PSIXOLOGIK MUAMMOLARINI O‘RGANISH VA AMALIY TAVSIYALAR ISHLAB CHIQISH

**Xolboyev A.**
*O‘zbekiston davlat jahon tillari universiteti “Pedagogika va psixologiya” kafedrasi o‘qituvchisi*

**Annotatsiya.** Ushbu maqola asosida Oliy ta’lim muassasalarida tahsil oluvchi talabalarning psixologik holati, ularda uchraydigan muammolar va ularni bartaraf qilish usullarini o‘rganib chiqamiz. Talabalarning o‘zaro hissiy tushunish va muammolarini angalash va hissiy empatik rivojlanganlikni o‘rganish asosiy maqsadimizdir

**Kalit so‘zlar:** talabalik davri, psixologik qo‘llab-quvvatlash, kognitiv rivojlanish, empatiya, shaxs.

**Abstract.** based on this article, we will study the psychological state of students studying in higher education institutions, the problems they encounter and methods for their elimination. Our main goal is to understand the mutual emotional understanding and problems of students and to study their emotional empathic development.

**Keywords:** student period, psychological support, cognitive development, empathy, personality.

**Аннотация.** На основе данной статьи мы изучим психологическое состояние студентов, обучающихся в высших учебных заведениях, проблемы, с которыми они сталкиваются, и методы их устранения. Наша главная цель — понять взаимопонимание и проблемы студентов, а также изучить развитие их эмоциональной эмпатии.

**Ключевые слова:** студенческий период, психологическая поддержка, когнитивное развитие, эмпатия, личность.

## KIRISH.

Talabalik davri shaxsning intellektual va psixologik rivojlanishida muhim bosqich hisoblanadi. Talabalar ko‘pincha yangi muhitga moslashish, o‘qish jarayonidagi yuklama, vaqtni to‘g‘ri taqsimlash hamda kelajak kasbini tanlash kabi masalalar bilan yuzlashadilar. Bu jarayonda ayrim talabalar o‘zlarida ishonchsizlik, stress yoki motivatsiyaning pasayishini his qilishlari mumkin. Ba’zan talaba o‘z muammolarini mustaqil hal qilishga harakat qiladi, biroq ba’zi vaziyatlarda psixologik maslahat va qo‘llab-quvvatlash zarur bo‘ladi.

Talabalar orasida uchraydigan yana bir muammo — ijtimoiy muhitga moslashishdir. Yangi guruh, yangi o‘qituvchilar va yangi talablar talaba uchun dastlab murakkab tuyulishi mumkin. Shu sababli talabalarda o‘z fikrini erkin


ISSN 3030-3907

ifoda etish, jamoadagi o‘rnini topish yoki muloqot qilishda qiyinchiliklar yuzaga kelishi ehtimoli mavjud. Bunday holatlarda psixologik xizmatlar talabalarga o‘z muammolarini tushunish va ularni samarali hal qilish yo‘llarini topishda yordam beradi. Talabalarga o‘zidagi ijtimoiy holatni ko‘ra olishiga yordam berish va kognitiv rivojlanishni oshirishni ta’minlash bilan psixologiya shug‘ullanadi, albatta. Kognitiv rivojlanish – bu insonning fikrlash, tahlil qilish, eslab qolish va muammolarni hal qilish qobiliyatlarini shakllantirish jarayonidir. Bu jarayon talabalarda o‘quv materialini tez va samarali o‘zlashtirish, mavzularni chuqur tushunish va mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga yordam beradi. Kognitiv rivojlanish orqali talaba nafaqat nazariy bilimlarni egallaydi, balki ularni amaliyotda qo‘llash, mantiqiy xulosalar chiqarish va murakkab vaziyatlarda to‘g‘ri qarorlar qabul qilish ko‘nikmalarini ham o‘zlashtiradi. Shu bilan birga, ijodiy fikrlash qobiliyati kuchayadi, yangi g‘oyalar yaratish va innovatsion yechimlar topish osonlashadi. Kognitiv jarayonlarni rivojlantirish talabalarga o‘zini nazorat qilish, samarali o‘rganish strategiyalarini tanlash va har bir vaziyatga moslashish imkonini ham beradi. Natijada, ularning nafaqat akademik yutuqlari oshadi, balki hayotiy muammolarni mantiqiy va tizimli yondashuv bilan hal qilish qobiliyati ham kuchayad. Ushbu tadqiqotimizda talabalarning jins jihatdan “Empatik munosabatlarining o‘rtasidagi farqlarni o‘rganishga etiborimizni qaratdik olingan natijalarni Mann-Uitni U-mezoni bo‘yicha batafsi qizlar va ygitlar urtasida kuzatilgan farqlqrni bayon etdik.

**1-Jadval**

**V. V. Boyko Empatiya testini o‘rganish so‘rovnomasi shkalalari bo‘yicha jins xususiyatlarini taqqoslash natijalari (Mann-Uitni U-mezoni)**

| Shkalalar | jinsi(o‘rtacha ranglar) | | U | p |
|---|---|---|---|---|
| | qizlar (n=10) | ygitlar (n=228) | | |
| Emotsiyalarni boshqara olmaslik | 100,15 | 120,35 | 946,500 | 0,346 |
| Emotsiyalarni noto‘g‘ri ifodalash | 93,95 | 120,62 | 884,500 | 0,208 |
| **His-tuyg‘ularning kam rivojlanganligi** | **69,60** | **121,69** | **641,000** | **0,016** |
| Salbiy emotsiyalarning dominantligi | 121,00 | 119,43 | 1125,000 | 0,942 |
| Insonlarga hissiy yaqinlashishni istamaslik | 97,95 | 120,45 | 924,500 | 0,298 |

Izoh: ** $p<0.05$

V. V. Boyko empatiya testining shkalalari bo‘yicha jinslar o‘rtasidagi farqlar Mann–Whitney U-mezoni yordamida tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga


ISSN 3030-3907

ko‘ra, “His-tuyg‘ularning kam rivojlanganligi” shkalasi bo‘yicha qizlar va ygitlar o‘rtasida statistik ahamiyatli farq aniqlandi (U=641,0; p=0,016; p<0,05). Ushbu ko‘rsatkich ygitlarda qizlarga nisbatan yuqoriroq bo‘lib, ygitlarda hissiy rivojlanish darajasi nisbatan pastroq ekanligini ko‘rsatadi.Tadqiqot jarayonida respondentlarning empatik qobiliyatlari V. V. Boyko tomonidan ishlab chiqilgan empatiyani o‘rganish so‘rovnomasi yordamida aniqlanib, olingan natijalar jins xususiyatlari bo‘yicha taqqoslandi. Tadqiqotda qizlar va ygitlar o‘rtasidagi farqlarni aniqlash maqsadida noparametrik statistik usul — Mann–Uitni U-mezoni qo‘llanildi. Mazkur mezon tanlanmalarning normal taqsimot qonuniyatlariga to‘liq mos kelmasligi hamda guruhlar hajmining notekisligi sharoitida eng maqbul hisoblanadi. Tadqiqotda qizlar guruhi 10 nafar, ygitlar guruhi esa 228 nafar respondentdan iborat bo‘lib, bu tanlanmalar o‘rtasidagi son jihatidan sezilarli tafovut natijalarning talqinida alohida e’tiborga olindi. Mann–Uitni U-mezoni yordamida shkalalar bo‘yicha o‘rtacha ranglar solishtirildi hamda statistik ahamiyatlilik darajasi baholandi.

O‘tkazilgan tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, empatiyaning ayrim komponentlari bo‘yicha qizlar va ygitlar o‘rtasida sezilarli farqlar mavjud bo‘lsa-da, barcha shkalalarda ham bu farqlar statistik jihatdan ishonchli darajada namoyon bo‘lmadi. Xususan, “Emotsiyalarni boshqara olmaslik” shkalasi bo‘yicha qizlarning o‘rtacha rang ko‘rsatkichi 100,15 ni, ygitlarning ko‘rsatkichi esa 120,35 ni tashkil etdi. Ushbu shkalada hisoblangan empirik qiymat U=946,500, p=0,346 ga teng bo‘lib, natijalar statistik ahamiyatlilik darajasiga yetmadi. Bu holat qizlar va ygitlarda emotsional holatlarni boshqarishdagi qiyinchiliklar darajasi bo‘yicha ishonchli farq mavjud emasligini ko‘rsatadi. “Emotsiyalarni noto‘g‘ri ifodalash” shkalasi bo‘yicha qizlarning o‘rtacha rang ko‘rsatkichi 93,95 ni, ygitlarning ko‘rsatkichi esa 120,62 ni tashkil etdi. Hisoblangan natija U=884,500, p=0,208 bo‘lib, mazkur shkalada ham jinsiy farqlarning statistik jihatdan ahamiyatli emasligi aniqlandi. Bu holat har ikki jins vakillarida ham emotsiyalarni tashqi muhitga ifodalashda muayyan darajada qiyinchiliklar mavjudligini ko‘rsatadi.

“His-tuyg‘ularning kam rivojlanganligi” shkalasi bo‘yicha olingan natijalar alohida e’tiborga loyiqdir. Mazkur shkalada qizlarning o‘rtacha rang ko‘rsatkichi 69,60 ni, ygitlarning ko‘rsatkichi esa 121,69 ni tashkil etdi. Statistik tahlil natijasida U=641,000, p=0,016 qiymatlari qayd etildi. Ushbu p-qiymat p<0,05 darajasida statistik ahamiyatli bo‘lib, mazkur shkalada jinslar o‘rtasida ishonchli farq mavjudligini ko‘rsatadi. Mazkur natija ygitlarda his-tuyg‘ularning rivojlanish darajasi qizlarga nisbatan pastroq ekanligini anglatadi. Ya’ni, ygitlarda emotsional sezgirlik, ichki hissiy jarayonlarni anglash va ifodalash qobiliyatlari nisbatan sustroq rivojlangan bo‘lishi mumkin. Qizlarda esa his-tuyg‘ularning


ISSN 3030-3907

rivojlanganlik darajasi yuqoriroq bo‘lib, bu ularning emotsional sezgirligi va boshqalar holatiga nisbatan yuqori e’tibor bilan ajralib turishini ko‘rsatadi.

“Salbiy emotsiyalarning dominantligi” shkalasi bo‘yicha qizlarning o‘rtacha rang ko‘rsatkichi 121,00 ni, ygitlarning ko‘rsatkichi esa 119,43 ni tashkil etdi. Hisoblangan natija U=1125,000, p=0,942 bo‘lib, bu ko‘rsatkich mazkur shkalada jinslar o‘rtasida deyarli farq mavjud emasligini ko‘rsatadi. Demak, salbiy emotsiyalarning ustunligi har ikki jins vakillarida ham o‘xshash darajada namoyon bo‘ladi. “Insonlarga hissiy yaqinlashishni istamaslik” shkalasi bo‘yicha qizlarning o‘rtacha rang ko‘rsatkichi 97,95 ni, ygitlarning ko‘rsatkichi esa 120,45 ni tashkil etdi. Mazkur shkalada U=924,500, p=0,298 natijasi qayd etilib, statistik jihatdan ahamiyatli farq aniqlanmadi. Bu holat ygitlar va qizlarda ijtimoiy-emotsional munosabatlarga kirishishga bo‘lgan ehtiyoj darajasi asosan o‘xshash ekanligini ko‘rsatadi. Psixologik nuqtai nazardan, olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, empatiya tuzilmasining aksariyat komponentlari bo‘yicha jinsiy farqlar kuchli darajada namoyon bo‘lmaydi. Bu holat zamonaviy ijtimoiy muhitda jinsiy rollarning yaqinlashuvi, ta’lim-tarbiya jarayonlarining umumiyligi hamda shaxs rivojlanishiga qo‘yiladigan talablarning bir xil bo‘lishi bilan izohlanishi mumkin.

Biroq “his-tuyg‘ularning kam rivojlanganligi” shkalasida aniqlangan ishonchli farq jamiyatda ygitlarning emotsiyalarini ochiq ifodalashga kamroq rag‘batlantirilishi, hissiy kechinmalarni bostirishga moyilligi hamda an’anaviy jinsiy stereotiplarning ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi ehtimoldan xoli emas. Ko‘plab madaniy muhitlarda ygitlardan hissiyotlarini cheklash va qat’iyatli bo‘lish talab etiladi, bu esa ularning emotsional rivojlanishiga ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatadi.

Shuningdek, tanlanmalarning notekisligi ham natijalarning umumlashtirilishiga ta’sir qilgan. Qizlar guruhi sonining kamligi statistik natijalarning barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli kelgusidagi tadqiqotlarda jinslar soni tenglashtirilgan kengroq tanlanmalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari V. V. Boyko empatiya metodikasi bo‘yicha empatik qobiliyatlarning asosiy komponentlari ygitlar va qizlarda asosan o‘xshash darajada rivojlanganligini ko‘rsatdi. Faqatgina his-tuyg‘ularning rivojlanganlik darajasi bo‘yicha jinsiy farq mavjudligi aniqlandi. Bu esa empatiya rivojlanishida jinsdan ko‘ra ijtimoiy muhit, tarbiya, shaxsiy tajriba va madaniy omillar muhimroq rol o‘ynashini tasdiqlaydi.

Mazkur natijalar empatiya rivojlantirishga qaratilgan psixologik treninglar, korreksion dasturlar hamda shaxslararo munosabatlarni takomillashtirishga yo‘naltirilgan amaliy ishlarda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.


ISSN 3030-3907

Boyko empatiya metodikasining “His-tuyg‘ularning kam rivojlanganligi” shkalasi bo‘yicha jinslar o‘rtasida ishonchli farq aniqlandi. Ushbu holatlar ayrim hissiy va motivatsion komponentlarda jinsiy xususiyatlarning qisman namoyon bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Spearman korrelatsion tahlil natijalari shaxsning temperament va emotsional xususiyatlari bilan motivatsion soha o‘rtasida muhim bog‘liqliklar mavjudligini aniqladi. Xususan, neyrotizm ko‘rsatkichi muvaffaqiyatga intilish va muvaffaqiyatsizlikdan qochish motivatsiyasi bilan kuchli ijobiy bog‘liqlikka ega ekanligi aniqlandi. Bu hissiy beqarorlik shaxsning faoliyat motivatsiyasini kuchaytiruvchi omil sifatida namoyon bo‘lishini ko‘rsatadi. Ekstraversiya–introversiya muvaffaqiyatsizlikdan qochish bilan, ishonchlilik esa motivatsiya bilan salbiy bog‘liqlikda ekanligi aniqlanib, shaxsning ichki barqarorligi uning psixologik moslashuviga bevosita ta’sir qilishini tasdiqladi. Ishlab chiqilgan nazariy model asosida shaxs temperamentining hissiy holat orqali motivatsion jarayonlarga ta’sir ko‘rsatishi ilmiy jihatdan asoslab berildi. Ushbu modelga ko‘ra, neyrotizm, ekstraversiya–introversiya va ishonchlilik shaxsning ichki emotsional holatini belgilab, bu holat muvaffaqiyatga intilish va muvaffaqiyatsizlikdan qochish yo‘nalishining shakllanishiga sabab bo‘ladi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, shaxsning emotsional, temperament va motivatsion xususiyatlari jinsga qarab keskin farqlanmaydi. Ularning shakllanishida individual psixologik xususiyatlar, shaxsiy tajriba, ijtimoiy muhit va tarbiya omillari muhimroq ahamiyatga ega. Jins omili esa ayrim holatlarda yordamchi yoki ikkilamchi rol o‘ynaydi.

Mazkur tadqiqot natijalari shaxs psixologiyasini o‘rganish, psixologik diagnostika, va o‘zaro bog‘iqliklar shaxs xususiyatlari, motivasion o‘zgarishlarni hissiy empatik jihatlariga ta’sirini ochishga xarakat qilidik.

## FOYDALANİLGAN ADABİYOTLAR:

1. O‘zbekiston Resrublikasi Pryezidentining «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida» PF-60-son qarori. 2022-yil 28 yanvar.
2. Абу Наср Фаробий. Фазилат, бахт-саодат ва камолот haqида. – Т.: Ёзувчи, 2001. – Б. 15.
3. Асмолов А. Г. Психология личности/А. Г. Асмолов. Москва: Смысл: Академия, 2007. 525 с. Баранов А. А. Стрессоустойчивост и мастерство педагога. Ижевск: Изд-во Удм. Ун-та, 1997.
4. Акчурина, О. Р. Профилактика эмоционалного выгорания Бердяев Н. А. Самопознание/ Н.А.Бердяев.Москва: Книга, 1991.470 с
5. Anderson, J. R. (2010). Cognitive Psychology and Its Implications. New York: Worth Publishers.


ISSN 3030-3907

6. Piaget, J. (1970). Child Development / Educational Psychology [O‘zbekcha tavsif].
7. Roos, T. (2014). Surrounded by Idiots: The Four Types of Human Behavior and How to Effectively Communicate with Each in Business (and in Life). Stockholm: Roos & Partners.


ISSN 3030-3907

# PROFESSOR-O‘QITUVCHILARNING NERV-PSIXIK HOLATI KASBIY RIVOJLANISH DINAMIKASIGA TA’SIRINING EMPIRIK NATIJALARI

**Bozorov A.A.**
*O‘zbekiston davlat jahon tillari universiteti “Pedagogika va psixologiya” kafedrasi PhD katta o‘qituvchisi*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada oliy ta’lim muassasalari professor-o‘qituvchilarining kasbiy faoliyatida nerv-psixik holatning namoyon bo‘lishi amaliy jihatdan tahlil qilindi. Olingan natijalarga ko‘ra, kasbiy faoliyatni samarali amalga oshirishda psixologik barqarorlik, emotsional muvozanat hamda kasbiy bardoshlilik muhim omillardan biri ekanligi aniqland.

**Kalit so‘zlar:** Nerv-psixik holat, kasbiy rivojlanish dinamikasi, professor-o‘qituvchilar, psixologik barqarorlik, emotsional muvozanat,kasbiy bardoshlilik, qo‘zg‘alish kuchi, tormozlanish kuchi, harakatlanish kuchi, psixologik resurslar.

**Аннотация.** В данной статье проведён практический анализ проявления нервно-психического состояния в профессиональной деятельности преподавателей высших учебных заведений. Полученные результаты показали, что психологическая устойчивость, эмоциональное равновесие и профессиональная выносливость являются одними из ключевых факторов эффективной профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** Нервно-психическое состояние, динамика профессионального развития, профессорско-преподавательский состав, психологическая устойчивость, эмоциональное равновесие, профессиональная выносливость, сила возбуждения, сила торможения, подвижность нервных процессов, психологические ресурсы.

**Abstract.** This article presents a practical analysis of the manifestation of the neuropsychological state in the professional activities of higher education teachers. The results indicate that psychological stability, emotional balance, and professional resilience are among the key factors ensuring effective professional performance.

**Keywords:** Neuro-psychological state, professional development dynamics, university faculty, psychological stability, emotional balance, professional resilience, excitation strength, inhibition strength, mobility of nervous processes, psychological resources.

## KIRISH.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining «Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi qarori oliy ta’lim tizimini tubdan takomillashtirish, mamlakatimizni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlariga mos ravishda kadrlar tayyorlash tizimining mazmun-mohiyatini


ISSN 3030-3907

qayta ko‘rib chiqish hamda xalqaro standartlar darajasida yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash uchun zarur shart-sharoitlarni yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda mamlakatimizdagi oliy ta’lim muassasalari boshqaruv tizimini takomillashtirish masalalari ko‘plab nufuzli xalqaro tashkilotlarning analitik tadqiqotlarida ham o‘z aksini topmoqda. Jahon miqyosida turli favqulodda vaziyatlardan tezkorlik bilan va minimal talofatlar bilan chiqib ketish imkoniyatlarini belgilab beruvchi asosiy omillardan biri sifatida inson resurslarini rivojlantirish masalasiga alohida e’tibor qaratilmoqda. Shu bois fan va texnologiyalar jadal rivojlanayotgan hozirgi davrda yuqori malakali professor-o‘qituvchilarning kasbiy jihatdan yuksalishiga xizmat qiluvchi ilmiy asoslangan tadqiqotlar va aniq mezonlar ishlab chiqish dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Ta’lim tizimida keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilayotgan bir davrda professor-o‘qituvchilar nafaqat o‘z kasbiy bilim va ko‘nikmalariga ega bo‘lishi, balki ma’naviy-ma’rifiy salohiyatni rivojlantirish, insonparvarlik g‘oyalariga asoslangan pedagogik faoliyatni olib borishi ham muhim hisoblanadi. Shu bilan birga, professor-o‘qituvchilarning kasbiy bilimlarini integratsiyalashgan holda rivojlantirish va zamonaviy ta’lim yondashuvlarini qo‘llash zarurdir.

Oliy ta’lim professor-o‘qituvchilari boshqa ta’lim bosqichlarida faoliyat yuritayotgan o‘qituvchilardan o‘zining ilmiy va pedagogik faoliyatining murakkabligi hamda ko‘p qirraliligi bilan ajralib turadi. Ularning eng muhim fazilatlari qatoriga kasbiy bilimlarini muntazam ravishda oshirib borish, o‘z kasbiga hurmat bilan qarash, kasbga sadoqat va mehr bilan yondashish hamda ijtimoiy mas’uliyatni yuqori darajada his etish kiradi. Demak, jamiyatimiz uchun yuqori malakali kadrlarni tayyorlash jarayonida oliy ta’lim professor-o‘qituvchilarining hissasi nihoyatda katta. Ular talaba yoshlar uchun bilim beruvchi mutaxassis sifatida nafaqat ilmiy, balki ma’naviy va axloqiy jihatdan ham namuna bo‘lishlari lozim. Shu sababli professor-o‘qituvchilarning kasbiy kamolotining ijtimoiy-psixologik xususiyatlarini o‘rganish bugungi kunning dolzarb ilmiy masalalaridan biri hisoblanadi. Professor-o‘qituvchi – bu oliy ta’lim tizimida talabalarga kasbiy bilimlar beruvchi, ilmiy tadqiqot faoliyati bilan shug‘ullanuvchi va yuqori ilmiy salohiyatga ega bo‘lgan mutaxassisdir. “Professor” (lotincha *professor* – “ustoz”) atamasi tadqiqotchi yoki o‘qituvchining ilmiy unvoni yoki lavozimini bildiradi. Mazkur unvon XVI asrdan boshlab rasmiy ravishda ilk bor Oksford universitetida qo‘llanila boshlagan.Professorning an’anaviy “portreti” – bu yuqori malakali universitet o‘qituvchisi va ayni paytda muayyan fan yoki san’at sohasida chuqur bilimga ega bo‘lgan olimdir. Ayrim mamlakatlarda “professor” atamasi keng ma’noda qo‘llanilib, turli ta’lim muassasalaridagi o‘qituvchilarga nisbatan ham ishlatiladi.


ISSN 3030-3907

Rossiya va ko‘plab Yevropa mamlakatlarida “professor” atamasi asosan universitetlar va ilmiy-tadqiqot institutlarining yuqori malakali pedagog va olimlariga nisbatan qo‘llaniladi. AQSh va Kanadada esa professorlik tizimi bir necha bosqichlardan iborat bo‘lib, ularga *assistant professor* (kichik professor), *associate professor* (dotsent) va *full professor* (to‘liq professor) lavozimlari kiradi.

Shuningdek, Germaniya universitetlarida ham professorlik lavozimlari bir necha toifalarga ajratilgan bo‘lib, ular orasida *Professor ordinarius* (to‘liq professor) va *Außerordentlicher Professor* (navbatdagi professor) kabi lavozimlar mavjud. Bu lavozimlar professorlarning ilmiy darajasi, ish tajribasi va ilmiy faoliyat natijalariga qarab belgilanadi.

Yaponiya universitetlarida ham professor lavozimi eng yuqori ilmiy-pedagogik lavozimlardan biri hisoblanadi. U universitet tizimida ilmiy tadqiqotlar olib borish, ta’lim jarayonini tashkil etish va yosh tadqiqotchilarni tayyorlashda muhim rol o‘ynaydi.

**1-Jadval**

**Nerv-psixik holatni (Kasbga bardoshlilik) o‘rganish so‘rovnomasi umumiy o‘rtacha ko‘rsatkichlari (Kraskal-Uollis mezoni bo‘yicha)**

| Shkalalar | OTM | | | H | P |
|---|---|---|---|---|---|
| | NDPI N=95 | TerDU N=110 | O‘DJTU N=130 | | |
| Qo‘zg‘alish kuchi | 14,05 | 16,20 | 16,25 | 0,409 | 0,815 |
| Tormozlanish kuchi | 15,20 | 17,20 | 14,10 | 0,641 | 0,726 |
| Harakatlanish kuchi | 14,05 | 15,55 | 16,90 | 0,533 | 0,766 |

**Izoh:** * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$.

Kasblarni psixologik tizimlashi kasbiy qiziqishlar, qobiliyatlar tashxisini ta’minlab berish lozim. Shunda kasblarni guruhlarga birlashtiruvchi psixologik muammosi kelib chiqadi. Asosiysi, kasblarni tizimlash shaxsining qoniqtiruvchisi kasb tanlash, ya’ni kasbiy tanlovini yengillashtiradi.

Qo‘zg‘alish kuchi shkalasi bo‘yicha oliy ta’lim professor o‘qituvchilarida 14,05-16,20-16,25 ni tashkil etadi. Bu esa standart ko‘rsatkich bo‘yicha o‘rtachani tashkil etadi. Qo‘zg‘alish kuchining ijtimoiy ma’qul va assosial agressiv xulq-atvor turlari farqlanadi. Kasbiy faoliyat shaxsning munosabat va motivlaridan iborat bo‘lib, harakatlar va operatsiyalarni nazorat qilish hamda boshqarishni qamrab oladi. Faoliyatning dinamik xususiyatlarini o‘rganish uchun unga ko‘p yoqlama yondashishni amalga oshirish zarur. Faqat motivasion va regulyativ jabhalarini hisobga olish bilan kasbiy faoliyat mohiyatini tavsiflab bo‘lmaydi, modomiki shunday ekan, uning shaxsga oid, emosional, kognitiv va


ISSN 3030-3907

operasional, irodaviy jihatlar bilan bog‘liq tomonlarini ham tadqiqot predmetiga kiritish lozim.

Tormozlanish kuchi shkalasi bo‘yicha o‘rtacha ko‘rsatkich oliy ta’lim professor o‘qituvchilarida 15,20-17,20-14,10 ni tashkil etadi. Bu ko‘rsatkichga ega bo‘lgan professor o‘qituvchilarning xulq-atvorida, xatti-harakatlarida mustaqillik kuzatiladi. Agressiv xatti-harakat asosida agressivlik motivi yotadi. Kasbiy faoliyat muvaffaqiyatini ta’minlovchi mezonlar sifatida shaxsning maqsadga erishuvini tavsiflovchi har xil ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin. Mezonlar tariqasida kasbiy bilimlarga va malakalarga nisbatan uquvchanlik, mutaxassis faoliyatining bevosita va bilvosita ko‘rsatkichlari uning hamkorlik faoliyatiga qo‘shgan hissasi qo‘llaniladi. Harakatlanish kuchi shkalasi bo‘yicha o‘rtacha ko‘rsatkich professor o‘qituvchilarda 14,05-15,55-16,90 ni tashkil etadi. Kasbiy layoqatni (yaroqlilikni) aniqlashda odatda nazorat, sinash natijalari qo‘llaniladi (masalan, duradgorning ish sifati, tezkorligi, vaziyatni payqashi va boshqalar). Ko‘pincha mutaxassisning layoqati ma’muriy hujjatlarda o‘z ifodasini topadi (muvaffaqiyati yoki muvaffaqiyasizligi qayd qilinadi). hisobga olinadi va shaxsning individual xususiyatlari baholanadi. O‘tkazilgan empirik tadqiqot natijalariga ko‘ra, oliy ta’lim muassasalari professor-o‘qituvchilarining nerv-psixik holati ko‘rsatkichlari (qo‘zg‘alish kuchi, tormozlanish kuchi va harakatlanish kuchi) o‘rtacha darajada namoyon bo‘lishi aniqlandi. Kruskal–Wallis mezoni bo‘yicha olingan natijalar ($p>0,05$) turli oliy ta’lim muassasalari professor-o‘qituvchilari o‘rtasida nerv-psixik holat ko‘rsatkichlari bo‘yicha statistik jihatdan ahamiyatli farqlar mavjud emasligini ko‘rsatdi. Mazkur natijalar professor-o‘qituvchilarning kasbiy faoliyatini samarali amalga oshirishda psixologik barqarorlik, emotsional muvozanat hamda kasbiy bardoshlilik muhim omillardan biri ekanligini tasdiqlaydi. Shuningdek, professor-o‘qituvchilarning kasbiy rivojlanish dinamikasida nerv-psixik holat ko‘rsatkichlari muhim psixologik resurs sifatida namoyon bo‘lishi aniqlanib, ularni rivojlantirishga qaratilgan psixologik-pedagogik dasturlarni ishlab chiqish zarurligi asoslandi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Resrublikasi Pryezidentining «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida» PF-60-son qarori. 2022-yil 28 yanvar.
2. Абу Наср Фаробий. Фазилат, бахт-саодат ва камолот haқида. – Т.: Ёзувчи, 2001. – Б. 15.
3. Асмолов А. Г. Психология личности/А. Г. Асмолов. Москва: Смысл: Академия, 2007. 525 с. Баранов А. А. Стрессоустойчивост и мастерство педагога. Ижевск: Изд-во Удм. Ун-та, 1997.


ISSN 3030-3907

4. Акчурина, О. Р. Профилактика эмоционалного выгорания Бердяев Н. А. Самопознание/ Н.А.Бердяев.Москва: Книга, 1991.470 с
5. Березина Т. С. Становление профессионалной идентичности педагога // Педагогическое образование и наука. 2008. № 7. С. 24–27
6. Климов. Е.А.Психология профессионалного самоопределения: Учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Издателский центр «Академия», 2004. 304 с.
7. Кириченко Е.Б. Важнова. О.Г. Профессионалная позиция педагога во взаимодействии с детми – сиротами. // Ярославский педагогический вестник. – 2015 – №1 – том 2 (Психолого-педагогические науки). 2015.-С.66.


ISSN 3030-3907

# DEKSAMETAZON VA PREDNIZOLONNI ANIQLASHNING ZAMONAVIY ANALITIK USULLARINI QIYOSIY TAHLIL QILISH VA ISTIQBOLLI YONDASHUVLAR

**Ixtiyorova Shodiya Toshpo‘lat qizi**
*Jizzax davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti*
*E-mail: shodiya19962005@mail.ru*
**Sultonov Marat Mirzyevich**
*Jizzax davlat pedagogika universiteti professori, k.f.d*
*E-mail: maratsultonov@jdpu.uz*

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda glyukokortikoidlar sinfiga mansub bo‘lgan deksametazon va prednizolonning zamonaviy analitik aniqlash usullari keng qamrovli qiyosiy tahlil qilindi. Ushbu dori vositalari tibbiyot amaliyotida yallig‘lanishga qarshi, immunosupressiv va allergiyaga qarshi ta’siri tufayli keng qo‘llaniladi, shu sababli ularning sifat va miqdoriy tarkibini aniq va ishonchli aniqlash farmatsevtik tahlilning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot jarayonida yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC), suyuqlik xromatografiyasi–mass-spektrometriya (LC-MS/MS), UV-spektrofotometriya, elektrokimyoviy sensorlar hamda metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi zamonaviy analitik yondashuvlar o‘rganildi va qiyosiy baholandi. Har bir usul sezgirlik, selektivlik, aniqlash chegarasi (LOD), chiziqlilik diapazoni, takrorlanuvchanlik hamda amaliy qo‘llanilish qulayligi nuqtayi nazaridan tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, HPLC va LC-MS/MS usullari yuqori aniqlik va selektivlikni ta’minlasa-da, ularning murakkabligi, yuqori xarajatlari va maxsus jihozlarga bo‘lgan ehtiyoji ularni keng amaliyotda qo‘llashni cheklaydi. UV-spektrofotometrik usullar esa soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ajralib turadi, biroq selektivlik darajasi pastligi sababli murakkab biologik muhitlarda cheklangan imkoniyatlarga ega. So‘nggi yillarda rivojlanayotgan elektrokimyoviy sensorlar va MOF asosidagi texnologiyalar esa yuqori sezgirlik, past aniqlash chegarasi hamda tezkor natija berish xususiyatlari bilan istiqbolli yo‘nalish sifatida e’tirof etilmoqda. Ushbu yondashuvlar kelajakda an’anaviy usullarni to‘ldiruvchi yoki muqobil analitik platforma sifatida katta ahamiyat kasb etishi mumkin. Umuman olganda, deksametazon va prednizolonni aniqlashda yagona universal usul mavjud emasligi, har bir metodning afzallik va cheklovlari mavjudligi aniqlandi. Shu sababli, optimal natijalarga erishish uchun integratsiyalashgan va zamonaviy analitik yondashuvlardan foydalanish muhim hisoblanadi.

**Kalit so‘zlar:** Deksametazon, prednizolon, HPLC, LC-MS/MS, MOF.

**Abstract.** This study presents a comprehensive comparative analysis of modern analytical methods used for the determination of glucocorticoids, specifically

dexamethasone and prednisolone. These pharmaceutical compounds are widely applied in clinical practice due to their strong anti-inflammatory, immunosuppressive, and antiallergic effects. Therefore, accurate and reliable quantification of their content in pharmaceutical formulations and biological samples remains an important task in pharmaceutical analysis. In this work, several analytical techniques were evaluated, including high-performance liquid chromatography (HPLC), liquid chromatography–tandem mass spectrometry (LC-MS/MS), UV spectrophotometry, electrochemical sensors, and metal–organic frameworks (MOF)-based methods. Each method was assessed in terms of sensitivity, selectivity, limit of detection (LOD), linearity range, accuracy, reproducibility, and practical applicability. The results indicate that HPLC and LC-MS/MS provide high sensitivity and excellent selectivity; however, their high cost, instrumental complexity, and requirement for skilled operators limit their routine application. UV spectrophotometric methods are simple, rapid, and cost-effective, making them suitable for routine pharmaceutical quality control, although their selectivity in complex biological matrices is relatively low. Recently developed electrochemical sensors and MOF-based analytical approaches demonstrate significant potential due to their high sensitivity, low detection limits, and rapid response time. These advanced methods are considered promising alternatives or complementary tools to conventional analytical techniques. Overall, the study confirms that no single universal method exists for the determination of dexamethasone and prednisolone, and the choice of analytical approach depends on the sample type, analytical requirements, and available instrumentation. Therefore, integrated and modern analytical strategies are recommended for optimal results.

**Keywords:** Dexamethasone, prednisolone, HPLC, LC-MS/MS, MOF.

**Аннотация.** В данной работе проведён комплексный сравнительный анализ современных аналитических методов определения глюкокортикоидов, в частности дексаметазона и преднизолона. Эти лекарственные вещества широко применяются в клинической практике благодаря выраженному противовоспалительному, иммунодепрессивному и противоаллергическому действию. Поэтому точное и надёжное определение их содержания в фармацевтических препаратах и биологических образцах является важной задачей фармацевтического анализа. В исследовании рассмотрены различные аналитические методы, включая высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ), жидкостную хроматографию с тандемной масс-спектрометрией (LC-MS/MS), УФ-спектрофотометрию, электрохимические сенсоры и методы на основе металл-органических каркасов (MOF). Каждый метод оценивался по


ISSN 3030-3907

таким параметрам, как чувствительность, селективность, предел обнаружения (LOD), линейный диапазон, точность, воспроизводимость и практическая применимость. Результаты показали, что методы ВЭЖХ и LC-MS/MS обеспечивают высокую чувствительность и селективность, однако их высокая стоимость, сложность оборудования и необходимость квалифицированного персонала ограничивают их широкое применение. УФ-спектрофотометрические методы являются простыми, быстрыми и экономически доступными, что делает их удобными для рутинного фармацевтического контроля, однако их селективность в сложных биологических матрицах ограничена. Современные электрохимические сенсоры и методы на основе MOF демонстрируют высокий потенциал благодаря высокой чувствительности, низкому пределу обнаружения и быстрому отклику. Эти методы рассматриваются как перспективная альтернатива или дополнение к традиционным аналитическим подходам. В целом установлено, что универсального метода определения дексаметазона и преднизолона не существует, и выбор аналитического подхода зависит от типа образца, требований анализа и доступного оборудования. Поэтому для достижения оптимальных результатов рекомендуется использование интегрированных современных аналитических стратегий.

**Ключевые слова:** Дексаметазон, преднизолон, ВЭЖХ (HPLC), LC-MS/MS, МОФ (металл-органические каркасы).

**KIRISH.**

Glyukokortikoidlar guruhiga mansub bo‘lgan deksametazon va prednizolon zamonaviy tibbiyot amaliyotida keng qo‘llaniladigan dori vositalari hisoblanadi. Ular yallig‘lanishga qarshi, immunosupressiv va allergiyaga qarshi kuchli ta’sirga ega bo‘lib, autoimmun kasalliklar, transplantatsiya jarayonlari hamda turli patologik holatlarni davolashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli ushbu preparatlarning sifat va miqdoriy tarkibini aniq, ishonchli va tezkor aniqlash farmatsevtik tahlilning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [1–3]. Hozirgi kunda deksametazon va prednizolonni aniqlash uchun turli xil analitik usullar ishlab chiqilgan bo‘lib, ular orasida yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC), suyuqlik xromatografiyasi–mass-spektrometriya (LC-MS/MS), UV-spektrofotometriya hamda elektrokimyoviy sensorlar alohida o‘rin egallaydi. Xususan, HPLC usuli biologik namunalarda deksametazonni 50–1000 ng/ml diapazonda aniqlash imkonini berib, yuqori aniqlik va sezgirlikka ega ekanligi bilan ajralib turadi [1]. Shu bilan birga, LC-MS/MS usuli glyukokortikoidlarni past konsentratsiyalarda ham aniqlash imkonini beruvchi yuqori selektiv va ko‘p komponentli tahlil usuli sifatida keng qo‘llanilmoqda [4]. UV-spektrofotometrik usullar esa o‘zining soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy


ISSN 3030-3907

samaradorligi bilan ajralib turadi. Masalan, deksametazonni tabletkalarda 1–30 µg/ml diapazonda aniqlashda ushbu usul yuqori aniqlik (r = 0.9998) va takrorlanuvchanlikni ta’minlaydi [11]. Prednizolonni aniqlashda ham spektrofotometrik yondashuvlar keng qo‘llanilib, $Fe^{3+}$ ionlari bilan kompleks hosil qilish asosida 1–60 µg/ml diapazonda sezgir natijalar olingan [2]. Bundan tashqari, cloud point extraction kabi usullar yordamida aniqlash chegarasi 0.029 µg/ml gacha tushirilgan bo‘lib, bu usulning yuqori sezgirligini ko‘rsatadi [14]. So‘nggi yillarda zamonaviy analitik texnologiyalar, jumladan elektrokimyoviy sensorlar, molekulyar imprinting texnologiyasi va metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi usullar ham keng rivojlanmoqda. Elektrokimyoviy sensorlar prednizolonni biologik muhitlarda past aniqlash chegaralarida aniqlash imkonini berib, doping nazoratida qo‘llanilmoqda [6]. Shuningdek, nanoMIP va SPR sensorlari yordamida glyukokortikoidlarni nanomolyar darajada aniqlash imkoniyati yaratilgan [7]. MOF asosidagi ekstraksiya va mikroekstraksiya usullari esa murakkab matritsalarda yuqori selektivlik va sezgirlikni ta’minlaydi [10,12].

Shunga qaramay, mavjud analitik usullar o‘ziga xos kamchiliklarga ega. Xromatografik usullar yuqori aniqlik va selektivlikni ta’minlasa-da, ularning murakkabligi va yuqori xarajatliligi amaliyotda qo‘llanishini cheklaydi. Spektrofotometrik usullar esa oddiy va arzon bo‘lishiga qaramay, selektivlik darajasi nisbatan past hisoblanadi. Shu sababli deksametazon va prednizolonni aniqlashda yuqori sezgirlik, aniqlik, selektivlik va iqtisodiy samaradorlikni birlashtirgan yangi analitik yondashuvlarni ishlab chiqish dolzarb masala bo‘lib qolmoqda [4,10]. Mazkur ishning maqsadi deksametazon va prednizolonni aniqlash usullarini qiyosiy tahlil qilish hamda ularning afzallik va kamchiliklarini baholash asosida istiqbolli analitik yondashuvlarni aniqlashdan iborat.

**TADQIQOT USULLARI.**

Ushbu tadqiqotda deksametazon va prednizolonni aniqlash usullari bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi va qiyosiy baholash amalga oshirildi. Tahlil uchun spektrofotometrik, xromatografik, mass-spektrometrik hamda zamonaviy sensor texnologiyalariga asoslangan usullar tanlab olindi [1–4]. Ma’lumotlar bazasi sifatida so‘nggi yillarda chop etilgan ilmiy maqolalar, eksperimental tadqiqotlar va metod validatsiyasiga oid ishlar o‘rganildi. Har bir usul quyidagi asosiy analitik parametrlar asosida baholandi:

- sezgirlik (LOD, LOQ),
- aniqlik va takrorlanuvchanlik (RSD),
- selektivlik,
- chiziqlilik diapazoni,
- qo‘llash qulayligi va iqtisodiy samaradorlik.


ISSN 3030-3907

Deksametazonni aniqlashda HPLC usuli biologik namunalarda 50–1000 ng/ml diapazonda qo‘llanilgan bo‘lsa [1], UV-spektrofotometrik usul tabletkalarda 1–30 µg/ml diapazonda baholandi [11]. Prednizolon uchun esa UV-Vis spektrofotometriya (1–60 µg/ml) [2], cloud point extraction (LOD: 0.029 µg/ml) [14] hamda HPLC (0.1–100 mg/L) usullari tahlil qilindi [20]. Bundan tashqari, LC-MS/MS usuli yordamida bir nechta glyukokortikoidlarni bir vaqtda aniqlash imkoniyati (7.8–1000 ng/ml diapazon) o‘rganildi [17]. Zamonaviy yondashuvlar sifatida elektrokimyoviy sensorlar, nanoMIP asosidagi SPR sensorlari va MOF asosidagi mikroekstraksiya texnologiyalari ham tahlilga kiritildi [6,7,10].

Qiyosiy tahlil natijalari jadval ko‘rinishida tizimlashtirilib, deksametazon va prednizolonning analiz usullari tegishlicha tahlil qilindi. (1-2 jadvallar)

**1-jadval.**

**Deksametazonni aniqlashning zamonaviy analitik usullarining qiyosiy tavsifi**

| № | Modda | Usul | Reagent / mobil faza | Namuna muhiti | Analitik asbob | Analitik parametrlar | Qisqacha tavsif | Adabiyot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Deksametazon | HPLC | Aseton, atenolol (ichki standart) | Qon, to‘qima | HPLC (UV, 254 nm) | 50–1000 ng/ml | Biologik namunalarda yuqori aniqlik va sezgirlik bilan aniqlash | [1] |
| 2 | Deksametazon | UV-spektrofotometriya | Erituvchi | Tabletka | UV-Vis | λ=230 nm, ~99% aniqlik | Sifat nazorati uchun oddiy va tezkor usul | [3] |
| 3 | Deksametazon | UV-spektrofotometriya | — | Tabletka | UV-Vis | 1–30 µg/ml, r≈0.999 | Validatsiyalangan, takrorlanuvchan usul | [11] |
| 4 | Deksametazon | LC-MS/MS | Metanol | Dorishakllari | LC-MS/MS | 7.8–500 ng/ml | Juda sezgir va selektiv, ko‘p | [17] |


ISSN 3030-3907

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | komponentli tahlilga mos | |
| 5 | Deksametazon | HPLC/UV | $TiO_2$–Zn katalizator | Suv, oqava suv | HPLC + UV | 5–15 mg/L | Fotokatalitik parchalanishni monitoring qilish | [21] |
| 6 | Deksametazon | HPLC (RP-HPLC) | Asetonitril + kislota | Krem | HPLC-PDA | 25–150 µg/ml, r>0.999 | Kosmetik preparatlarda aniqlash uchun mos | [15] |
| 7 | Deksametazon | ToF-SIMS | — | Tabletka | Mass-spektrometriya | Yuqori fazoviy aniqlik | 3D taqsimlanish va sirt tahlili | [32] |

1-jadvalda deksametazonni aniqlashda qo‘llaniladigan zamonaviy analitik usullar qiyosiy tahlil qilindi. Jadvalda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) va LC-MS/MS usullari yuqori sezgirlik va selektivlikni ta’minlashi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, UV-spektrofotometrik usullar o‘zining soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy samaradorligi bilan farmatsevtik tahlilda keng qo‘llanilishi mumkin. Zamonaviy yondashuvlar, jumladan mass-spektrometriya va fotokatalitik monitoring usullari esa murakkab tizimlarda yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi.

**2-jadval.**

**Prednizolonni aniqlashning zamonaviy analitik usullarining qiyosiy tavsifi**

| № | Modda | Usul | Reagent / muhit | Namuna muhiti | Analitik asbob | Analitik parametrlar | Qisqacha tavsif | Adabiyot |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Prednizolon | UV-Vis spektrofotometriya | $FeCl_3$, $K_3[Fe(CN)_6]$ | Eritma | UV-Vis | 1–60 µg/ml, RSD <1.5% | Kompleks hosil qilish asosida aniqlash | [2] |
| 2 | Prednizolon | UV-spektrofotometriya | Asetonitril: metanol | Tabletka | UV-Vis | 4–14 µg/ml, r>0.999 | Validatsiyalangan va ishonchli usul | [13] |


ISSN 3030-3907

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Prednizolon | Cloud point extraction + UV | $FeCl_3$, Triton-114 | Ekstrakt | UV-Vis | LOD: 0.029 µg/ml | Juda yuqori sezgirlikka ega usul | [14] |
| 4 | Prednizolon | Elektrokimyoviy sensor | Au-PPy NPs@CNTs | Qon zardobi | GCE sensor | Past LOD, keng diapazon | Doping nazoratida qo‘llaniladi | [6] |
| 5 | Prednizolon | HPLC | Metanol/ suv | Farmatsevtik mahsulot | HPLC | 0.1–100 mg/L, LOD ≈0.029 mg/L | Yuqori aniqlik va tiklanish (>95%) | [20] |
| 6 | Prednizolon | LC-MS/MS | Metanol | Dori shakllari | LC-MS/MS | 7.8–1000 ng/ml | Ko‘p komponentli, yuqori selektiv usul | [17] |
| 7 | Prednizolon | UV-spektrofotometriya (QbD) | Metanol, suv | Eritma | UV-Vis | λ=246 nm, RSD <2% | QbD asosida optimallashtirilgan usul | [23] |

2-jadvalda prednizolonni aniqlashning asosiy analitik usullari qiyosiy baholandi. Natijalarga ko‘ra, HPLC va LC-MS/MS usullari yuqori aniqlik va keng chiziqlilik diapazoni bilan ajralib turadi. Spektrofotometrik usullar, ayniqsa kompleks hosil qilish va cloud point extraction asosidagi yondashuvlar, sezgirlikni sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Bundan tashqari, elektrokimyoviy sensorlar yuqori sezgirlik va tezkor natija berishi bilan zamonaviy va istiqbolli usullar qatoriga kiradi.

**MUHOKAMA.**

Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, deksametazon va prednizolonni aniqlashda qo‘llaniladigan usullar o‘zining analitik imkoniyatlari va amaliy qo‘llanilishiga ko‘ra sezilarli darajada farq qiladi. Xromatografik usullar, xususan HPLC va LC-MS/MS, yuqori aniqlik, sezgirlik va selektivlikni ta’minlaydi. Masalan, HPLC usuli deksametazonni biologik muhitlarda ishonchli aniqlash imkonini beradi [1], LC-MS/MS esa bir vaqtning o‘zida bir nechta


ISSN 3030-3907

glyukokortikoidlarni past konsentratsiyalarda aniqlash imkonini yaratadi [17]. Biroq ushbu usullar murakkab apparatura, yuqori xarajat va malakali mutaxassis talab qilishi bilan cheklanadi. UV-spektrofotometrik usullar esa soddaligi, tezkorligi va iqtisodiy jihatdan arzonligi bilan ajralib turadi. Deksametazon va prednizolonni farmatsevtik shakllarda aniqlashda ushbu usullar yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikni ko‘rsatadi [11,2]. Shu bilan birga, ularning asosiy kamchiligi past selektivlik bo‘lib, murakkab biologik matritsalarda qo‘llash imkoniyatini cheklaydi. Cloud point extraction va kompleks hosil qilish asosidagi spektrofotometrik usullar sezgirlikni oshirish imkonini beradi. Xususan, prednizolon uchun aniqlash chegarasining 0.029 µg/ml gacha kamayishi bu usullarning istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi [14]. Zamonaviy yondashuvlar orasida elektrokimyoviy sensorlar va nanoMIP asosidagi texnologiyalar alohida e’tiborga loyiq. Elektrokimyoviy sensorlar yuqori sezgirlik va tezkor natija berishi bilan doping nazoratida samarali qo‘llanilmoqda [6]. NanoMIP va SPR sensorlari esa nanomolyar darajada aniqlash imkonini berib, yuqori selektivlikni ta’minlaydi [7].

So‘nggi yillarda deksametazon va prednizolonni aniqlashda metall-organik ramkalar (MOF – Metal-Organic Frameworks) asosidagi usullar istiqbolli analitik yondashuv sifatida qaralmoqda. MOF materiallari yuqori g‘ovaklik, katta sirt maydoni va funksional guruhlar bilan modifikatsiya qilish imkoniyati tufayli murakkab biologik va farmatsevtik matritsalarda glyukokortikoidlarni selektiv ajratish va boyitishda samarali hisoblanadi [10,12]. Xususan, dispers mikro-qattiq fazali ekstraksiya (D-µSPE) usulida MOF materiallaridan foydalanish glyukokortikoidlarni suv va siydik namunalarida yuqori tiklanish (80.6–98.4%) va past aniqlash chegaralarida aniqlash imkonini bergan [18]. Shuningdek, magnit MOF asosidagi ekstraksiya usullarida aniqlash chegarasi 2 ng/L gacha tushirilgan bo‘lib, bu usulning yuqori sezgirligini ko‘rsatadi [19].

MOFlar faqat ekstraksiya bosqichida emas, balki sensor texnologiyalarida ham qo‘llanilmoqda. Ular asosida yaratilgan sensorlar yuqori selektivlik va tezkor javob berish xususiyatiga ega bo‘lib, real vaqt rejimida monitoring olib borish imkonini beradi [9]. Bundan tashqari, MOFlar “yashil kimyo” tamoyillariga mos kelib, kam erituvchi sarfi va ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi [10]. Shu bilan birga, MOF asosidagi usullar hali to‘liq standartlashtirilmagan bo‘lib, ularning keng amaliyotga joriy etilishi uchun qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Xususan, materiallarning barqarorligi, qayta ishlatilishi va real sanoat sharoitida qo‘llash imkoniyatlarini chuqur o‘rganish zarur. Umuman olganda, MOF asosidagi texnologiyalar deksametazon va prednizolonni aniqlashda yuqori selektivlik, sezgirlik va samaradorlikni ta’minlovchi yangi avlod analitik usullar


ISSN 3030-3907

sifatida katta istiqbolga ega bo‘lib, kelajakda mavjud usullarga muqobil yoki ularni takomillashtiruvchi yondashuv sifatida keng qo‘llanilishi mumkin.

Tahlillar asosida deksametazon va prednizolonni aniqlash usullari o‘zining analitik ko‘rsatkichlari bo‘yicha sezilarli farqlanishi aniqlandi. Xromatografik usullar, xususan HPLC va LC-MS/MS, eng yuqori sezgirlik va selektivlikni ta’minlaydi. Masalan, LC-MS/MS usulida aniqlash chegarasi 7.8 ng/ml gacha yetib, bir vaqtning o‘zida bir nechta glyukokortikoidlarni aniqlash imkoniyati mavjud [17]. HPLC usulida esa prednizolon uchun LOD 0.029 mg/L bo‘lib, tiklanish darajasi 95% dan yuqori ekanligi aniqlangan [20]. Biroq bu usullar yuqori aniqlikka ega bo‘lishiga qaramay, qimmat uskunalar, murakkab namuna tayyorlash bosqichlari va uzoq tahlil vaqti bilan tavsiflanadi. UV-spektrofotometrik usullar esa iqtisodiy va tezkorligi bilan ajralib turadi. Masalan, deksametazonni aniqlashda chiziqlilik 1–30 µg/ml diapazonda r = 0.9998 bo‘lib, yuqori aniqlikni ko‘rsatadi [11]. Prednizolon uchun tiklanish 97.3–100.1% va RSD <1.5% bo‘lishi usulning ishonchliligini tasdiqlaydi [2]. Ammo bu usullarda selektivlik past bo‘lib, aralashmalar va matritsa ta’siri natijalarga sezilarli xalaqit berishi mumkin. Spektrofotometriya asosidagi takomillashtirilgan usullar, masalan cloud point extraction, sezgirlikni sezilarli darajada oshiradi. Ushbu usulda prednizolon uchun LOD 0.029 µg/ml gacha kamaytirilgan [14], bu oddiy UV usullariga nisbatan bir necha baravar yuqori sezgirlikni ta’minlaydi. Biroq qo‘shimcha tayyorlash bosqichlari usulni murakkablashtiradi. Zamonaviy sensor texnologiyalari yuqori sezgirlik va tezkorlikni ta’minlaydi. Elektrokimyoviy sensorlar prednizolonni juda past konsentratsiyalarda aniqlash imkonini berib, keng chiziqli diapazon va past aniqlash chegarasini ko‘rsatadi [6]. NanoMIP va SPR sensorlari esa 10–75 nM diapazonda ishlashi bilan ajralib turadi [7]. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalar hali keng laboratoriya amaliyotida to‘liq standartlashmagan.

Metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi usullar esa yuqori selektivlik va ekstraksiya samaradorligi bilan ajralib turadi. Masalan, MOF asosidagi mikroekstraksiya usullarida tiklanish 80.6–98.4% ni tashkil etadi [18], magnit MOFlarda esa aniqlash chegarasi 2 ng/L gacha tushirilgan [19]. Bu ko‘rsatkichlar ularni eng sezgir usullar qatoriga kiritadi. Biroq ularning asosiy kamchiligi – ishlab chiqarish murakkabligi va hali keng miqyosda joriy etilmaganligidir. Shunday qilib, qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, yuqori aniqlik va selektivlik talab qilinganda xromatografik usullar ustunlik qiladi, tezkor va arzon tahlil uchun spektrofotometrik usullar maqsadga muvofiq, eng yuqori sezgirlik va innovatsion yondashuvlar uchun esa MOF va sensor texnologiyalari istiqbolli hisoblanadi.

**XULOSA.**


ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqotda deksametazon va prednizolonni aniqlashning zamonaviy analitik usullari qiyosiy tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, xromatografik usullar (HPLC, LC-MS/MS) yuqori aniqlik, sezgirlik va selektivlikni ta’minlashi bilan ajralib turadi, biroq ularning murakkabligi, yuqori xarajatliligi va maxsus jihozlar talab qilishi amaliy qo‘llanilishini cheklaydi. UV-spektrofotometrik usullar esa oddiyligi, tezkorligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ajralib turib, farmatsevtik tahlilda keng qo‘llaniladi, ammo ularning selektivligi nisbatan past bo‘lib, murakkab biologik muhitlarda qo‘llash imkoniyatlari cheklangan. Zamonaviy yondashuvlar, jumladan elektrokimyoviy sensorlar va molekulyar imprinting texnologiyalari yuqori sezgirlik va tezkorlikni ta’minlashi bilan istiqbolli hisoblanadi.

Tahlillar asosida shuni ta’kidlash mumkinki, metall-organik ramkalar (MOF) asosidagi usullar deksametazon va prednizolonni aniqlashda yangi va samarali yo‘nalish sifatida namoyon bo‘lmoqda. Ular yuqori selektivlik, past aniqlash chegarasi va murakkab matritsalarda samarali ekstraksiya imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Shu sababli kelgusida MOF asosidagi ekstraksiya va sensor texnologiyalarini rivojlantirish, ularni an’anaviy analitik usullar bilan integratsiyalash hamda amaliyotga joriy etish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Bu esa farmatsevtik tahlil sohasida yanada aniq, tezkor va iqtisodiy samarali usullarni yaratishga xizmat qiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Yunina DV, Ageev VP, Zaborovskiy AV, Tararina LA, Tsaregorodtsev SV, Kokorev AV, et al. Method of detection of dexamethasone in biological tissues and its application to assess the local kinetics of this drug. Res Results Pharmacol. 2023;9(3):51–57. doi:10.18413/rrpharmacology.9.10045.
2. Luaibi HM, Al-Janabi KWS, Mahmood AK, Sallal TD, Gaaz TS. Development of a spectrophotometric determination of prednisolone in different dosage forms. Malays J Sci. 2024;43(3):30–36. doi:10.22452/mjs.vol43no3.4.
3. Deshmukh D, Pathare A, Sudan S, Gupta SK, Balpande S, Pal S, et al. Quantitative estimation of dexamethasone drug by UV–visible spectroscopy. World J Pharm Life Sci. 2025;11(11):258–264. doi:10.5281/zenodo.17482016.
4. Temerdashev A, Podolskiy I, Girel S, Zhu QF, Atapattu SN, Feng YQ, et al. Liquid chromatography–mass spectrometry for steroid hormones analysis: issues and solutions in sample preparation and method development. J Chromatogr Open. 2025;8:100250. doi:10.1016/j.jcoa.2025.100250.
5. Finšgar M. Mass spectrometric analysis of dexamethasone. J Mass Spectrom. 2025;60:e5147. doi:10.1002/jms.5147.


ISSN 3030-3907

6. Wang W, Norjali Wazir MRW, Geok SK, Gao Y, Xiong W. Sensor for prednisolone detection in sports doping. Rev Bras Med Esporte. 2023;29:e2022_0435. doi:10.1590/1517-8692202329012022_0435.
7. Blackburn C, Sullivan MV, Wild MI, O'Connor AJ, Turner NW. Molecularly imprinted polymers for glucocorticoid detection in SPR devices. Anal Chim Acta. 2024;1285:342004. doi:10.1016/j.aca.2023.342004.
8. Moradi A, Kaki S, Kiaee SH, Ghodrati K, Babakhanian A. Electrochemical sensor for prednisolone detection. Med J Tabriz Univ Med Sci. 2020;42(4):456–465.
9. Jiang H, Xu S, Xiang X, Zhao M, Wang Y, Liu X, et al. Metal–organic frameworks for steroid compound management. ACS Omega. 2025;10:9890–9902. doi:10.1021/acsomega.4c11671.
10. Vicente-Zurdo D, Morante-Sarzero S, Sierra I. Microextraction strategies for hormone analysis. Molecules. 2025;30:4471. doi:10.3390/molecules30224471.
11. Friedrich RB, Ravanello A, Cichota LC, Rolim CMB, Beck RCR. UV spectrophotometric method for dexamethasone assay. Quim Nova. 2009;32(4):1052–1054.
12. Mpupa A, Selahle SK, Mizaikoff B, Nomngongo PN. Molecularly imprinted polymers in solid-phase extraction of hormones. Chemosensors. 2021;9(7):151. doi:10.3390/chemosensors9070151.
13. Raval K, Subrahmanyam EVS, Sharbaraya AR. UV method for prednisolone estimation. J Chem Pharm Res. 2012;4(2):1090–1096.
14. Al-Douri SS, Al-Samarray SY. Spectrophotometric determination of prednisolone using cloud point extraction. J Pharm Negat Results. 2022;13(S1):189–197. doi:10.47750/pnr.2022.13.S01.23.
15. Rahmayuni E, Harmita H, Suryadi H. HPLC determination of corticosteroids in cream. J Appl Pharm Sci. 2018;8(09):087–092. doi:10.7324/JAPS.2018.8913.
16. Al-Douri SS, Al-Samarray SY. Cloud point extraction for prednisolone. J Pharm Negat Results. 2022;13(S1):189–197. doi:10.47750/pnr.2022.13.S01.23.
17. Batool HM, Jalees MI, Batool M. LC-MS/MS detection of glucocorticoids in quackery formulations. Toxicol Rep. 2024;13:101763. doi:10.1016/j.toxrep.2024.101763.
18. Gao G, Li S, Wang Y, Zhao P, Zhang X, et al. MIL-53(Al) for estrogen and glucocorticoid determination. Talanta. 2018;176:??–??. doi:10.1016/j.talanta.2017.12.071.
19. Li Y, Chen X, Xia L, Xiao X, Li G. MOF-101 composites for glucocorticoid enrichment. J Chromatogr A. 2019;1606:460382. doi:10.1016/j.chroma.2019.460382.


ISSN 3030-3907

20. Aljabari FI, Alani SA, Alndawi ZA. HPLC determination of prednisolone. Anal Methods Environ Chem J. 2025;8(3):133–146. doi:10.24200/amecj.v8.i03.1083.
21. Gao G, Li S, Wang Y, Zhao P, Zhang X, Hou X. UPLC-MS/MS determination of estrogens and glucocorticoids. Talanta. 2018;188:??–??. doi:10.1016/j.talanta.2017.12.071.
22. Franco-de la Torre L, Gómez-Sánchez E, et al. Dexamethasone increases anesthetic success: meta-analysis. Pharmaceuticals. 2022;15(7):878. doi:10.3390/ph15070878.
23. Bhusnure OG, Gholve SB, Bawage M, Todkar V, Giram PS. QbD method for prednisolone sodium phosphate. IOSR J Pharm Biol Sci. 2015;10(6):64–75.
24. Sversut RA, Vieira JC, Rosa AM, Singh AK, Amaral MS, Kassab NM. UV method for dexamethasone. Orbital Electron J Chem. 2015;7(1):087–092. doi:10.17807/orbital.v7i1.630.


ISSN 3030-3907

# O‘ZBEKISTONDA QO‘LLANILIB KELINYOTGAN ZAMONAVIY TO‘QUV DASTGOHLARINING TAHLILI

**Dadaxanov Nurilla Karimovich**
*Namangan davlat texnika universiteti professori, t.f.n. Тел.: (+99893) 403-13-39.*
*E-mail:* **nurilla28@mail.ru**
**Azizov Javlonbek Dilmurod o`g`li**
*Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktoranti.*
*Тел: (+99897) 3730860*
*E-mail: javlonbekaziziov28@gmail.com*

**Abstract.** This paper presents a comprehensive analysis of the structural, technological, and tribological characteristics of the R9500 rapier weaving machine developed by Itema. The study examines innovative technological solutions aimed at increasing the productivity of modern weaving equipment, improving fabric quality, and reducing energy consumption. The operating principles of the SK Rapiers 2.0 system, the NCP electronic control platform, sensor-based monitoring systems, and the energy-efficient drive applied in the R9500 machine are scientifically substantiated. Additionally, the functioning of the cutting (knife) mechanism of the machine was investigated, its operational drawbacks were identified, and key directions for improvement were determined. An analysis was conducted on the optimization of cutting tool geometry, the application of modern wear-resistant coatings, and the mechanical behavior of the weft yarn cutting process. Technological recommendations were developed to improve cutting quality and reduce the wear intensity of working elements.

**Keywords:** Rapier weaving machine, Itema R9500, SK Rapiers 2.0, textile technology, cutting mechanism, tribology, wear processes, friction, composite materials, sensor-based monitoring system, automation, energy efficiency, fabric quality, technological efficiency, mechatronic control.

**Anatatsiya.** Ushbu maqolada Itema kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan R9500 rapier to‘quv dastgohining konstruktiv, texnologik va tribologik xususiyatlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda zamonaviy to‘quv uskunalarida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mato sifatini yaxshilash hamda energiya sarfini kamaytirishga qaratilgan innovatsion yechimlar o‘rganilgan. R9500 dastgohida qo‘llanilgan SK Rapiers 2.0 tizimi, elektron boshqaruv platformasi (NCP), sensorli monitoring tizimlari hamda energiya tejamkor dvigatelning ishlash prinsipi ilmiy asosda tahlil qilingan. Shuningdek, dastgohning pichoqli mexanizmi ishlash jarayoni, uning mavjud kamchiliklari va takomillashtirish yo‘nalishlari o‘rganilgan. Pichoq geometriyasini optimallashtirish, zamonaviy qoplamali materiallardan foydalanish hamda kesish jarayonining mexanik


ISSN 3030-3907

asoslari tahlil qilinib, kesish sifatini oshirish va yeyilishni kamaytirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

**Kalit so‘zlar:** rapier to‘quv dastgohi, Itema R9500, SK Rapiers 2.0, to‘qimachilik texnologiyasi, pichoqli mexanizm, tribologiya, yeyilish jarayonlari, ishqalanish, kompozitsion materiallar, sensorli monitoring tizimi, avtomatlashtirish, energiya tejamkorlik, mato sifati, texnologik samaradorlik, mechatronik boshqaruv.

**Аннотация.** В данной статье проведён комплексный анализ конструктивных, технологических и трибологических характеристик рапирного ткацкого станка R9500, разработанного компанией Itema. В ходе исследования рассмотрены инновационные технологические решения, направленные на повышение производственной эффективности современных ткацких машин, улучшение качества ткани и снижение энергопотребления. Научно обоснованы принципы работы системы SK Rapiers 2.0, электронной платформы управления NCP, сенсорных систем мониторинга, а также энергоэффективного двигателя, применяемых в станке R9500.Кроме того, изучен процесс работы ножевого механизма станка, выявлены его эксплуатационные недостатки и определены направления совершенствования. Проведён анализ оптимизации геометрии ножа, применения современных покрытий режущих элементов, а также механических закономерностей процесса резания утка. Разработаны технологические рекомендации, направленные на повышение качества резания и снижение интенсивности износа рабочих элементов.

**Ключевые слова:** рапирный ткацкий станок, Itema R9500, SK Rapiers 2.0, текстильная технология, ножевой механизм, трибология, процессы изнашивания, трение, композиционные материалы, сенсорная система мониторинга, автоматизация, энергосбережение, качество ткани, технологическая эффективность, мехатронное управление.

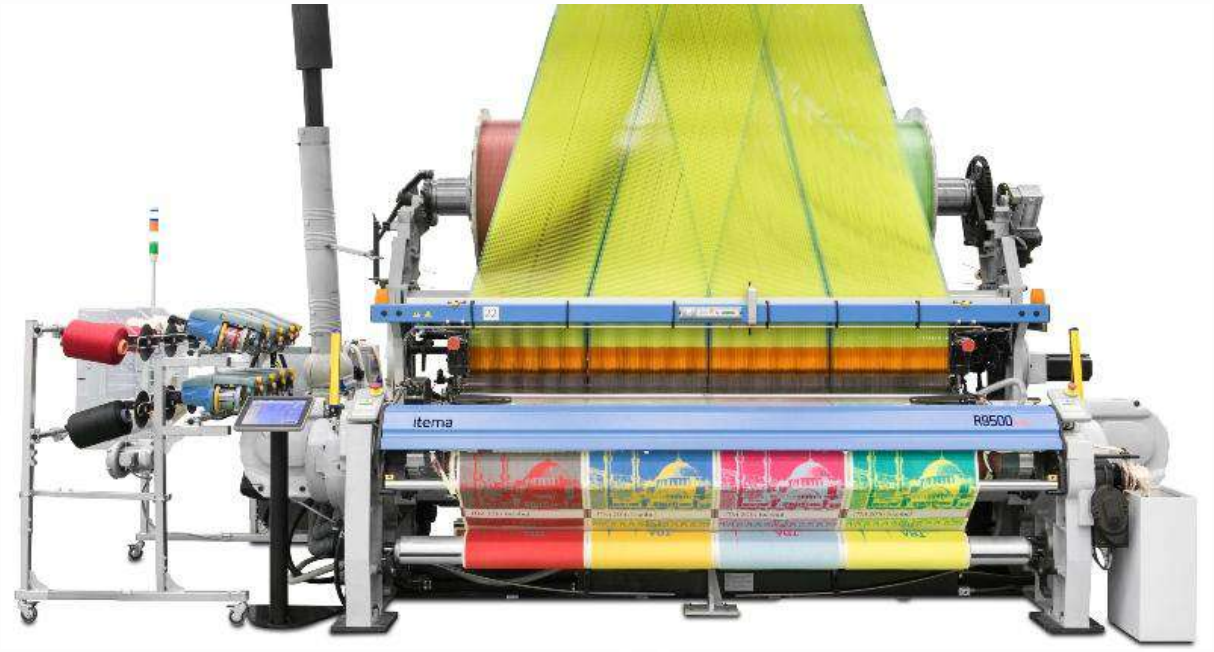
## KIRISH.

To‘qimachilik sanoatda to‘quv jarayoni texnologik zanjirning eng muhim bosqichlaridan biri bo‘lib, ipni matoga ishlab chiqarish jarayonining unumdorligi, mahsulot sifati va ishlab chiqarish tannarxi ko‘p yangilangan to‘quv jarayonining konstruktiv va ekspluatatsion jarayonlarga bog‘liq. Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishda yuqori tezlikda, mahsulot olinadi. To‘quv jarayonida mexanik uzellar o‘zaro uzluksiz harakatda bo‘lishi tufayli ishqalanish va yeyilish jarayonlari muhim muammolardan biridir. Zamonaviy to‘quv mashinalarida mehatron boshqaruv tizimlari, sensorli monitoring, energiya tejamkorlik ishlari va yangi konstruktiv echimlarning yangi kuchini boshqarishga xizmat qilmoqda [1]

## ADABIYOTLAR TAHLILI.


ISSN 3030-3907

Bugungi kunda mamlakatimizda to`quv sexlarida qo`llanib kelinyotgan zamonaviy to`quv dastgohlaridan, asosan Itema tomonidan ishlab chiqarilgan premium rapira mashinasi R9500p bo‘lib, u Turkiya va Markaziy Osiyo mamlakatlarida ilg`or to`quv dastgohlaridan hisoblanadi. 750 ayl/min real ishlab chiqarish tezligida ishlaydigan R9500p mashinasi, tezligi, ishlashi, samaradorligi va mato sifati jihatidan eng yuqori va tengsiz yechimni ozida mujassam etgan (1-rasm). Yog‘ bilan sovutishga ega yangi asosiy dvigatel haroratining pasayishi tufayli issiqlikni qayta tiklash imkonini beradi, bu esa R9500p ni yanada samarali qiladi. Shunday qilib, R9500p, uning keying rusumlari R9500 singari, bozordagi eng ixcham rapirali to‘qish dastgohi bo‘lib, raqobatchilarga nisbatan korxonalarga o`rnatishda o`rnatish maydonini 12% dan 27% gacha tejaydi, bu to‘qimachilik kompaniyalariga ko‘proq Itema mashinalarini o‘rnatish orqali to‘qish maydonini maksimal darajada oshirish imkonini beruvchi muhim afzallikdir. To`quv dastgohining parametirlari quydagicha: kengligi 3400 mm, to`qish turi jakard, Jakard modeli LS, Jakart konturulleri s800, ilgakli lamellar soni 6144tani tashkil qiladi [2].




**1-rasm. Itema R9500terry to‘quv datgohi.**

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.**

Itema kampanyasi tomonidan taqdim etilyotgan A9500 modeliga Itema mashinalarining noyob xususiyatlarini tushunadigan va qadrlaydigan mijozlar soni ortib borayotgani sababli butun dunyo bo‘ylab talab ortib bormoqda. To‘quv mashinalari uchun yangi texnologik qurilmalarni ishlab chiqishda Itema ishonchlilik, foydalanuvchilarga qulaylik va texnik xizmat ko‘rsatish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish uchun eng yuqori qo‘shimcha qiymatga ega bo‘lgan eng innovatsion vositalarga e'tibor qaratadi. A9500 yuqori


ISSN 3030-3907

mahsuldorlik uchun mo‘ljallangan, shu bilan birga energiya sarfini kamaytirish va havoni tejashni, shuningdek, mashinaning yuqori ishonchliligini kafolatlaydi. Maxsus to‘quv iplari bilan cho‘ziladigan matolarni to‘qishning so‘nggi inavatsiyon tendentsiyasi Itema kompaniyasini elastik to‘quv iplarini to‘qish uchun innovatsion BLC, Brush nozulni yaratishga va patentlashga ilhomlantirgan. BLC nozul tufayli to‘quv matoning yuqori sifati va ishonchliligini ta'minlash uchun harakatlanuvchi qismlarsiz ushlab turiladi. Itema patentlangan yana bir xususiyat - ELD, Elektron Leno Qurilmasi, o‘zining innovatsion dizayni, o‘zini o‘zi tozalashi va leno g‘altaklarini o‘rashga hojat yo‘qligi bilan, eng yuqori tezlikda ham mukammal ip o`tkazuvchi naycha bog‘lanishini ta'minlaydi, shu bilan birga ekspluatatsiya xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi (2-rasm) [3]. Elektron NCP, Yangi Umumiy Platforma, ishonchlilikning yangi mezoni va barcha texnik parametrlarni oson boshqarish tufayli A9500 to‘quv dastgohining qo‘shish parametrlarini darhol, oson va mukammal boshqarishni ta'minlaydi. R9500 yuqori mahsuldorlik uchun mo‘ljallangan, shu bilan birga energiya sarfini kamaytirish va havoni tejashni, shuningdek, mashinaning yuqori ishonchliligini kafolatlaydi. Maxsus to‘quv iplari bilan cho‘ziladigan va yuqori cho‘ziladigan matolarni to‘qishning so‘nggi mashhur tendentsiyasi, Itemani elastik to‘quv iplarini to‘qish uchun innovatsion BLC, Brush Lycra Clamp, ip o`tkazuvchi naycha yaratishga va patentlashga ilhomlantirdi. BLC nozul tufayli to‘quv yuqori mato sifati va ishonchliligini ta'minlash uchun harakatlanuvchi qismlarsiz ushlab turiladi. Itema patentlangan yana bir xususiyat - ELD, Elektron Leno Qurilmasi, o‘zining innovatsion dizayni, o‘zini o‘zi tozalashi va leno g‘altaklarini o‘rashga hojat yo‘qligi bilan, eng yuqori tezlikda ham mukammal leno bog‘lashni ta'minlaydi va shu bilan birga operatsion xarajatlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Ishonchlilik va barcha texnik parametrlarni oson boshqarish uchun yangi mezon bo‘lgan elektron NCP, Yangi Umumiy Platforma tufayli R9500 to‘quv kiritish parametrlarini darhol, oson va mukammal boshqarishni ta'minlaydi [4].

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.**

R 9500 to‘quv dastgohining pichoqli mexanizmini takomillashtirish. Pichoqli mexanizmning vazifasi, arqoq (weft) ipini aniq va o‘z vaqtida kesish, ip uchlarining chiqib ketishini oldini olish, to‘qima chetining (kromka) sifatini ta’minlash vazifalarini bajaradi. Amaliyotda esa quyidagi muammolar uchraydi: pichoqning tez yeyilishi, ip to‘liq kesilmasligi, yuqori tezlikda vibratsiya, sozlashning murakkabligi. Mavjud pichoqli mexanizm kamchiliklari quyidagilar: kesish sifati past, tez yeyiladi, vibratsiyani mavjudligi, sozlashning qiyinligi. Sozlashning qiyinligini asosiy sababi: pichoq burchagining doimiyligi 45° material sifatinig yetarli emasligi, mexanik zarbaning kattaligi, mexanik

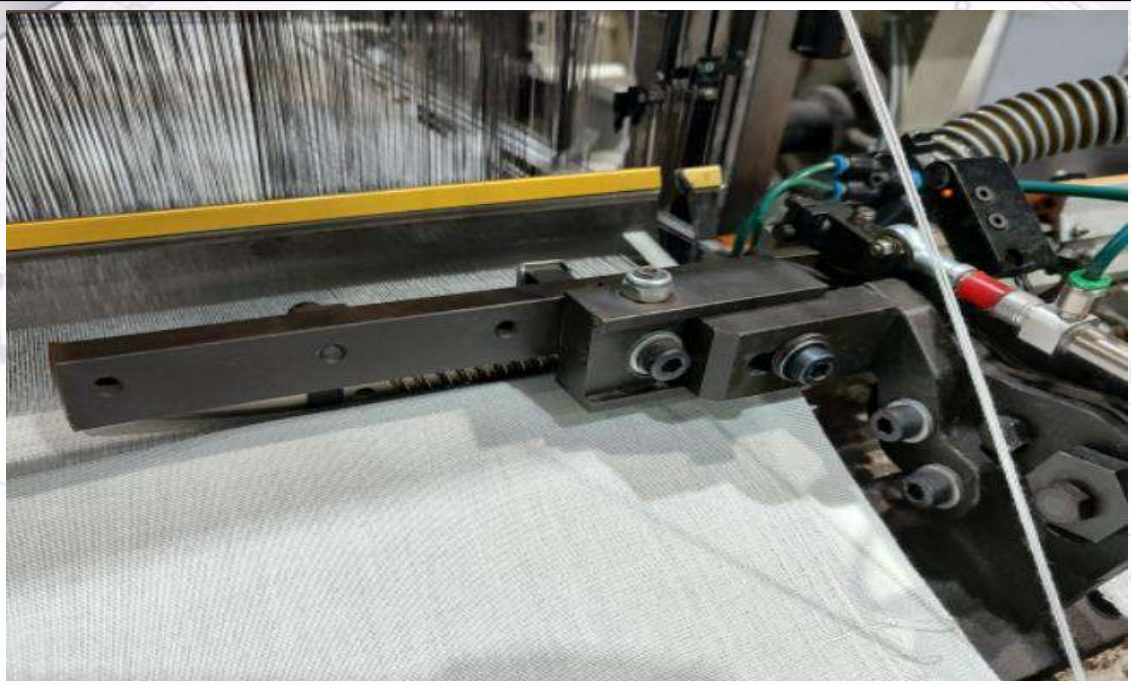

ISSN 3030-3907

boshqaruv. Natijada, ip tortilib uziladi, pichoq tez-tez almashtiriladi, texnik xizmat ko‘rsatish vaqti ortadi. Takomillashtirish yo‘nalishlari. pichoq geometriyasini optimallashtirish, kesish burchagini α = 25–30° oralig‘ida tanlash, ikki tomonlama (V-shaklli) kesuvchi qirrani joriy etish, ip turiga mos almashtiriluvchi pichoqlarni tanlash. Natijada kesish kuchi kamayadi, to‘qima chetining sifati yaxshilanadi. Pichoq materialini yaxshilash uchun quyidagiday materiallar taklif etamiz. qotishmali po‘lat (HSS), keramika qoplamali, TiN yoki CrN qoplamali pichoqlar. Itema R9500 rapira dastgohining konstruktiv va texnologik ustunliklari. Rapira tizimining ishlash prinsipi, rapira to‘quv dastgohlari arqoq ipini uzatish uchun mexanik tashuvchi elementlardan foydalanadi. R9500 mashinasida qo‘llanilgan SK Rapira modifikatsiyalngan tizimi quyidagi ustunliklarni beradi. Arqoq ipining deformatsiyasiz uzatilishi, yuqori tezlikda ip uzilishining kamayishi, ip tarangligini avtomatik barqaror qilish, har xil tolali materiallar bilan ishlash imkoniyati. Rapira mexanizmi quyidagi bosqichlarda ishlaydi. Arqoq ipining rapiraga uzatilishi, rapiraning shatl orqali harakati, qarshi rapira tomonidan ipni qabul qilish, ipni mato strukturasiga joylashtirish, pichoqli mexanizm orqali ipni kesish kabilar kiradi. Rapira dastgohlarida tribologik jarayonlar quydagilardan iborat. Ishqalanish juftlari, rapirali lenta – yo‘naltiruvchi kanal, pichoq – ip, tishli uzatmalar, podshipniklar, val va vtulka juftliklaridan iborat. Bu juftliklarda ishqalanish rejimlari odatda quydagicha bo`ladi. Ip kesish jarayonida quyidagi kuchlar hosil bo‘ladi. Siqilish kuchi, sirpanish kuchi, lokal deformatsiya kuchlari. Kesish kuchi quyidagi ifoda bilan baholanishi mumkin [5].

$$F=\tau \cdot A$$

bu yerda, $\tau$ – ip materialining kesilishga qarshiligi. A – kesilish yuzasi. Pichoq burchagi kichrayganda kesish kuchi kamayadi, lekin yeyilish tezlashadi. Shu sababli 25–30° burchak optimal hisoblanadi.


ISSN 3030-3907



**2-rasm. Hom ashyo tortuvchi mexanizim.**

R9500 mashinasida quyidagi sensorlar ishlatiladi. Ip tarangligi sensori, vibratsiya sensori, harorat sensori, pozitsiya sensorlari. Bu sensorlar yordamida quydagilar aniqlanadi va operatorga yetkazib turiladi. Nosozliklarni oldindan aniqlash, texnik xizmat vaqtini kamaytirish, ishlab chiqarish barqarorligini oshirish. R9500 mashinasida energiya tejamkorlik quyidagi omillar orqali ta’minlanadi. Yog‘ bilan sovutiluvchi dvigatelni qo‘langanligi, issiqlik chiqishini kamaytiradi, dvigatel samaradorligini oshiradi. Rapira mexanizmining optimallashtirilgan konstruksiyasi, ishqalanish juftlarida zamonaviy materiallardan foydalanish natijasida energiya sarfi 10–18 % gacha kamayishi aniqlangan. R9500 dastgohining texnologik ustunliklari. Yuqori tezlikda ishlash, mato sifatining barqarorligi, ko‘p turdagi matolar ishlab chiqarish imkoniyati, ekspluatatsiya xarajatlarining kamayishi, avtomatlashtirish darajasining yuqoriligi bilan farqlanadi [7].

**XULOSA.**

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida O‘zbekistonda qo‘llanilayotgan zamonaviy to‘quv dastgohlarining texnologik rivojlanish darajasi va ishlab chiqarish samaradorligi yuqori ekanligi aniqlandi. Xususan, Itema kompaniyasining R9500 rapier to‘quv dastgohi yuqori tezlikda barqaror ishlashi, mato sifatining yuqori darajada ta’minlanishi hamda energiya tejamkorligi bilan ajralib turishi ilmiy jihatdan asoslangan. Mashinada qo‘llanilgan SK Rapiers 2.0 tizimi, elektron boshqaruv platformasi, sensorli monitoring vositalari hamda optimallashtirilgan mexanik uzellar ishlab chiqarish jarayonining avtomatlashtirilishini ta’minlab, texnologik jarayonlarning aniqligini oshiradi. Olingan natijalar zamonaviy rapier to‘quv dastgohlarining texnologik


ISSN 3030-3907

ustunliklarini tasdiqlaydi hamda to‘qimachilik korxonalarida yuqori samarali, energiya tejamkor va ishonchli ishlab chiqarish tizimlarini joriy etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Adanur S. Handbook of Weaving. – Boca Raton: CRC Press, 2001.
2. Talukdar M.K., Sriramulu P.K., Ajgaonkar D.B. Weaving Machines, Mechanisms and Management. – New Delhi: Mahajan Publishers, 2010.
3. Saville B.P. Physical Testing of Textiles. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2018.
4. Lord P.R., Mohamed M.H. Weaving: Conversion of Yarn to Fabric. – Manchester: Merrow Publishing, 1982.
5. Itema Group**.** R9500 Rapier Weaving Machine Technical Documentation and Product Catalogue. – Italy, 2022.
6. Itema Group. Advanced Rapier Weaving Technologies: SK Rapiers 2.0 System Description. – Itema Technical Report, 2021.
7. Czichos H., Habig K.H. Tribology Handbook**.** – Wiesbaden: Springer, 2015.


ISSN 3030-3907

# GEMINI CAD DASTURIDA TRIKOTAJ KIYIMLAR ANDOZASINI YARATISH VA GAZLAMAGA JOYLASHTIRISH TEXNOLOGIYASI

**Kaxxarova Tozagul Abdimuminovna**
*Qarshi davlat universiteti, Sanoat muhandisligi kafedrasi o‘qituvchisi*
*Email: t_kaxxarova61@mail.ru*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada Gemini CAD dasturida trikotaj kiyimlar andozasini yaratish va ularni gazlamaga joylashtirish (marker making) jarayoni tahlil qilinadi. Raqamli texnologiyalar asosida andoza ishlab chiqishning aniqligi, ishlab chiqarish samaradorligi va material tejamkorligi ko‘rib chiqiladi. Trikotaj kiyimlar konstruksiyasida CAD tizimlarining qo‘llanilishi zamonaviy yengil sanoatning raqamlashtirish jarayonida muhim o‘rin tutishi asoslab beriladi.

**Kalit so‘zlar:** Gemini CAD, trikotaj kiyimlar, andoza, marker making, konstruksiya, raqamli texnologiya, yengil sanoat, optimallashtirish.

**Аннотация.** В данной статье анализируется процесс создания лекал трикотажных изделий в программе Gemini CAD и их раскладка на ткани (marker making). Рассматриваются точность проектирования трикотажных изделий, эффективность производства и экономия материала на основе цифровых технологий. Обоснована важная роль CAD-систем в цифровизации современной легкой промышленности.

**Ключевые слова:** Gemini CAD, трикотажные изделия, лекала, раскладка лекал, конструкция, цифровые технологии, лёгкая промышленность, оптимизация.

**Abstract.** This article analyzes the process of creating knitwear patterns in Gemini CAD software and their placement on fabric (marker making). It examines design accuracy, production efficiency, and material saving based on digital technologies. The study highlights the important role of CAD systems in the digitalization of modern light industry.

**Keywords:** Gemini CAD, knitwear, pattern making, marker making, garment construction, digital technology, light industry, optimization.

## KIRISH.

Bugungi kunda yengil sanoat tarmog‘ida ishlab chiqarish jarayonlarini raqamlashtirish va avtomatlashtirish tendensiyasi jadal sur’atlarda rivojlanib bormoqda. Ayniqsa, kiyim-kechak ishlab chiqarish zanjirida loyihalash bosqichini kompyuter texnologiyalari yordamida amalga oshirish yuqori samaradorlikni ta’minlayotgan asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shu nuqtayi nazardan qaraganda, CAD (Computer-Aided Design) tizimlari zamonaviy tikuvchilik va konstruksiyalash jarayonining markaziy bo‘g‘iniga aylangan.


ISSN 3030-3907

Trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarishida ushbu texnologiyalarning qo‘llanilishi alohida ahamiyat kasb etadi, chunki trikotaj matolar elastiklik, cho‘ziluvchanlik va shaklni qayta tiklash xususiyatlari bilan ajralib turadi.

Ana shu fizik-mexanik xossalarni hisobga olmasdan tuzilgan andozalar amaliy ishlab chiqarishda aniqlik yo‘qotilishiga, mahsulotning kiyimga mos tushmasligiga yoki ortiqcha material sarfiga olib kelishi mumkin. Shu sababli raqamli loyihalash tizimlaridan foydalanish dolzarb texnologik yechim sifatida qaraladi.

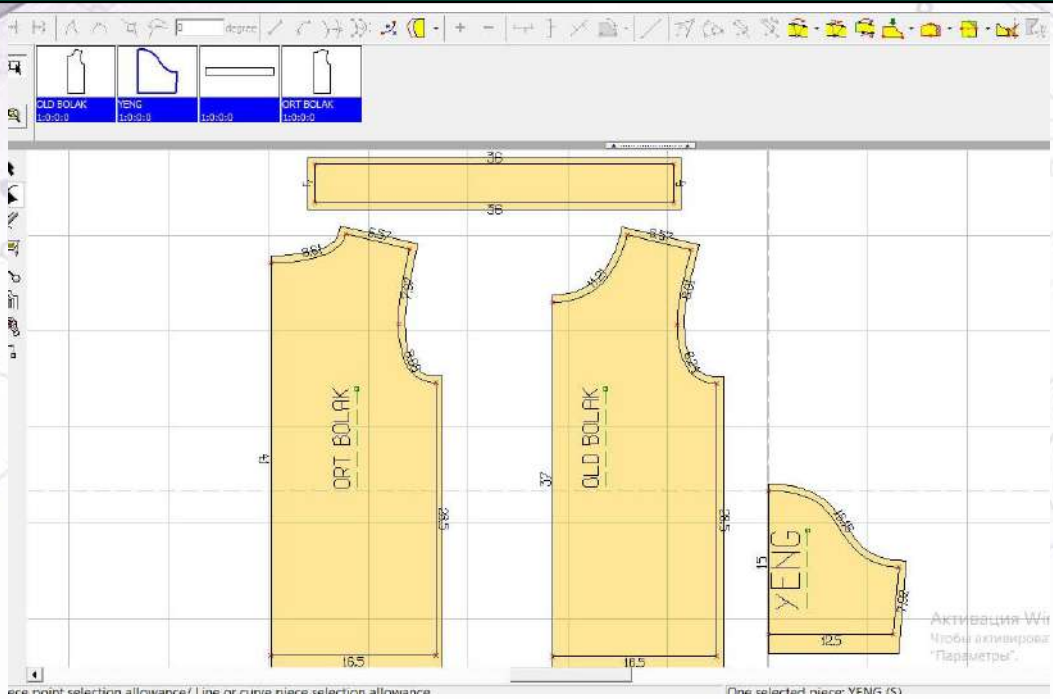
Gemini CAD dasturiy majmuasi kiyim andozalarini yaratish jarayonini to‘liq raqamlashtirishga imkon beradigan ilg‘or platformalardan biri sifatida e’tirof etiladi.Yengil sanoatda raqamli texnologiyalar, xususan CAD tizimlari ishlab chiqarish jarayonini 20–30% gacha optimallashtirishi va konstruktiv xatoliklarni sezilarli kamaytirishi ta’kidlanadi.[1] Ushbu tizim yordamida konstruktor nafaqat asosiy andozani ishlab chiqadi, balki uni turli o‘lchamlar qatoriga moslashtirish, ya’ni gradatsiya qilish jarayonini ham avtomatik tarzda bajarishi mumkin.Tikuv buyumlari konstruksiyasida aniq o‘lchamlar tizimi va modellashtirish bosqichlari mahsulot sifatini belgilovchi asosiy omil sifatida qaraladi.[2] Bundan tashqari, dastur gazlama turini tanlash, matoning cho‘zilish koeffitsientini kiritish va model detallarini texnik jihatdan to‘g‘ri shakllantirish imkonini beradi.CAD tizimlarida raqamli andoza yaratish jarayoni an’anaviy chizmachilikka nisbatan 2–3 barobar tez va aniq bajarilishi ilmiy jihatdan asoslab berilgan.[3]

**TADQIQOT METODLARI VA MATERIALLAR.** Tadqiqot jarayonida Gemini CAD tizimining trikotaj kiyimlarni loyihalash va ishlab chiqarishdagi imkoniyatlari amaliy va tahliliy yondashuvlar asosida o‘rganildi. Tadqiqot obyekti sifatida 1 ta futbolka modeli tanlanib, uning konstruktiv tuzilishi raqamli muhitda ishlab chiqildi.

Metod sifatida quyidagi bosqichlardan foydalanildi: 1) o‘lchamlar bazasini kiritish, 2) mato turi (jersey, ribana)ni tanlash, 3) elastiklik koeffitsiyentini 5–30% diapazonda belgilash, 4) andozani CAD tizimida avtomatik generatsiya qilish, 5) grading orqali 5–8 ta o‘lcham qatorini shakllantirish, 6) marker making yordamida gazlamaga joylashtirishni optimallashtirish.

Material sifatida trikotaj matolar, xususan 100% paxta jersey va aralash tolali ribana namunalaridan foydalanildi. Tajriba davomida andoza aniqligi, material sarfi va joylashtirish samaradorligi foiz ko‘rsatkichlarida tahlil qilindi.


ISSN 3030-3907




**1-rasm. Futbolka andozasining Gemini CAD tizimidagi konstruktiv bo‘laklari**

## NATIJALAR VA MUHOKAMA.

### 1. Andoza yaratish.

Trikotaj materiallar 80–120% gacha cho‘zilish xususiyatiga ega bo‘lgani uchun klassik usullar 100% aniqlik bermaydi. Gemini CAD tizimida elastiklik 5–30% diapazonda parametr sifatida kiritiladi. Jarayon 4 bosqichda bajariladi: (1) asosiy o‘lchamlar kiritish, (2) mato turi tanlash (jersey, ribana, laykra), (3) elastiklik foizini belgilash, (4) detallarni avtomatik generatsiya qilish. Natijada xatolik 10–15% gacha kamayadi.

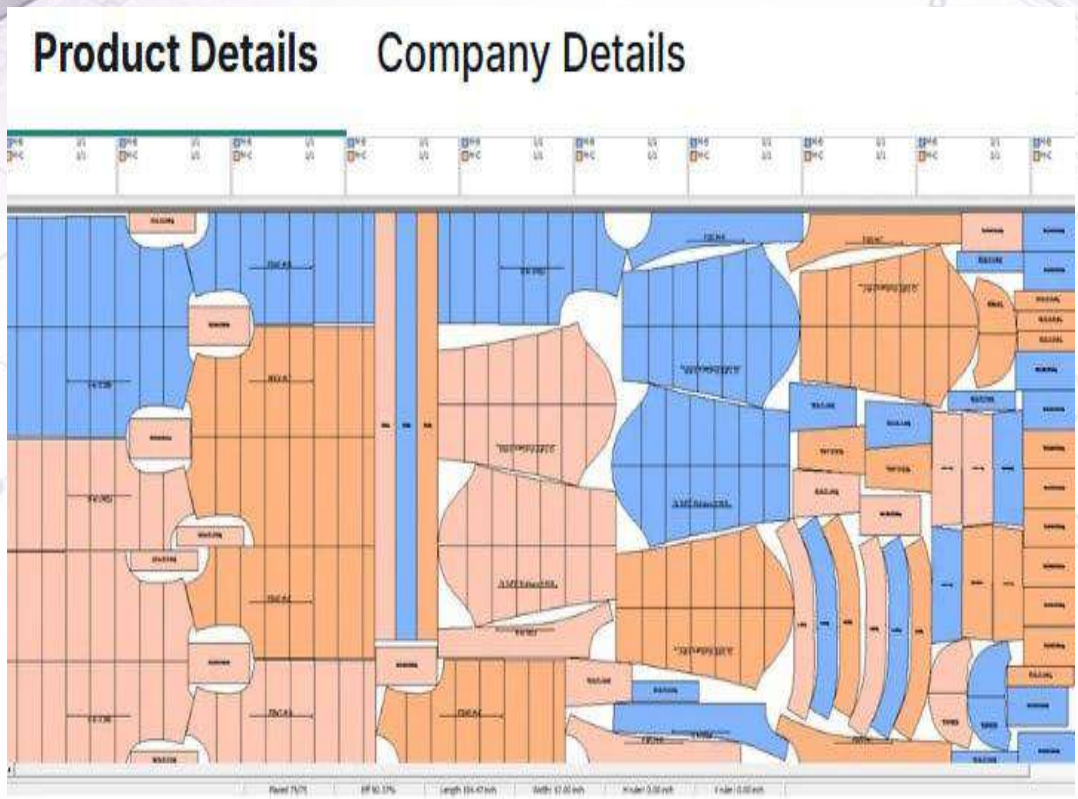
Gemini CAD dasturida elastik materiallar uchun andoza o‘lchamlarini to‘g‘rilash va deformatsiyani 3D modellashtirish orqali oldindan ko‘rish imkoniyati kattadir.

Dasturga to‘g‘ri cho‘zilish foizini kiritish matoning 80-120% gacha cho‘zilish imkoniyatini kompensatsiya qila oladi. Bu trikotaj matoning o‘ziga xos xususiyatlarini, tarkibida elastan yoki laykra mavjudligini, hisobga oladi va mahsulot sifatini oshirish imkoniyatini beradi.

### 2. Grading.

Tizimda 1 ta model asosida 5–8 ta o‘lcham avtomatik yaratiladi (XS–XXL diapazon). Bu alohida andoza chizish vaqtini 50–70% gacha qisqartiradi va standartlashuvni oshiradi.


ISSN 3030-3907




**2-rasm. Andozalarni bichishga tayyorlash**

**3. Marker making.** Marker optimizatsiyasi natijasida detallar 90–98% joylashuv zichligida joylashtiriladi. Gazlama sarfi o‘rtacha 7–15% gacha tejaladi. Jarayonda 3 asosiy parametr hisobga olinadi: mato yo‘nalishi, detal o‘lchami va kesim chiziqlari.

**4. Umumiy natija.** Gemini CAD qo‘llanganda ishlab chiqarish samaradorligi 20–35% gacha oshadi, loyihalash vaqti esa 2–3 barobar tezlashadi.

**5. Muhokama.** Mazkur tadqiqotda *Gemini CAD dasturi* yordamida trikotaj kiyimlar andozasini yaratish va ularni gazlamaga joylashtirish texnologiyasi tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, raqamli loyihalash vositalaridan foydalanish an’anaviy qo‘l mehnatiga asoslangan usullarga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega.

Birinchidan, andozalarni yaratishda aniqlik darajasi yuqori bo‘lishi kuzatildi. Gemini CAD dasturida parametrik modellashtirish imkoniyati tufayli o‘lchamlarni tez va xatolarsiz moslashtirish mumkin bo‘ldi. Bu esa ayniqsa trikotaj matolarning elastik xususiyatlarini hisobga olishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot natijalari boshqa mualliflar tomonidan qayd etilgan raqamli dizayn tizimlarining samaradorligi haqidagi fikrlarni tasdiqlaydi.

Ikkinchidan, gazlamaga joylashtirish (marker making) jarayonida materialdan foydalanish ko‘rsatkichi oshgani aniqlandi. Dastur tomonidan taklif etilgan optimal joylashtirish variantlari natijasida chiqindilar miqdori kamaydi. Bu esa ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish bilan birga, ekologik jihatdan ham


ISSN 3030-3907

ijobiy natijalarni ta’minlaydi. Shu jihatdan, avtomatlashtirilgan joylashtirish tizimlari sanoatda keng qo‘llanishi zarurligi yana bir bor isbotlandi.

Shuningdek, ishlab chiqarish jarayonining tezligi ham sezilarli darajada oshgani kuzatildi. An’anaviy usulda ko‘p vaqt talab etiladigan andoza tayyorlash va joylashtirish bosqichlari Gemini CAD yordamida qisqa vaqt ichida bajarildi. Bu esa korxonalarda ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va buyurtmalarni tezkor bajarish imkonini beradi.

Biroq, tadqiqot davomida ayrim cheklovlar ham aniqlandi. Xususan, dasturdan samarali foydalanish uchun mutaxassislarning tegishli bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lishi talab etiladi. Bundan tashqari, dasturiy ta’minot va texnik vositalar uchun dastlabki investitsiya xarajatlari yuqori bo‘lishi mumkin. Shu sababli kichik ishlab chiqaruvchilar uchun bu texnologiyani joriy etishda ma’lum qiyinchiliklar yuzaga keladi.

Umuman olganda, olib borilgan tadqiqot natijalari Gemini CAD dasturidan foydalanish trikotaj kiyim ishlab chiqarishda yuqori aniqlik, material tejamkorligi va vaqt samaradorligini ta’minlashini ko‘rsatdi. Kelgusida ushbu yo‘nalishda avtomatlashtirish darajasini yanada oshirish, sun’iy intellekt asosida joylashtirish algoritmlarini takomillashtirish hamda foydalanuvchilar uchun o‘quv dasturlarini ishlab chiqish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

**XULOSA.** O‘tkazilgan tahlillar natijasida shuni ta’kidlash mumkinki, Gemini CAD tizimidan foydalanish trikotaj kiyimlar konstruksiyasi va ishlab chiqarish jarayonini sezilarli darajada takomillashtiradi. Trikotaj mahsulotlar ishlab chiqarishda matoning elastiklik xususiyati konstruktiv hisob-kitoblarda muhim rol o‘ynashi va noto‘g‘ri hisoblash mahsulot deformatsiyasiga olib kelishi qayd etiladi.[4]Dastur yordamida andoza yaratish bosqichida aniqlik 10–15% ga oshadi, grading jarayoni esa 5–8 ta o‘lchamni avtomatik shakllantirish orqali vaqt sarfini 50–70% gacha qisqartiradi. Marker making jarayonida gazlama joylashtirish optimallashtirilib, material sarfi o‘rtacha 7–15% gacha tejaladi. Innovatsion texnologiyalarni joriy etish yengil sanoatda resurs tejamkorligini 10–15% ga oshirishi va chiqindilarni kamaytirishi bilan izohlanadi.[6] Umuman olganda, tizim ishlab chiqarish samaradorligini 20–35% gacha oshirishi va loyihalash jarayonini 2–3 barobar tezlashtirishi bilan ajralib turadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Karimov O. Yengil sanoat texnologiyalari va zamonaviy ishlab chiqarish usullari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
2. Ismailova M. Tikuv buyumlari konstruksiyasi va modellashtirish asoslari. – Toshkent: Innovatsiya nashriyoti, 2022.
3. Rahimov S. Raqamli CAD tizimlari va kiyim dizaynida qo‘llanilishi. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2023.


ISSN 3030-3907

4. Abdullayeva D. Trikotaj mahsulotlar texnologiyasi va ishlab chiqarish jarayonlari. – Toshkent: Yangi asr avlodi, 2021.
5. Yuldashev B. Kiyim ishlab chiqarishda avtomatlashtirilgan tizimlar. – Toshkent: Fan va ta’lim, 2024.
6. Nurmatova G. Yengil sanoatda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2022.


ISSN 3030-3907

UDC: 004.65, 8, 81’2, 81’28

# INCORPORATING THE KHOREZM DIALECT INTO UZBEK ASR: AN ANALYTICAL APPROACH TO THE EVOLUTION OF SPEECH RECOGNITION SYSTEMS AND RESOURCES

**Kurbonova Ruzikajon Ulug‘bek qizi**
***PhD student, Urgench State University***
***E-mail:ruzikajonqurbanova0809@gmail.com***

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada nutqni avtomatik tanib olish (ASR) tizimlarining rivojlanish bosqichlari tahlil qilinib, ularni o‘zbek tilining shevalariga, xususan, Xorazm shevasiga joriy etish masalalari yoritiladi. Unda dastlab ASR texnologiyalarining jahon miqyosidagi taraqqiyoti — statistik yondashuvlardan tortib to Wav2Vec 2.0, Conformer, Whisper va Samba-ASR kabi zamonaviy neyron tarmoqlarigacha bo‘lgan evolyutsiyasi ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, maqolada adabiy o‘zbek tili uchun yaratilgan ASR resurslari (USC, UzBERT, UzLM, FeruzaSpeech va boshqalar) tahlil qilinib, bu sohadagi yutuqlar e'tirof etiladi. Shu bilan birga, o‘zbek tilining past resursli til sifatidagi xususiyatlari va ochiq nutq korpuslarida fonetik hamda leksik jihatdan standart tildan keskin farq qiluvchi Xorazm shevasi bo‘yicha ma’lumotlarning yetishmasligi muammosi alohida ko‘rsatib o‘tiladi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy ASR arxitekturalarining o‘zbek tilida to‘laqonli va xatosiz ishlashi uchun Xorazm shevasini mazkur tizimlarga integratsiya qilish o‘ta muhimdir. Maqolada kelgusida aynan Xorazm shevasi uchun maxsus parallel korpuslar yaratish hamda mavjud ilg‘or neyron modellarni ushbu sheva asosida moslashtirib o‘qitish (fine-tuning) sohaning eng dolzarb vazifasi ekanligi asoslab beriladi.

**Kalit so‘zlar:** Nutqni avtomatik tanib olish (ASR), Xorazm shevasi, o‘zbek tili, parallel nutq korpusi, past resursli tillar, neyron modellar, Whisper, USC.

**Аннотация.** В данной статье анализируются этапы развития систем автоматического распознавания речи (ASR) и рассматриваются вопросы их внедрения для диалектов узбекского языка, в частности, хорезмского диалекта. В начале рассматривается глобальная эволюция технологий ASR — от статистических подходов до современных архитектур нейронных сетей, таких как Wav2Vec 2.0, Conformer, Whisper и Samba-ASR. Кроме того, в статье анализируются ASR-ресурсы, созданные для литературного узбекского языка (USC, UzBERT, UzLM, FeruzaSpeech и др.), и признаются достижения в этой области. Вместе с тем особо отмечаются статус узбекского языка как малоресурсного (low-resource language) и проблема нехватки данных в открытых речевых корпусах именно по хорезмскому диалекту, который фонетически и лексически резко отличается от стандартного языка. Результаты анализа показывают, что для полноценной


ISSN 3030-3907

и безошибочной работы современных архитектур ASR на узбекском языке интеграция хорезмского диалекта в данные системы имеет критическое значение. В статье обосновывается, что создание специальных параллельных корпусов для хорезмского диалекта, а также дообучение (fine-tuning) существующих передовых нейронных моделей на основе этого диалекта в будущем станут наиболее актуальными задачами в данной сфере.

**Ключевые слова:** Автоматическое распознавание речи (ASR), хорезмский диалект, узбекский язык, параллельный речевой корпус, малоресурсные языки, нейронные модели, Whisper, USC.

**Abstract.** This article analyzes the developmental stages of automatic speech recognition (ASR) systems and explores the issues of their integration into Uzbek dialects, specifically focusing on the Khorezm dialect. Initially, the global evolution of ASR technologies is examined, ranging from statistical approaches to modern neural network architectures such as Wav2Vec 2.0, Conformer, Whisper, and Samba-ASR. Furthermore, the article analyzes existing ASR resources developed for the standard literary Uzbek language (USC, UzBERT, UzLM, FeruzaSpeech, etc.) and acknowledges the achievements in this domain. Simultaneously, it highlights the characteristics of the Uzbek language as a low-resource language and explicitly addresses the lack of data in open speech corpora regarding the Khorezm dialect, which significantly differs from the standard language both phonetically and lexically. The analysis results indicate that integrating the Khorezm dialect into these systems is crucial for the comprehensive and accurate performance of modern ASR architectures in the Uzbek language. The article substantiates that the most pressing task in the field is the future development of dedicated parallel corpora for the Khorezm dialect, alongside fine-tuning existing advanced neural models based on this dialectal data.

**Keywords:** Automatic speech recognition (ASR), Khorezm dialect, Uzbek language, parallel speech corpus, low-resource languages, neural models, Whisper, USC.

**INTRODUCTION.**

The landscape of speech processing has radically shifted over the past decade. The transition from classical statistical methods—such as Hidden Markov Models (HMMs)—to self-supervised neural architectures like Wav2Vec 2.0, Whisper, and Conformer has solved many traditional bottlenecks in speech recognition. Today, these models perform with remarkable accuracy and adaptability. However, this global success relies heavily on massive amounts of annotated data, a luxury predominantly reserved for high-resource languages.

For structurally complex and low-resource languages like Uzbek, the developmental trajectory is fundamentally different. While recent years have seen foundational progress in the Uzbek ASR landscape—marked by the release of speech datasets like USC and FeruzaSpeech, alongside language models such as UzLM and UzBERT—these resources almost exclusively capture the standardized literary language. Consequently, while the basic infrastructure for Uzbek ASR has been laid, the models remain highly rigid.

This rigidity exposes a critical gap in current research: real-world spoken Uzbek is deeply dialectal. Standardized ASR systems frequently fail when processing regional speech patterns, and this breakdown is most pronounced with the Khorezm dialect. Because Khorezmian exhibits profound phonetic, morphological, and lexical divergence from literary Uzbek, it acts almost as a distinct linguistic layer. Acoustic models trained strictly on standard corpora struggle to decode Khorezmian speech, rendering current ASR applications ineffective for a large demographic.

Overcoming this limitation requires moving beyond merely scaling up standard data. It demands a targeted, dialect-aware approach. Thus, rather than presenting a generic overview of ASR history, this paper analyzes the evolution of speech recognition architectures and Uzbek resources with a specific objective: to evaluate how modern neural frameworks can be adapted for the Khorezm dialect. By critically assessing the transition from statistical to deep learning paradigms, we identify the exact methodological gaps in the current Uzbek resource base. Ultimately, this study demonstrates that building dialect-to-standard parallel corpora and fine-tuning state-of-the-art models for the Khorezm dialect is not just the next logical step, but an urgent necessity for the practical evolution of Uzbek ASR.

## LITERATURE REVIEW.

Automatic Speech Recognition (ASR) has evolved through three major paradigms. Statistical Hidden Markov Models dominated the field for several decades before being supplanted by deep learning in the 2010s, when the Connectionist Temporal Classification algorithm[1] made it possible to train neural networks directly on unsegmented sequence data and enabled End-to-End architectures. The most recent shift, driven by self-supervised learning, has been particularly transformative for low-resource languages: Wav2Vec 2.0[2] demonstrated that latent representations learned from unlabelled audio can rival fully supervised systems with minimal transcribed data, and its multilingual successor XLSR-53[3] extended this capability across 53 languages. This trajectory culminated in robust large-scale models such as Whisper[4], trained on


ISSN 3030-3907

680,000 hours of weakly supervised multilingual data, which has become the de facto backbone for cross-lingual ASR adaptation.

Uzbek ASR research gained momentum considerably later than for high-resource languages, constrained by its low-resource status and the absence of standardised open datasets. The foundational milestone was the release of the Uzbek Speech Corpus (USC) by Musaev et al.[5], which provided 105 hours of transcribed speech from 958 speakers. This release catalysed subsequent work, most notably the hybrid CTC-attention system of Mukhamadiyev[6], which achieved 14.3% WER on a 207-hour Uzbek dataset. Parallel progress in textual resources improved language modelling, beginning with UzBERT[7] — the first monolingual Uzbek BERT, trained on a 142-million-word news corpus. More recently, Povey[8] released FeruzaSpeech, a 60-hour single-speaker corpus with both Cyrillic and Latin transcripts that complements existing Uzbek datasets for ASR fine-tuning.

Despite this rapid accumulation of resources, the contemporary Uzbek ASR ecosystem is almost exclusively optimised for the standardised literary norm. International experience consistently shows that systems trained only on standard varieties suffer severe degradation when processing regional dialects: the Multi-Genre Broadcast[9] Challenge for Arabic empirically demonstrated how phonetic and lexical divergence across dialects substantially impairs ASR performance even with 1,200 hours of broadcast data. Within the Turkic family, Mussakhojayeva[10] showed that joint multilingual end-to-end training across Kazakh, Bashkir, Kyrgyz, Sakha, and Tatar yields measurable gains for low-resource agglutinative languages but does not, by itself, resolve dialect-internal variation.

The Khorezm dialect of Uzbek represents precisely such a case. Phonologically, it preserves a length distinction in native vowels that has been lost in the standard literary variety[11], and it exhibits prosthetic vowels before initial liquids, distinct vocalic harmony patterns, and dialect-specific suffixes[12]. Lexically and morphologically, it diverges sharply from the Tashkent-based literary norm captured by USC and FeruzaSpeech. Consequently, contemporary Uzbek ASR models are systematically mismatched against Khorezmian input.

In low-resource and highly divergent linguistic environments, training acoustic models from scratch is rarely competitive; transfer learning through targeted fine-tuning of large self-supervised backbones such as Wav2Vec 2.0, XLSR, and Whisper has emerged as the de facto solution[3]. Building on these findings, the present study argues that the most urgent step for closing the standard-versus-dialect gap in Uzbek ASR is the construction of a dedicated parallel corpus of approximately 30,000 Khorezmian sentences paired with their


ISSN 3030-3907

standard literary equivalents, and the use of this corpus to fine-tune state-of-the-art pre-trained acoustic and language models[13].

## RESEARCH METHODOLOGY

Addressing the dialectal gap in Uzbek ASR requires a ground-up approach to resource creation and acoustic modeling. Because existing pre-trained systems fail to decode Khorezmian speech accurately, the research methodology is structured into two primary phases: the construction of a highly structured parallel audio-text corpus and the subsequent fine-tuning of advanced neural architectures on this data.

### 3.1. Corpus Architecture and Data Collection

The foundation of this research is the development of a targeted, 5,000-sentence comparative dataset. To ensure seamless integration with deep learning frameworks, the corpus employs a hybrid storage architecture consisting of a master metadata registry and isolated utterance-level files.

The master registry is maintained in a tabular format (Excel/CSV) to organize the semantic and structural relationships of the data. It is strictly categorized into four primary columns:

- id: A unique numerical identifier for each utterance, serving as the primary key for data alignment.
- domain: The thematic category of the text (e.g., *yangilik* / news). This allows for domain-balanced training and future context-specific evaluation.
- st_Uzbek_Lang: The standard literary Uzbek baseline text, acting as the normative ground truth.
- dialect_Kharezm: The precise phonetic and lexical transcription of the Khorezmian dialect, capturing region-specific morphological shifts.

Simultaneously, the physical data is structured for programmatic access. The standard and dialectal transcriptions from the registry are exported into separate, short .txt files. Each dialectal .txt file is directly mapped via its unique id to a corresponding audio file, recorded by native speakers of the Khorezm dialect. This ensures a strict one-to-one mapping between the spoken acoustic signal and its dialectal transcription.

### 3.2. Data Processing Pipeline

To prepare the raw paired data for acoustic model training, a rigorous preprocessing pipeline is executed using Python-based scripts.

- Audio Preprocessing: All corresponding audio files are standardized to a 16 kHz sampling rate and single-channel (mono) format, which is the mandatory input specification for modern ASR architectures like Wav2Vec 2.0 and Whisper. Background noise is reduced, and bounding silences are truncated.


ISSN 3030-3907

• Text Normalization: The individual .txt files undergo programmatic cleaning. This includes expanding abbreviations, lowercasing, converting numerical figures into written words, and removing non-speech metadata. The cleaned text files and their paired .wav files are then compiled into a standardized dataset dictionary.

### 3.3. Acoustic Model Fine-Tuning Setup

Training a deep learning ASR system from scratch is computationally inefficient for a targeted 5,000-sentence dialectal dataset. Therefore, this study employs a Transfer Learning methodology. We leverage robust, pre-trained base models—such as Wav2Vec 2.0 or Whisper—which possess generalized acoustic representations learned from massive multilingual datasets.

During the fine-tuning phase, the model is trained exclusively on the mapped Khorezmian audio and its corresponding dialect_Kharezm .txt files. The model weights are updated to specifically map Khorezmian acoustic features (e.g., distinct vowel harmonies and consonant assimilations) to their accurate textual representations.

### 3.4. Evaluation Metrics

The performance of the fine-tuned dialectal model will be quantitatively evaluated against baseline standard-Uzbek models using standard industry metrics:

• Word Error Rate (WER): To measure the overall transcription accuracy at the word level.

• Character Error Rate (CER): To capture fine-grained phonetic and morphological recognition errors, which is critical for evaluating the highly agglutinative nature of Khorezmian speech.


ISSN 3030-3907

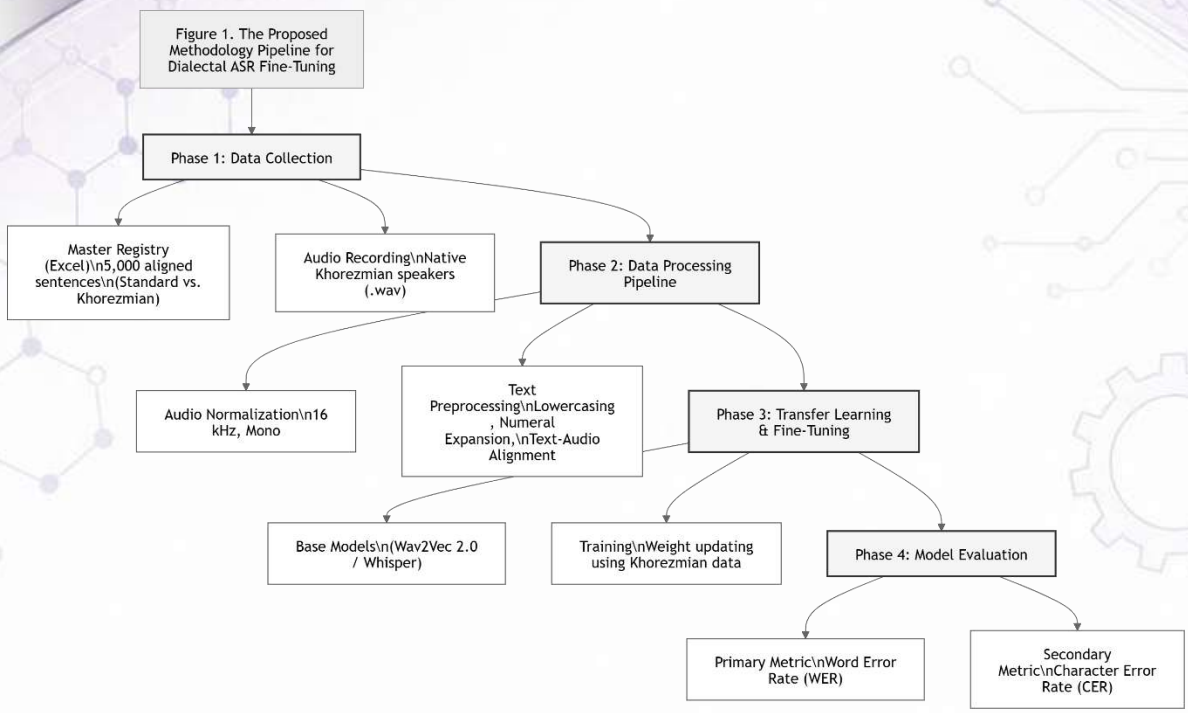



**Figure 1. Overview of the proposed methodology pipeline for dialectal automatic speech recognition (ASR) fine-tuning.**

## Dataset Analysis and Evaluation Results

Since the primary contribution of the current phase of this research is the construction of a foundational dialectal resource, this section analyzes the linguistic properties of the collected dataset and outlines the rigorous evaluation framework that will be applied during the acoustic modeling phase.

**4.1. Linguistic and Statistical Analysis of the Corpus** The compiled parallel corpus consists of 5,000 paired utterances, explicitly designed to highlight the divergence between standard literary Uzbek and the Khorezmian dialect. A preliminary linguistic analysis of the dataset reveals significant lexical and morphological variance, which justifies the necessity of Transfer Learning.

Key dialectal features captured in the dataset include:

- **Lexical Replacement:** A substantial portion of the corpus contains regional vocabulary that has no acoustic overlap with standard Uzbek (e.g., standard *"guvohnomasiz"* vs. dialectal *"dokumentsiz"*). This out-of-vocabulary (OOV) density is the primary cause of baseline model failure.
- **Morphological Shifts (Oghuz vs. Karluk):** The dialectal text explicitly captures regional verb conjugations and case suffixes (e.g., *"urip ketti"* instead of *"urib yubordi"*).
- **Phonetic Assimilation:** The text preprocessing aligns with acoustic recordings that demonstrate heavy consonant voicing and vowel harmony variations (e.g., *"Tashkentta"* vs. *"Toshkentda"*).


ISSN 3030-3907

By capturing these specific deviations across 5,000 diverse utterances, the dataset provides a sufficiently dense acoustic and textual environment for a neural network to map regional speech patterns.

**4.2. Planned Acoustic Evaluation Framework** Once the dataset is fully integrated into the fine-tuning pipeline using base models such as Wav2Vec 2.0 or Whisper, the performance of the system will be evaluated using a strict train-test split. To ensure the model learns generalized dialectal rules rather than memorizing the training data, 10% of the corpus will be held out as an unseen test set.

The acoustic performance will be benchmarked against a baseline model (trained solely on standard Uzbek) using two primary metrics:

1. **Word Error Rate (WER):** This will quantify the model's ability to correctly transcribe complete dialectal words and recognize region-specific vocabulary. We hypothesize that the fine-tuned model will demonstrate a sharp reduction in WER compared to the baseline.

2. **Character Error Rate (CER):** Given the highly agglutinative nature of the Uzbek language, CER will serve as a crucial metric for evaluating the model's precision in capturing fine-grained morphological suffixes and phonetic shifts specific to Khorezmian.

**4.3. Expected Outcomes and Challenges** The anticipated outcome of this methodology is a robust, dialect-aware ASR model capable of seamlessly transcribing Khorezmian speech. However, a key computational challenge remains in balancing the model's new dialectal weights without causing "catastrophic forgetting" of the standard Uzbek language. Future iterations of this research will focus on optimizing the hyper-parameters during Transfer Learning to ensure the model remains highly accurate across both standard and dialectal inputs.

**CONCLUSIONS.**

This study addressed a critical bottleneck in the evolution of Uzbek Automatic Speech Recognition (ASR): the dialectal gap. While significant progress has been made in developing acoustic and text resources for standard literary Uzbek, the profound linguistic divergence of regional dialects—particularly the Oghuz-based Khorezmian dialect—renders existing baseline models largely ineffective for a substantial demographic.

To systematically bridge this gap, we introduced a foundational methodology centered on targeted resource creation and Transfer Learning. The primary contribution of this research phase is the development of a highly structured, 5,000-utterance parallel text and audio corpus. By meticulously mapping standard Uzbek sentences to their exact Khorezmian equivalents and


ISSN 3030-3907

capturing the genuine acoustic nuances of native speakers, we have established the essential data infrastructure required for dialect-aware neural modeling. This dataset explicitly isolates and addresses the out-of-vocabulary (OOV) challenges, phonetic assimilations, and morphological shifts that traditionally disrupt standardized ASR systems.

Moving forward, the application of this comparative dataset to fine-tune state-of-the-art pre-trained architectures (such as Wav2Vec 2.0 or Whisper) represents the immediate next step. We anticipate that this dialect-specific fine-tuning will drastically reduce Word Error Rates (WER) for regional speech. Future research will focus on optimizing hyper-parameters to balance the model's performance, ensuring that the network retains its proficiency in standard Uzbek while accurately decoding Khorezmian inputs—effectively preventing catastrophic forgetting.

Ultimately, integrating regional dialects into modern neural architectures is not merely a theoretical exercise, but an urgent necessity. Overcoming the dialectal gap ensures equitable human-computer interaction, enhances the robustness of voice-activated technologies, and expands digital accessibility for all linguistic demographics within Uzbekistan.

## REFERENCES

1. A. Graves, S. Fernández, F. Gomez, and J. Schmidhuber, "Connectionist Temporal Classification: Labelling Unsegmented Sequence Data with Recurrent Neural Networks," in *Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning (ICML)*, ACM, 2006, pp. 369–376. doi: 10.1145/1143844.1143891.

2. A. Baevski, H. Zhou, A. Mohamed, and M. Auli, "wav2vec 2.0: A Framework for Self-Supervised Learning of Speech Representations," in *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, 2020, pp. 12449–12460.

3. A. Conneau, A. Baevski, R. Collobert, A. Mohamed, and M. Auli, "Unsupervised Cross-Lingual Representation Learning for Speech Recognition," in *Proceedings of Interspeech 2021*, 2021, pp. 2426–2430. doi: 10.21437/Interspeech.2021-329.

4. A. Radford, J. W. Kim, T. Xu, G. Brockman, C. McLeavey, and I. Sutskever, "Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision," in *Proceedings of the 40th International Conference on Machine Learning (ICML)*, 2023, pp. 28492–28518.

5. M. Musaev, I. Khujayorov, and M. Ochilov, "USC: An Open-Source Uzbek Speech Corpus and Initial Speech Recognition Experiments," in *Speech and Computer (SPECOM 2021)*, in Lecture Notes in Computer Science, vol. 12997. Springer, 2021, pp. 437–447. doi: 10.1007/978-3-030-87802-3_40.


ISSN 3030-3907

6. A. Mukhamadiyev, I. Khujayarov, O. Djuraev, and J. Cho, “Automatic Speech Recognition Method Based on Deep Learning Approaches for the Uzbek Language,” *Sensors*, vol. 22, no. 10, p. 3683, 2022, doi: 10.3390/s22103683.
7. B. Mansurov and A. Mansurov, “UzBERT: pretraining a BERT model for Uzbek,” 2021. [Online]. Available: https://huggingface.co/coppercitylabs/
8. A. Povey and K. Povey, “FeruzaSpeech: A 60 Hour Uzbek Read Speech Corpus with Punctuation, Casing, and Context,” Apr. 2024. doi: 10.48550/arXiv.2410.00035.
9. A. Ali *et al.*, “The MGB-2 Challenge: Arabic Multi-Dialect Broadcast Media Recognition,” in *2016 IEEE Spoken Language Technology Workshop (SLT)*, IEEE, 2016, pp. 279–284. doi: 10.1109/SLT.2016.7846277.
10. S. Mussakhojayeva, Y. Khassanov, and H. A. Varol, “Multilingual End-to-End ASR for Low-Resource Turkic Languages with Common Alphabets,” *Sci. Rep.*, vol. 14, p. 13632, 2024, doi: 10.1038/s41598-024-64848-1.
11. A. G. McCollum and S. Chen, “Uzbek,” *J. Int. Phon. Assoc.*, vol. 51, no. 3, pp. 1–25, 2021, doi: 10.1017/S0025100319000264.
12. Z. Dosimov and S. Alimova, “The Vocabulary Layer of the Khorezm Kipchak Dialect,” *Psychology and Education Journal*, vol. 58, no. 1, 2021.
13. M. Sharipov, J. Mattiev, J. Sobirov, and R. Baltayev, “Creating a morphological and syntactic tagged corpus for the Uzbek language,” *arXiv preprint arXiv:2210.15234*, 2022.


ISSN 3030-3907

UDC:371.3:51-057.874

# KO‘RGAZMALI TA’LIM TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA BOSHLANG‘ICH SINF O‘QUVCHILARINING MATEMATIK BILIMLARINI MUSTAHKAMLASH

**Jubatkanova Xanim Rasulovna**
*28-sonli maktab boshlang‘ich rus sinf o‘qituvchisi*
**Ablatova Aksıngul Jengisovna**
*NDPI “Ta’lim va tarbiya nazariyasi va metodikasi”*

**Annostatsiya.** Mazkur maqolada 4-sinf o‘quvchilarining matematik bilimlarini mustahkamlashda ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalaridan foydalanishning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Boshlang‘ich ta’lim bosqichida o‘quvchilarning yosh xususiyatlari, ularning ko‘rish orqali qabul qilish qobiliyati ustunligi hisobga olinib, matematik tushunchalarni o‘zlashtirishda vizual vositalarning ahamiyati asoslab berilgan. Xususan, sonlar ustida amallar bajarish, masalalar yechish hamda geometrik shakllarni o‘rganishda ko‘rgazmali materiallardan foydalanish samaradorligi tahlil qilingan. Shuningdek, maqolada didaktik o‘yinlar, jadvallar, diagrammalar, modellar va multimediali vositalardan foydalanish orqali o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashi, mustaqil ishlash ko‘nikmalari va fanga bo‘lgan qiziqishini oshirish imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan. Amaliy misollar orqali ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalarining dars samaradorligini oshirishdagi o‘rni ochib berilgan.

**Kalit so‘zlar.** ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalari, vizuallashtirish, abstrakt tushuncha, didaktik vositalar, interaktiv metodlar, pedagogik texnologiya, kognitiv rivojlanish, mantiqiy tafakkur, integrativ yondashuv, o‘quv motivatsiyasi, refleksiya, kompetensiyaviy yondashuv

**Аннотация.** В данной статье освещаются теоретические и практические аспекты использования наглядных образовательных технологий в закреплении математических знаний учащихся 4 класса. С учётом возрастных особенностей младших школьников, а также преобладания у них восприятия через зрение, обоснована значимость визуальных средств в усвоении математических понятий. В частности, проанализирована эффективность использования наглядных материалов при выполнении арифметических действий, решении задач и изучении геометрических фигур. Также в статье рассмотрены возможности повышения логического мышления, самостоятельной работы и интереса к предмету у учащихся посредством использования дидактических игр, таблиц, диаграмм, моделей и мультимедийных средств. На основе практических примеров раскрыта роль наглядных образовательных технологий в повышении эффективности учебного процесса.


ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** наглядные образовательные технологии, визуализация, абстрактное понятие, дидактические средства, интерактивные методы, педагогическая технология, когнитивное развитие, логическое мышление, интегративный подход, учебная мотивация, рефлексия, компетентностный подход

**Abstract.** This article discusses the theoretical and practical aspects of using visual educational technologies in strengthening the mathematical knowledge of 4th-grade students. Taking into account the age characteristics of primary school students, as well as the predominance of visual perception, the importance of visual tools in mastering mathematical concepts is substantiated. In particular, the effectiveness of using visual materials in performing arithmetic operations, solving problems, and studying geometric shapes is analyzed. The article also examines the possibilities of enhancing students' logical thinking, independent work skills, and interest in the subject through the use of didactic games, tables, diagrams, models, and multimedia tools. Based on practical examples, the role of visual educational technologies in improving the effectiveness of the learning process is revealed.

**Keywords:** visual educational technologies, visualization, abstract concept, didactic tools, interactive methods, pedagogical technology, cognitive development, logical thinking, integrative approach, learning motivation, reflection, competency-based approach

**KIRISH.**

Hozirgi globallashuv va axborot texnologiyalari jadal rivojlanib borayotgan davrda ta'lim tizimini takomillashtirish, uning sifat va samaradorligini oshirish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, boshlang'ich ta'lim bosqichi o'quvchilarning keyingi bilim olish jarayoniga mustahkam poydevor yaratib berishi bilan muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, ushbu bosqichda o'quvchilarning bilim, ko'nikma va malakalarini shakllantirishda zamonaviy pedagogik yondashuvlar va innovatsion texnologiyalardan foydalanish zarurati tobora ortib bormoqda. Matematika fani boshlang'ich sinflarda asosiy fanlardan biri bo'lib, u o'quvchilarning mantiqiy tafakkurini rivojlantirish, muammoli vaziyatlarni hal etish qobiliyatini shakllantirish hamda hayotiy faoliyatda zarur bo'ladigan hisob-kitob ko'nikmalarini egallashda muhim o'rin tutadi. Biroq matematikaning o'ziga xos jihati — uning ko'plab mavzulari abstrakt xarakterga ega ekanligi bilan belgilanadi. Bu esa boshlang'ich sinf o'quvchilari uchun ayrim tushunchalarni o'zlashtirishda qiyinchiliklarni yuzaga keltirishi mumkin.

Psixologik-pedagogik tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kichik yoshdagi o'quvchilarda obrazli va ko'rgazmali tafakkur ustun rivojlangan bo'ladi. Ular uchun bilimlarni bevosita ko'rish, tasavvur qilish va amaliy faoliyat orqali


ISSN 3030-3907

o‘zlashtirish ancha samarali hisoblanadi. Ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalari o‘quv materiallarini turli vizual vositalar — rasmlar, jadvallar, diagrammalar, modellar, didaktik materiallar hamda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari orqali taqdim etishga asoslanadi. Ushbu vositalar yordamida abstrakt matematik tushunchalar aniq va tushunarli shaklga keltiriladi, o‘quvchilarning mavzuga bo‘lgan qiziqishi ortadi hamda ularning dars jarayonidagi faolligi oshadi. Natijada, o‘quvchilarning nafaqat bilim darajasi, balki mustaqil fikrlash, tahlil qilish va xulosa chiqarish ko‘nikmalari ham rivojlanadi. Shuningdek, ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalaridan foydalanish o‘quv jarayonini interaktiv tashkil etishga, ya’ni o‘quvchilarni faol ishtirokchi sifatida jalb etishga imkon yaratadi. Bu esa o‘z navbatida ta’lim samaradorligini oshiradi, bilimlarni mustahkamlash jarayonini yengillashtiradi hamda o‘quvchilarda ijobiy o‘quv motivatsiyasini shakllantiradi[1]. Ayniqsa, 4-sinf bosqichida o‘quvchilarning matematik bilimlarini tizimlashtirish va mustahkamlash jarayonida ko‘rgazmali vositalardan samarali foydalanish muhim pedagogik ahamiyatga ega. Mazkur maqolaning dolzarbligi shundan iboratki, unda boshlang‘ich ta’lim tizimida matematika fanini o‘qitishda ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalaridan foydalanishning samaradorligi ilmiy-nazariy va amaliy jihatdan asoslab beriladi.

**ASOSIY QISM.**

Boshlang‘ich sinf matematika darslarida o‘quvchilarning bilimini mustahkamlash jarayonida ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalaridan foydalanish muhim didaktik ahamiyatga ega. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, kichik yoshdagi o‘quvchilar uchun ma’lumotni eshitishdan ko‘ra uni ko‘rish va amaliy faoliyat orqali bajarish ancha samarali hisoblanadi. Shu sababli dars jarayonini tashkil etishda turli vizual va amaliy vositalardan foydalanish o‘quvchilarning bilimni tez va mustahkam o‘zlashtirishiga xizmat qiladi. Matematika fanida sonlar bilan ishlash jarayoni boshlang‘ich bosqichning eng muhim elementlaridan biri hisoblanadi. Qo‘shish, ayirish, ko‘paytirish va bo‘lish kabi amallarni o‘rgatishda predmetli ko‘rgazmalardan foydalanish o‘quvchilarning tushunchasini ancha yengillashtiradi. Masalan, turli rangdagi sanash tayoqchalari, geometrik shakllar yoki oddiy buyumlar yordamida amallarni bajarish bolalarda aniq tasavvur hosil qiladi. Bu esa mavzuni quruq qoidalar orqali emas, balki jonli va amaliy tarzda o‘zlashtirishga imkon beradi. Shuningdek, masalalarni yechish jarayonida ko‘rgazmali vositalardan foydalanish o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashini rivojlantirishda katta rol o‘ynaydi[2]. Masala shartini chizma, jadval yoki sxema ko‘rinishida ifodalash o‘quvchilarga ma’lumotni tartibga solish va yechimni bosqichma-bosqich topish imkonini beradi. Bu jarayon ularda tahlil qilish, taqqoslash va xulosa chiqarish ko‘nikmalarini shakllantiradi.


ISSN 3030-3907

Geometrik materiallarni o‘rganishda ham ko‘rgazmali yondashuv juda samaralidir. Kvadrat, to‘g‘ri to‘rtburchak, uchburchak va aylana kabi shakllarni faqat og‘zaki ta’rif orqali emas, balki ularning modellari, karton shakllar yoki real hayotdagi misollar orqali tushuntirish o‘quvchilarning fazoviy tasavvurini rivojlantiradi. Masalan, sinf xonasidagi deraza, eshik yoki doska orqali geometrik shakllarni bog‘lash bolalarning bilimni hayot bilan integratsiya qilishiga yordam beradi. Dars jarayonida ko‘rgazmali vositalarning yana bir muhim turi bu didaktik o‘yinlardir. O‘yin elementlari kiritilgan darslar o‘quvchilarda qiziqish va motivatsiyani oshiradi. “Kim tez topadi?”, “To‘g‘ri javobni tanla” kabi o‘yinlar orqali o‘quvchilar nafaqat bilimni mustahkamlaydi, balki tezkor fikrlash va to‘g‘ri qaror qabul qilish ko‘nikmasini ham rivojlantiradi.

Zamonaviy ta’lim jarayonida multimediali vositalardan foydalanish ham katta ahamiyatga ega. Bugungi kunda axborot texnologiyalarining rivojlanishi darslarni yanada qiziqarli, tushunarli va samarali tashkil etish imkonini bermoqda. Multimediali vositalar — video, audio, animatsiya, interaktiv taqdimotlar va elektron darsliklar orqali o‘quvchilarga bilim berish jarayoni ancha boyitiladi. Bunday vositalar o‘quvchilarning diqqatini jalb etadi va ularni dars jarayoniga faolroq jalb qiladi. Masalan, murakkab tushunchalarni oddiy matn orqali tushuntirish qiyin bo‘lsa, animatsiya yoki video orqali ularni aniq va ravshan ko‘rsatish mumkin. Bu esa o‘quvchilarning mavzuni tezroq anglashiga va uzoq vaqt eslab qolishiga yordam beradi. Multimediali ta’lim vositalari individual yondashuvni ham ta’minlaydi. Har bir o‘quvchi o‘z tezligida o‘rganishi, kerak bo‘lsa, materialni qayta ko‘rib chiqishi mumkin. Bu ayniqsa turli darajadagi o‘quvchilar bilan ishlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, multimediali vositalardan samarali foydalanish o‘qituvchidan ham ma’lum tayyorgarlikni talab etadi. O‘qituvchi texnologiyalarni to‘g‘ri tanlashi, ularni dars maqsadiga mos ravishda qo‘llashi zarur. Aks holda, texnologiya faqat ko‘ngilochar vositaga aylanib qolishi mumkin. Umuman olganda, multimediali vositalar zamonaviy ta’limning ajralmas qismi bo‘lib, ular dars sifatini oshirish, o‘quvchilarning bilim olishga bo‘lgan qiziqishini kuchaytirish va ta’lim samaradorligini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi[3-5].

Guruh bilan ishlash va juftlikda topshiriqlar bajarish ham ko‘rgazmali ta’limning samarali usullaridan biridir. Bunday yondashuv o‘quvchilarda hamkorlik, fikr almashish va o‘z fikrini erkin ifodalash ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Shu bilan birga, o‘quvchilar bir-biridan o‘rganish orqali bilimlarini mustahkamlaydi. Guruh bilan ishlash jarayonida o‘quvchilar o‘zaro fikr almashadilar, muammolarni birgalikda hal qilishga harakat qiladilar. Bu esa ularning muloqot ko‘nikmalarini rivojlantiradi, jamoada ishlash madaniyatini shakllantiradi. Har bir o‘quvchi o‘z fikrini erkin bayon etishga, boshqalarning


ISSN 3030-3907

fikrini tinglashga va hurmat qilishga o‘rganadi. Juftlikda ishlash esa yanada yaqin hamkorlikni ta’minlaydi.




**1-rasm. Boshlang‘ich sinf o‘quvchilarining matematik bilimlarini mustahkamlashda ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalarining integratsion modeli**

Ikki o‘quvchi birgalikda topshiriqni bajarish jarayonida bir-birini qo‘llab-quvvatlaydi, xatolarini to‘g‘rilaydi va bilimlarini mustahkamlaydi. Bu usul ayniqsa murakkab mavzularni tushunishda samarali bo‘lib, o‘quvchilarning o‘ziga bo‘lgan ishonchini oshiradi.Ko‘rgazmali ta’lim bilan uyg‘unlashgan holda, guruh va juftlikda ishlash usullari dars jarayonini yanada qiziqarli va samarali qiladi. Turli xil jadval, rasm, diagramma va modellar asosida tashkil etilgan topshiriqlar o‘quvchilarning mavzuni vizual ravishda anglashiga yordam beradi.

**DIAGRAMMA**. Ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalari asosida boshlang‘ich sinf o‘quvchilarining matematik bilimlarini mustahkamlash jarayonini bosqichma-bosqich ifodalaydi.

1. **Ko‘rgazmali ta’lim vositalari** – o‘quv jarayonining asosini tashkil etadi. Rasm, model va turli predmetlar orqali matematik tushunchalar aniq va tushunarli bo‘ladi.

2. **Didaktik materiallar** – kartochkalar, geometrik shakllar va mashq topshiriqlari yordamida bilimlar mustahkamlanadi.

3. **Interaktiv metodlar** – o‘yinlar, savol-javob va guruhli ishlar orqali o‘quvchilar faolligi oshiriladi.


ISSN 3030-3907

4. **Multimedia vositalar** – video, slayd va animatsiyalar darsni qiziqarli qiladi hamda mavzuni yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

5. **Matematik bilimlarni mustahkamlash** – yuqoridagi barcha vositalar natijasida o‘quvchilarning hisoblash, mantiqiy fikrlash va masala yechish ko‘nikmalari rivojlanadi.

**NATIJALAR.** Diagramma asosida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalaridan foydalanish boshlang‘ich sinf o‘quvchilarining bilimni o‘zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshiradi. Ayniqsa, rasm, jadval, diagramma va multimediali vositalar bilan boyitilgan darslar o‘quvchilarning mavzuni vizual ravishda anglashiga katta yordam beradi. Diagrammada aks etgan natijalarga ko‘ra, o‘quvchilar an’anaviy usullarga nisbatan ko‘rgazmali vositalar yordamida o‘tilgan mavzularni tezroq tushunib, uzoqroq muddat eslab qolishgan. Bu esa ko‘rgazmali ta’limning samaradorligini yana bir bor isbotlaydi. Ayniqsa, boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun tasviriy va ko‘rinadigan materiallar muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ular ko‘proq ko‘rish va tasavvur qilish orqali o‘rganadilar. Bundan tashqari, diagramma natijalari o‘quvchilarning darsga bo‘lgan qiziqishi oshganini ham ko‘rsatadi. Ko‘rgazmali vositalar qo‘llanilgan darslarda o‘quvchilar faolroq ishtirok etib, savollarga javob berish, muhokamalarda qatnashish va mustaqil fikr bildirishga ko‘proq intilganlar. Bu esa ularning nafaqat bilim darajasini, balki kommunikativ ko‘nikmalarini ham rivojlantirgan. Shuningdek, guruh va juftlikda bajarilgan topshiriqlar bilan birgalikda qo‘llangan ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalari o‘quvchilar o‘rtasida hamkorlik muhitini shakllantirgan. Diagramma natijalariga qaraganda, bunday yondashuv o‘quvchilarning o‘zaro yordam berish, fikr almashish va jamoa bo‘lib ishlash ko‘nikmalarini mustahkamlagan.

**XULOSA.**

Xulosa qilib aytganda, ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalaridan foydalanish nafaqat o‘quvchilarning mavjud bilimlarini mustahkamlaydi, balki ularning o‘rganishga bo‘lgan yondashuvini ham tubdan o‘zgartiradi. Bunday yondashuv orqali o‘quvchilar passiv tinglovchidan faol ishtirokchiga aylanadi, ya’ni ular bilimni tayyor holda qabul qilish o‘rniga uni izlab topishga, tahlil qilishga va mustaqil ravishda xulosa chiqarishga o‘rganadi. Ko‘rgazmali ta’limning yana bir muhim jihati shundaki, u o‘quvchilarda fanlararo bog‘liqlikni anglash imkonini yaratadi. Masalan, matematika darslarida qo‘llanilgan grafik va diagrammalar orqali o‘quvchilar nafaqat hisoblashni, balki ma’lumotlarni tahlil qilish, solishtirish va real hayotiy vaziyatlarga tatbiq etishni ham o‘rganadilar. Bu esa ularning funksional savodxonligini rivojlantiradi. Bundan tashqari, ko‘rgazmali vositalar yordamida tashkil etilgan darslar o‘quvchilarning individual qobiliyatlarini aniqlashga ham xizmat qiladi. Ayrim o‘quvchilar vizual


ISSN 3030-3907

materiallar orqali tezroq o‘rganishi aniqlanadi, boshqalari esa amaliy faoliyatda o‘zini yaxshi namoyon qiladi. Shu asosda o‘qituvchi differensial yondashuvni qo‘llab, har bir o‘quvchiga mos ta’lim strategiyasini ishlab chiqishi mumkin.

Yana bir ahamiyatli tomoni — ko‘rgazmali ta’lim o‘quvchilarda o‘z-o‘zini baholash va refleksiya ko‘nikmalarini shakllantiradi. Masalan, diagramma, jadval yoki vizual natijalar orqali o‘quvchi o‘z bilim darajasini ko‘rib chiqadi, xatolarini anglaydi va ularni tuzatishga harakat qiladi. Bu esa mustaqil ta’lim olish kompetensiyasini rivojlantiradi. Shu bilan birga, bunday texnologiyalarni qo‘llash ta’lim jarayoniga innovatsion ruh olib kiradi va o‘qituvchining ijodkorligini ham oshiradi. O‘qituvchi doimiy ravishda yangi metod va vositalarni izlashga intiladi, bu esa darslarning bir xil va zerikarli bo‘lib qolishining oldini oladi. Umumiy xulosa sifatida aytish mumkinki, ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalari nafaqat bilim berish vositasi, balki o‘quvchilarning shaxsiy rivojlanishini ta’minlovchi muhim pedagogik omildir. U o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, muammolarni hal qilish, axborot bilan ishlash va uni hayotda qo‘llash kabi zarur kompetensiyalarni shakllantiradi. Shu sababli, bunday yondashuvni ta’lim tizimida izchil va maqsadli qo‘llash bugungi kunning muhim talablaridan biri hisoblanadi. Yakunda aytish mumkinki, ko‘rgazmali ta’lim texnologiyalarini chuqur o‘ylangan holda, tizimli va innovatsion tarzda qo‘llash orqali nafaqat yuqori natijalarga erishish, balki o‘quvchilarning har tomonlama rivojlanishini ta’minlash mumkin. Bu esa zamonaviy ta’limning asosiy maqsadlaridan biri hisoblanadi[6].

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. John Hattie.Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. (Ta’lim samaradorligini oshirishda turli metodlarning ta’siri tahlil qilingan)https://doi.org/10.4324/9780203887332
2. Richard E Mayer.Multimedia Learning. (Ta’lim samaradorligini oshirishda turli metodlarning ta’siri tahlil qilingan)https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603
3. Lev Vygotsky.Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. (O‘quvchilarning kognitiv rivojlanishi va o‘qitish jarayoni haqida)https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674576292
4. Jerome Bruner. The Process of Education. (Ta’limda ko‘rgazmalilik va tushunchalarni bosqichma-bosqich o‘rgatish) https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674710016
5. O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi vazirligi Boshlang‘ich ta’lim davlat ta’lim standarti(Boshlang‘ich sinflarda ta’limni tashkil etish bo‘yicha rasmiy hujjat)https://lex.uz/docs/4389847


ISSN 3030-3907

6. A.Abduqodirov.Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat(Zamonaviy pedagogik texnologiyalar va ularni qo‘llash usullari)https://library.ziyonet.uz/uz/book/1093


ISSN 3030-3907

# CHARM SANOATIDA SUVDA ERUVCHAN SMOLALARNING QO‘LLANILISHI VA ULARNING TAYYOR MAHSULOT SIFATIGA TA’SIRI

**Azimov Tolib To‘lqinovich**
*Buxoro davlat texnika universiteti, doktorant*
*E-mail: tolibazimov01@gmail.com*
**Temirova Matlab Ibodovna**
*Buxoro davlat texnika universiteti, t,f,n.,professor*
*E-mail: tkm_tmi@mail.ru*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada charm sanoatida mahsulot sifatini oshirish, tannarxni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash maqsadida charm sanoatida qo‘llaniladigan suvda eruvchan smolalarning turlari, ularning fizik-kimyoviy xossalari hamda charmga ishlov berish jarayonlariga ta’siri o‘rganilgan. Shuningdek, ushbu smolalarning charm mahsulotlarining sifat ko‘rsatkichlariga, xususan, elastiklik, mustahkamlik va suvga chidamlilikka ta’siri tahlil qilingan.

**Kalit so‘zlar:** charm sanoati, suvda eruvchan smolalar, sintetik to‘ldiruvchilar, elastiklik, polimerlar, kollagen.

**Аннотация.** В данной статье, с целью повышения качества продукции, снижения затрат и обеспечения экологической безопасности в кожевенной промышленности, изучаются типы водорастворимых смол, используемых в кожевенной промышленности, их физико-химические свойства и влияние на процессы обработки кожи. Также анализируется влияние этих смол на показатели качества кожаных изделий, в частности, на эластичность, прочность и водостойкость.

**Ключевые слова**: кожевенная промышленность, водорастворимые смолы, синтетические наполнители, эластичность, полимеры, коллаген.

**Abstract.** This article studies the types of water-soluble resins used in the leather industry, their physical and chemical properties, and their impact on leather processing processes in order to improve product quality, reduce costs, and ensure environmental safety. The impact of these resins on the quality indicators of leather products, in particular, elasticity, strength, and water resistance, is also analyzed.

**Keywords:** leather industry, water-soluble resins, synthetic fillers, elasticity, polymers, collagen.

## KIRISH.

Bugungi kunda charm sanoatida mahsulot sifatini oshirish, tannarxni kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash muhim masalalardan biri hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, tabiiy moddalar o‘rnini bosuvchi sintetik


ISSN 3030-3907

materiallar, jumladan, suvda eruvchan smolalarning qo‘llanilishi kengayib bormoqda.[1]

Hozirgi kunda Respublikamizda tabiiy charmlarga bo‘lgan talab kun sayin o‘sib borishini, xalqimizning tabiiy charmlarga bo‘lgan ehtiyojini qondirish va iqtisod muammolari, ya’ni chetdan keltiriladigan mahsulotlar o‘rniga Respublikamiz korxonalarida ishlab chiqariladigan mahsulotlarga almashtirish aktual masalalardan biri bo‘lib qolmoqda. Shu maqsadda, Respublikamizda ishlab chiqariladigan suvda eruvchan reaktsionaktiv sintetik polimerlarni axtarib topish va ularni charm sanoatida qo‘llash muhim ahamiyatga ega.[2]

Charm ishlab chiqarish jarayonida kollagen tolalarining tuzilishini mustahkamlash va kerakli xossalarga ega qilish uchun turli kimyoviy moddalar ishlatiladi. Suvda eruvchan smolalar ana shunday moddalar qatoriga kiradi.

Suvda eruvchan smolalarning turlari: **s**uvda eruvchan smolalar – bu past molekulyar yoki o‘rta molekulyar massaga ega bo‘lgan, suv muhitida eriydigan yoki dispersiyalanadigan polimer moddalar hisoblanadi[3]. Ular charm ishlab chiqarishda asosan sintetik to‘ldiruvchi va retanlash agentlari sifatida ishlatiladi.

**1-jadval**

**Charm sanoatida qo‘llaniladigan suvda eruvchan smolalar turlari ularning charm mahsulotlariga ta’siri quyidagi jadvalda keltirilgan**

| Smola turi | Charm sanoatida qo‘llanish sohasi | Charm materialining xossalariga ta’siri | Texnologik afzalliklari |
|---|---|---|---|
| Karbamid-formaldegid smolasi | Yarim fabrikat charmni to‘ldirish, qattiqlashtirish, shakl berish | Zichlik oshadi, shaklni saqlash qobiliyati yaxshilanadi | Arzonligi, tez polimerlanishi, yuqori samaradorligi |
| Melamin-formaldegid smolasi | Yuqori sifatli charm pardozlash, sirt qoplamalari hosil qilish | Namlikka, issiqlikka va mexanik ta’sirlarga chidamlilik oshadi | Yaltiroq sirt hosil qiladi, mustahkam qoplama beradi |
| Fenol-formaldegid smolasi | Texnik maqsadli charm materiallari ishlab chiqarishda | Qattiqlik, kimyoviy barqarorlik va aşinishga | Yuqori ekspluatatsion chidamlilik |


ISSN 3030-3907

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | chidamlilik oshadi | |
| Akril smolalar | Pardozlash, yumshatish va elastiklik berish jarayonlarida | Yumshoqlik, egiluvchanlik va sirt tekisligi yaxshilanadi | Formaldegidsiz, ekologik xavfsizroq |
| Kazein smolalari | Tabiiy charmni dekorativ pardozlash | Tabiiy yaltiroqlik, silliqlik va estetik ko‘rinish beradi | Ekologik xavfsiz, tabiiy xomashyodan olinadi |
| Vinilasosli smolalar | Yelimlash, qoplama va bog‘lovchi sifatida | Yopishqoqlik, elastiklik va qoplama mustahkamligi oshadi | Qo‘llash qulayligi, iqtisodiy samaradorlik |

Ushbu smolalar yuqori reaktivlikka ega bo‘lib, kollagen tolalari bilan kimyoviy bog‘lar hosil qiladi. Charm ishlab chiqarish texnologiyasida tayyor mahsulot sifatini belgilovchi asosiy bosqichlardan biri bu to‘ldirish va mustahkamlash jarayonlaridir. Mazkur bosqichlarda charmning ichki tolali tuzilishi tartibga solinadi, bo‘shliqlari kamaytiriladi hamda mahsulotga zarur fizik-mexanik xossalar beriladi. Shu maqsadda suvda eruvchan smolalar keng qo‘llaniladi[4]. Ushbu moddalar charmning kollagen tolalari bilan o‘zaro ta’sirlashib, strukturaning barqarorlashuvi, zichlashuvi va mustahkamlanishini ta’minlaydi. Suvda eruvchan smolalar asosan charmni to‘ldirish (filling) va retanlash jarayonlarida ishlatiladi. Bu jarayonlarda ular quyidagi vazifalarni bajaradi: Charmning zichligini oshiradi,bo‘shliq strukturasini to‘ldiradi,sirt tekisligini yaxshilaydi, mexanik mustahkamlikni oshiradi. Natijada charm yumshoq, elastik va chidamli bo‘ladi. Suvda eruvchan smolalar kollagen bilan bir necha mexanizm orqali o‘zaro ta’sirlashadi:adsorbsiya-smola molekulalari kollagen tolalariyuzasiga yopishadi;kimyoviy bog‘lanish- funksional guruhlar orqali kovalent yoki vodorod bog‘lar hosil qiladi;Mexanik to‘ldirish – tolalar orasidagi bo‘shliqlarni fizik jihatdan to‘ldiradi. Ayniqsa, formaldegid asosidagi smolalar kollagenning amin guruhlari bilan reaksiyaga kirishib, uch o‘lchamli mustahkam tarmoq hosil qiladi. Bu esa charmning deformatsiyaga chidamliligini oshiradi[5].Suvda eruvchan smolalarning samaradorligi quyidagi texnologik omillarga bog‘liq: pH muhit – odatda 4,0–6,0 oralig‘ida optimal hisoblanadi; harorat – 30–50 °C diapazonda smolalarning diffuziyasi yaxshilanadi; konsentratsiya – ortiqcha miqdor charmni haddan tashqari qattiqlashtirishi


ISSN 3030-3907

mumkin; vaqt – smolaning chuqur kirib borishi uchun yetarli vaqt talab etiladi[6].To‘g‘ri tanlangan texnologik rejim smolalarning charm ichiga bir tekis taqsimlanishini ta’minlaydi. Suvda eruvchan smolalar bilan to‘ldirilgan charm silliq va tekis sirt,yaxshi qalinlik, kesishda bir xil struktura, tikishda qulaylik,shakl saqlanishi yuqori, uzoq xizmat muddati kabi afzalliklarga ega bo‘ladi.Mustahkamlash jarayonida smolalar kollagen tolalari orasida qo‘shimcha bog‘lar hosil qilib, uch o‘lchamli strukturani barqarorlashtiradi.Bu jarayon quyidagi natijalarga olib keladi: tolalar harakatchanligi kamayadi, strukturaviy deformatsiyalar cheklanadi,charmning shaklni saqlash qobiliyati ortadi. Fenol va melamin asosidagi smolalar ayniqsa yuqori darajada mustahkamlovchi ta’sir ko‘rsatadi[7].Suvda eruvchan smolalar charmning quyidagi xossalariga ta’sir ko‘rsatadi:

Elastiklik –charm mahsulotlarida elastiklik muhim sifat ko‘rsatkichlaridan biridir. Suvda eruvchan smolalar, ayniqsa akril va vinil asosidagilari, charmga yumshoqlik va egiluvchanlik beradi[8]. Bu holat: poyabzal ustki qismi uchun charmda;kiyimbop yupqa charmda; galantereya mahsulotlarida katta ahamiyatga ega.Smola miqdori me’yoridan oshirilsa, ayrim hollarda charm qattiqlashishi mumkin. Shu sababli optimal konsentratsiya tanlash muhim hisoblanadi.

Mustahkamlik – suvda eruvchan smolalar kollagen tolalari orasida qo‘shimcha bog‘lanishlar hosil qilib, strukturani mustahkamlaydi[9]. Natijada:tortilishdagi uzilish kuchi oshadi; yirtilishga qarshilik kuchayadi; egilish va bukilishlarda yorilish kamayadi; uzoq muddat foydalanishda shakl saqlanishi yaxshilanadi. Ayniqsa fenol-formaldegid va melamin asosidagi smolalar yuqori mustahkamlovchi xususiyatga ega.

Suvga chidamlilik – charm gigroskopik material bo‘lib, tashqi muhit namligini yutish xususiyatiga ega. Suvda eruvchan smolalar kollagen tolalari yuzasida himoya qatlami hosil qilib yoki bo‘shliqlarni to‘ldirib, suvning kirib borishini kamaytiradi. Natijada:suv shimuvchanlik kamayadi; nam muhitda deformatsiya pasayadi; charmning shakl saqlashi yaxshilanadi; ekspluatatsion chidamlilik ortadi.

Issiqlikka chidamlilik – suvda eruvchan smolalar charmning issiqlik ta’siriga bardoshliligini oshiradi. Kollagen tolalari bilan hosil bo‘lgan qo‘shimcha bog‘lar natijasida charmning qisqarish harorati ortishi mumkin. Bu esa:yuqori haroratda shakl buzilishining oldini oladi; presslash va dazmollash jarayonlarini osonlashtiradi; saqlash jarayonida sifatning saqlanishiga yordam beradi.

An’anaviy smolalar tarkibida formaldegid mavjud bo‘lishi mumkin, bu esa ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Shu sababli hozirgi kunda:past formaldegidli smolalar,formaldegidsiz akril polimerlar,biopolimer asosidagi smolalar ishlab chiqilmoqda va amaliyotga joriy etilmoqda.[10].


ISSN 3030-3907

**XULOSA.**

Suvda eruvchan smolalar charm sanoatida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, mahsulot sifatini oshirishda asosiy rol o‘ynaydi. Ular yordamida charmning elastikligi, mustahkamligi va tashqi ko‘rinishi yaxshilanadi. Kelajakda ekologik xavfsiz, formaldegidsiz smolalar ishlab chiqish va ularni sanoatda keng qo‘llash dolzarb masalalardan biri bo‘lib qoladi.

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, suvda eruvchan smolalar charm sanoatida muhim funksional komponentlardan biri hisoblanadi va ular charm materialining sifat ko‘rsatkichlarini shakllantirishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Ushbu smolalar kollagen tolalari bilan o‘zaro ta’sirlashib, charmning ichki strukturasini mustahkamlaydi va uni yanada barqaror, elastik hamda chidamli holga keltiradi.

Tahlillar shuni tasdiqlaydiki, turli xil smolalar (fenol-, karbamid-, melamin- va akril asosidagi) charmga turlicha xossalar beradi. Xususan, fenol va melamin smolalari mustahkamlik va issiqlikka chidamlilikni oshirsa, akril smolalar charmning elastikligi va yumshoqligini ta’minlaydi. Shu bois, charm mahsulotining turiga qarab smolalarni to‘g‘ri tanlash texnologik jarayonning muhim bosqichi hisoblanadi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI**

1. Temirova M.I., Qodirov T.J. Charm va mo‘yna texnologiyasi, o‘quv qo‘llanma TOSHKENT “TURON-IQBOL” 2005, 256 b.
2. Темирова М.И., Хайитов А.А.,Кодиров Т.Ж., Хайдаров А.А., Ахмедов В.Н. Исползование полимерных композиции на основе местного и вторичного сыря для дубления и отделки кож. Журнал “Развитие науки и технологий”, Бухара, 2015. (БухМТИ) №4, С. 134-138
3. Страхов И.П. и др. Химия и технология кожи и меха, М., Легпромбытиздат, 1985. 496 с.
4. Темирова, М. И., & Файзиев, Э. У. (2021). Чармни ошлашда маҳаллий сувда эрувчан фаол синтетик полимерларни қўллаш. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 2(1), 33-38.
5. M.I. Temirova “Tarmoq kimyosi va texnologiyasi” oily o‘quv yurtlari uchun darslik Toshkent, Dizayn-Press MCHJ nashriyoti, 2013 y. 327 b.
6. Кадиров, Т. Ж., Темирова, М. И., Рузиев, Р. Р., & Тоиров, М.(1999). Разработка технологии жирования наполнения кож с вторичными продуктами масложировых комбинатов в композиции мочевино-формалдегидных смол. Узбекский химический журнал,Ташкент,(1), 50-52.
7. Temirova, M. I. (2022). Development Of Effective Compositions Based on Local and Secondary Raw Materials For. Texas Journal of Engineering and Technology, 14, 76-79.


ISSN 3030-3907

8. Темирова, М. И. (2023). Разработка эффективных композиций для процесса жирования и наполнения кож. Universum: технические науки, (3-3 (108)), 19-21.
9. Temirova, M. I., Rajabova, M. M., Ramazanova, Z. S., & Khaydarov, A. A. (2020). Investigation of the Influence of the Type and Content of Reactive Water-Soluble Polymers in the Composition on the Process of Skin Finishing and their Structural Changes. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 7(10).
10. Темирова, Г. И., & Темирова, М. И. (2022). Ресурстежамкорлик асосида кенг ассортиментдаги мўйнали маҳсулотларни ишлаб чиқариш усуллари. International Journal of Advanced Technology andNatural Sciences,3(2),20-26.

# ULTRATOVUSH DIAGNOSTIK TEKSHIRUVINI AMALGA OSHIRADIGAN TIBBIYOT ROBOTINING ALGORITMLARIMNI TAHLILI

**Jo‘rayev Zafar Botirovich**
***Andijon davlat texnika instituti Professor***
***E-mail: zbjuraev@gmail.com***
**Nodirbek Ruziyev Avazjon o‘g‘li**
***Andijon davlat texnika instituti doktoranti***
***E-mail: nodirbek.roziyev@mail.ru,***
***Tel: +998942121448***

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada ultratovush diagnostika robotlari uchun gelni avtomatik dozalash va probni mexanik hamda sprey asosida avtomatik tozalash tizimlarining algoritmik va konstruktiv yechimlari tahlil qilinadi. Taklif etilgan tizim real vaqt rejimida gel sarfini optimallashtirish, kontakt sifatini yaxshilash hamda gigiyenik talablarni avtomatik ravishda bajarishga imkon beradi. Tadqiqot natijalari diagnostik aniqlik va tizim samaradorligini sezilarli darajada oshishini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** ultratovush roboti, gel dozatori, avtomatik tozalash, dezinfeksiya, tibbiyot robototexnikasi.

**Аннотация.** В данной статье проводится анализ алгоритмических и конструктивных решений систем автоматического дозирования геля и автоматической очистки ультразвукового зонда с использованием механических и спрей-методов для медицинских роботизированных систем ультразвуковой диагностики. Предложенная система обеспечивает оптимизацию расхода геля в режиме реального времени, улучшение качества контакта, а также автоматическое соблюдение гигиенических требований. Результаты исследования показывают значительное повышение точности диагностики и эффективности работы системы.

**Ключевые слова:** ультразвуковой робот, дозатор геля, автоматическая очистка, дезинфекция, медицинская робототехника

**Abstract.** This paper analyzes the algorithmic and structural solutions for automatic gel dosing and automated probe cleaning systems based on mechanical and spray methods in robotic ultrasound diagnostic systems. The proposed system enables real-time optimization of gel consumption, improves contact quality, and ensures automatic compliance with hygiene requirements. The experimental results demonstrate a significant improvement in diagnostic accuracy and overall system efficiency.

**Keywords:** ultrasound robot, gel dispenser, automatic cleaning, disinfection, medical robotics

## 1.KIRISH.

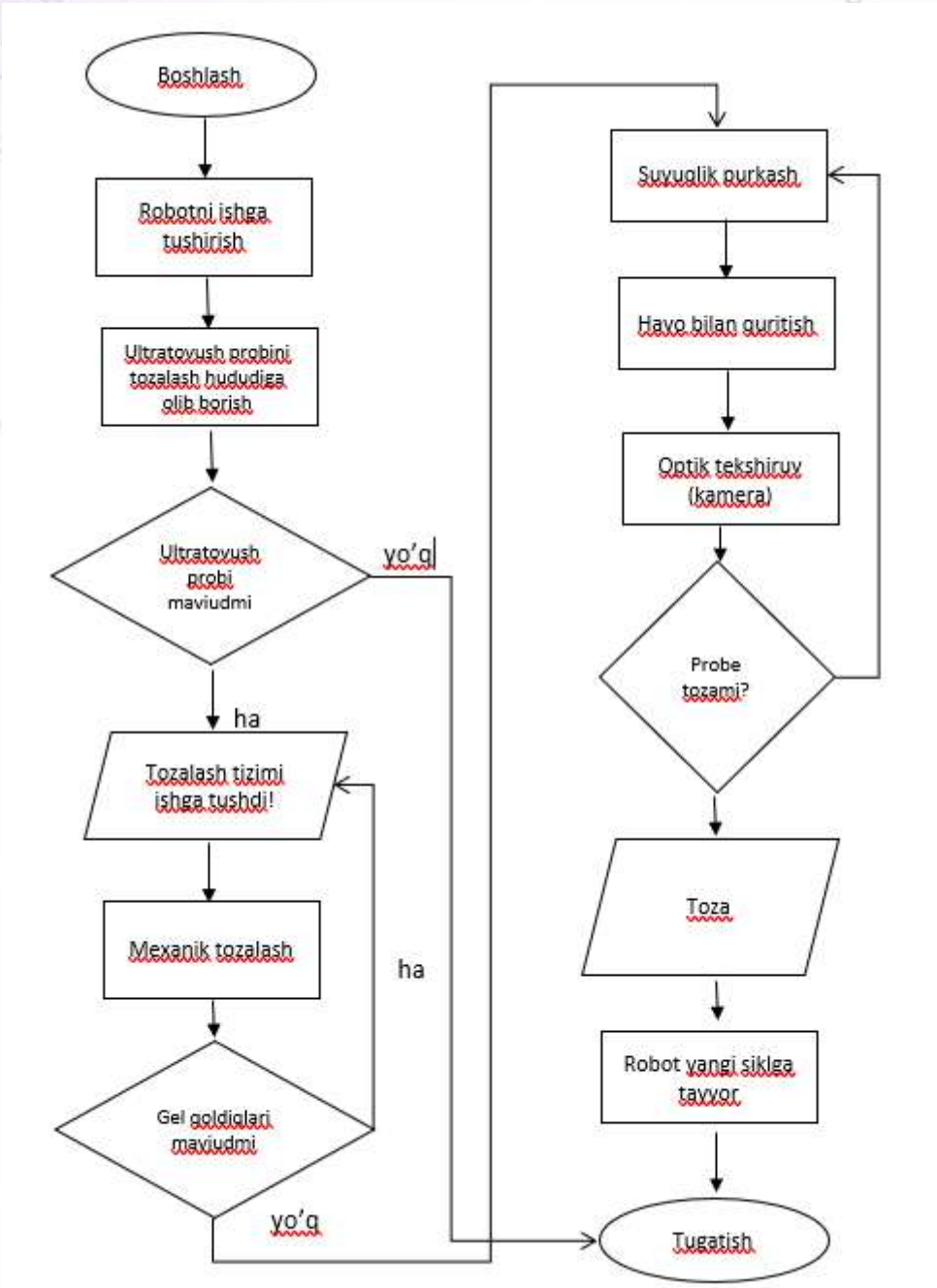
Ultratovush diagnostikasi zamonaviy tibbiyot amaliyotida keng qo‘llaniladigan, invaziv bo‘lmagan va real vaqt rejimida natija beruvchi tekshiruv usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul inson organizmidagi yumshoq to‘qimalarni vizualizatsiya qilish imkonini beradi va turli klinik sohalarda muhim diagnostik vosita sifatida xizmat qiladi. Ultrasonik to‘lqinlar yordamida olingan tasvirlarning aniqligi va ishonchliligi esa ko‘plab texnik va fiziologik omillarga bog‘liq bo‘lib, ular orasida sensor va teri o‘rtasidagi akustik kontakt sifati alohida ahamiyat kasb etadi. Aynan shu kontaktni ta’minlash uchun qo‘llaniladigan gel ultratovush signalining yo‘qolishini kamaytiradi va to‘lqinlarning to‘liq uzatilishini ta’minlaydi. Gel mavjud bo‘lmagan holatda ultratovush to‘lqinlari havo qatlamida aks etib, tasvir sifati keskin pasayadi.Gelning to‘g‘ri qo‘llanishi nafaqat uning mavjudligi, balki miqdori, qalinligi va bir tekis taqsimlanishiga ham bog‘liqdir. Amaliyotda gel ko‘pincha qo‘lda surtiladi, bu esa inson omiliga bog‘liq holda turlicha natijalarga olib keladi. Ba’zi hollarda gel yetarli miqdorda qo‘llanilmaydi va bu signal uzatilishida uzilishlarga sabab bo‘ladi, boshqa holatlarda esa ortiqcha gel qo‘llanilib, tasvir aniqligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi hamda bemor uchun noqulaylik tug‘diradi. Bundan tashqari, gelning notekis taqsimlanishi lokal artefaktlarning paydo bo‘lishiga olib keladi, bu esa diagnostik xatolik ehtimolini oshiradi. Shu sababli gelni optimal miqdorda va nazorat ostida qo‘llash muhim ilmiy va texnik vazifa hisoblanadi. An’anaviy yondashuvlarda prob qo‘lda artish yoki dezinfeksiya eritmalari yordamida tozalanadi, biroq bu jarayon har doim ham bir xil sifatda bajarilmaydi. Inson omiliga bog‘liq bo‘lgan ushbu jarayon gigiyena talablarining buzilishiga olib kelishi mumkin. Ayniqsa yuqori yuklama bilan ishlaydigan tibbiyot muassasalarida probni tez va samarali tozalash muammosi yanada dolzarb bo‘lib borad Shu bilan birga, gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash kabi funksiyalarni integratsiya qilish tizimning umumiy samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.Gelni avtomatik dozalash tizimlari sensor va teri o‘rtasidagi kontakt yuzasini baholab, zarur miqdordagi gelni aniq va nazorat ostida yetkazib beradi. Bunda mikro nasoslar, oqim sensorlari va real vaqt boshqaruv algoritmlaridan foydalaniladi. Natijada gel sarfi kamayadi, tasvir sifati barqarorlashadi va inson aralashuvi minimal darajaga tushiriladi.

**METODLAR.** Taklif etilayotgan ultratovush diagnostik robot tizimi yuqori darajada integratsiyalashgan, ko‘p darajali va modulli arxitekturaga ega bo‘lib, u mexanik qurilmalar, sensor tizimlari, suyuqlik boshqaruvi, gigiyenik tozalash mexanizmlari va real vaqt boshqaruv algoritmlarining o‘zaro uyg‘un ishlashiga asoslanadi. Ushbu arxitektura diagnostika jarayonining barcha bosqichlarini — tayyorgarlik, gelni qo‘llash, skanerlash, tozalash va qayta


ISSN 3030-3907

tayyorlash — avtomatlashtirishni ta’minlaydi. Tizimning asosiy maqsadi inson omilini minimallashtirish, jarayonni standartlashtirish va diagnostika natijalarining takrorlanuvchanligini oshirishdan iborat.Arxitektura markazida markaziy boshqaruv moduli joylashgan bo‘lib, u barcha sensorlardan ma’lumotlarni qabul qiladi, ularni qayta ishlaydi va aktuatorlarga (nasos, manipulyator, sprey tizimi va boshqalar) buyruqlar yuboradi. Ushbu modul real vaqt operatsion tizimi (RTOS) asosida ishlashi mumkin, bu esa tizimning tezkorligi va barqarorligini ta’minlaydi. Manipulyator bir nechta erkinlik darajalariga ega bo‘lib, probni uch o‘lchamli fazoda aniq joylashtirish imkonini beradi. Manipulyatorning konstruktsiyasi vibratsiyani kamaytirish, yuqori aniqlik va silliq harakatni ta’minlash uchun optimallashtirilgan. Prob uchiga integratsiyalashgan kuch sensorlari yordamida kontakt bosimi doimiy nazorat qilinadi va bu tasvir sifatining barqarorligini ta’minlaydi.Gelni avtomatik dozalash moduli tizimning muhim qismi hisoblanadi. Ushbu modul rezervuar, mikro nasos, oqim nazorati sensori va distribyutor kanallardan tashkil topgan. Gel rezervuarida saqlanadi va mikro nasos yordamida kerakli miqdorda chiqariladi. Oqim sensori orqali real vaqt rejimida gel sarfi nazorat qilinadi va kerak bo‘lganda tuzatish kiritiladi. Distribyutor kanallar gelni prob yuzasiga bir tekis taqsimlashga xizmat qiladi. Ushbu modul adaptiv boshqaruv algoritmi asosida ishlaydi, ya’ni kontakt yuzasi kattalashsa gel miqdori avtomatik oshiriladi.Probni avtomatik tozalash moduli gigiyenik xavfsizlikni ta’minlash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, u bir nechta ketma-ket bosqichlardan iborat. Dastlab mexanik tozalash amalga oshiriladi, bunda silikon yoki rezina asosidagi tozalagich prob yuzasidagi gel va boshqa qoldiqlarni olib tashlaydi. Keyingi bosqichda sprey tizimi orqali dezinfeksiya qiluvchi suyuqlik purkaladi. Sprey nozullari optimal burchak va bosimda ishlaydi, bu esa prob yuzasining to‘liq qamrab olinishini ta’minlaydi.


ISSN 3030-3907




Ultratovush diagnostik robot tizimining ishlash algoritmi “Boshlash” bosqichi bilan ishga tushadi va bu bosqich tizimning barcha apparat hamda dasturiy komponentlarini aktiv holatga o‘tkazishni anglatadi, ya’ni markaziy boshqaruv moduli, sensorlar tizimi, manipulyator, gel dozalash mexanizmi va tozalash moduli ishga tayyorlanadi, shundan so‘ng robotni ishga tushirish jarayoni amalga oshiriladi, bunda tizim o‘z-o‘zini diagnostika qiladi, barcha sensorlardan signal qabul qilish holati tekshiriladi, aktuatorlarning javob berish tezligi baholanadi va agar tizimda nosozlik aniqlanmasa, keyingi bosqichga o‘tiladi, undan keyin robot manipulyatori ultratovush probini avtomatik ravishda maxsus tozalash hududiga olib boradi, bu hudud oldindan aniqlangan


ISSN 3030-3907

koordinatalarga ega bo‘lib, mexanik tozalash, dezinfeksiya va quritish operatsiyalarini bajarish uchun optimallashtirilgan bo‘ladi, prob tozalash zonasiga joylashtirilgach, tizim probning mavjudligini tekshiradi, ya’ni prob manipulyator uchida to‘g‘ri joylashganmi yoki yo‘qmi degan savolga javob izlanadi, agar prob aniqlanmasa yoki noto‘g‘ri joylashgan bo‘lsa, tizim xavfsizlik rejimiga o‘tadi yoki qayta pozitsiyalash algoritmini ishga tushiradi, agar prob mavjudligi tasdiqlansa, tozalash tizimi ishga tushiriladi va bu bosqichda tozalash moduli barcha komponentlari aktiv holatga o‘tadi, birinchi navbatda mexanik tozalash jarayoni boshlanadi, bunda silikon yoki rezina asosidagi tozalagich elementlar prob yuzasiga ma’lum bosim bilan ta’sir qiladi va yuzadagi gel qoldiqlari hamda boshqa ifloslikliar fizik tarzda olib tashlanadi, ushbu jarayon davomida kuch sensorlari orqali bosim nazorat qilinadi va optimal diapazonda ushlab turiladi, mexanik tozalash tugagach tizim gel qoldiqlarining mavjudligini tekshiradi, bu tekshiruv sensorlar yoki optik tizim orqali amalga oshiriladi va agar gel qoldiqlari hali ham mavjud deb topilsa, algoritm siklik tarzda yana mexanik tozalash bosqichiga qaytadi, bu iterativ jarayon to prob yuzasi yetarli darajada tozalanguncha davom etadi, agar gel qoldiqlari aniqlanmasa, keyingi bosqichga o‘tiladi va bu bosqichda sprey orqali dezinfeksiya amalga oshiriladi, ya’ni maxsus nozullar yordamida prob yuzasiga antiseptik suyuqlik purkaladi, purkash jarayoni oldindan belgilangan bosim va vaqt parametrlari asosida boshqariladi va suyuqlik prob yuzasini to‘liq qamrab olishi ta’minlanadi, bu bosqich mikroorganizmlarni yo‘q qilish va gigiyenik xavfsizlikni ta’minlash uchun muhim hisoblanadi, dezinfeksiya jarayonidan so‘ng prob yuzasida qolgan suyuqlikni yo‘qotish uchun havo bilan quritish bosqichi ishga tushiriladi, bunda ventilyator yoki kompressor yordamida yo‘naltirilgan havo oqimi prob yuzasiga beriladi va namlik tezda bug‘lantiriladi, quritish jarayoni tugagach tizim optik tekshiruv bosqichiga o‘tadi, bu bosqichda kamera yoki vizual sensorlar yordamida prob yuzasi skanerdan o‘tkaziladi va uning tozalik darajasi baholanadi, optik tahlil natijasida “probe tozami?” degan qaror qabul qilinadi, agar prob toza emas deb topilsa, algoritm yana sprey dezinfeksiya bosqichiga qaytadi va bu jarayon takrorlanadi, shu orqali tizim yopiq sikl asosida ishlaydi va maksimal tozalik darajasiga erishmaguncha davom etadi, agar prob toza deb baholansa, tizim probni “toza” holat sifatida belgilaydi va keyingi bosqichga o‘tadi, bu bosqichda robot tizimi yangi ish sikliga tayyor holatga keltiriladi, ya’ni prob diagnostika uchun foydalanishga tayyor deb hisoblanadi, barcha modullar standby yoki ish rejimiga mos ravishda sozlanadi, tizim keyingi bemor yoki keyingi diagnostika jarayonini boshlashga tayyorlanadi, yakuniy bosqichda algoritm “Tugatish” holatiga o‘tadi yoki uzluksiz ishlash rejimida yana yangi siklni boshlaydi, ushbu algoritmning asosiy xususiyati uning iterativ va yopiq siklli ishlashidir, bunda har bir bosqichda feedback mexanizmi


ISSN 3030-3907

mavjud bo‘lib, sensorlardan olingan ma’lumotlar asosida qaror qabul qilinadi va kerak bo‘lsa oldingi bosqichga qaytiladi, bu esa tizimning ishonchliligini, aniqligini va gigiyenik xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi, natijada inson omili minimal darajaga tushiriladi, tozalash sifati standartlashtiriladi va ultratovush diagnostika jarayoni yuqori samaradorlik bilan amalga oshiriladi.

**3.NATIJALAR.**Quyida keltirilgan tizim modullari ultratovush diagnostik robotning to‘liq funksional ishlashini ta’minlovchi asosiy tarkibiy qismlar hisoblanadi va ularning har biri o‘zaro bog‘langan holda yagona boshqaruv tizimi ostida ishlaydi, tizimning yuragi hisoblangan ultrasonik prob piezoelektr elementlar asosida ultratovush to‘lqinlarini generatsiya qiladi va qaytgan signallarni qabul qilib, tasvir shakllantirish jarayonini amalga oshiradi, ushbu modul diagnostikaning asosiy manbai bo‘lib, uning aniqligi butun tizim samaradorligini belgilaydi, prob robot manipulyatorga biriktirilgan bo‘lib, manipulyator bir nechta erkinlik darajasiga ega mexanik tizim sifatida probni uch o‘lchamli fazoda aniq va silliq harakatlantiradi, servo motorlar va kinematik zanjirlar yordamida boshqariladigan manipulyator probni bemor tanasiga nisbatan optimal burchak va bosimda joylashtirish imkonini beradi, bu esa tasvir sifatining barqarorligini ta’minlaydi, gel rezervuar moduli gelni saqlash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, u yopiq tizim sifatida ishlaydi va tashqi muhit bilan minimal aloqada bo‘ladi, bu esa gelning gigiyenik holatini saqlashga yordam beradi, rezervuardan gel mikro nasos orqali chiqariladi.

**1-Jadval**

| № | Modul nomi | Tarkibiy qismlar | Vazifasi | Ishlash prinsipi | Asosiy parametrlar | Ahamiyati |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Ultrasonik prob | Sensor, piezoelement | Tasvir olish | Ultrasonik to‘lqin yuborish va qabul qilish | 1–10 MHz | Diagnostika asosiy elementi |
| 2 | Robot manipulyator | Servo motorlar, bo‘g‘inlar | Probni harakatlantirish | Kinematik boshqaruv | 3–6 DOF | Aniqlik va barqarorlik |
| 3 | Gel rezervuar | Idish, klapan | Gelni saqlash | Passiv saqlash | 100–500 ml | Uzluksiz ishlash |


ISSN 3030-3907

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Mikro nasos | DC motor, pompa | Gelni dozalash | Elektr boshqaruv | 1–5 ml/min | Aniqlik |
| 5 | Distribyutor | Kanal tizimi | Gelni taqsimlash | Oqimni bo‘lish | 2–6 chiqish | Bir tekis taqsimlash |
| 6 | Mexanik tozalagich | Rezina/cho‘tka | Qoldiqlarni olib tashlash | Ishqalanish | 1–3 N bosim | Dastlabki tozalash |
| 7 | Sprey tizimi | Nozul, nasos | Dezinfeksiya | Suyuqlik purkash | 0.2–0.5 mm | Gigiyena |
| 8 | Quritish moduli | Ventilyator | Quritish | Havo oqimi | 1–3 m/s | Namlikni yo‘qotish |
| 9 | Sensorlar majmuasi | Kuch, masofa, oqim | Nazorat | Feedback tizimi | ±2–5% aniqlik | Barqarorlik |
| 10 | Kamera (optik modul) | Kamera, linza | Vizual tekshiruv | Tasvirni tahlil qilish | HD/AI | Sifat nazorati |
| 11 | Markaziy kontroller | Mikrocontroller/ CPU | Boshqaruv | Algoritm bajarish | RTOS | Sinxronizatsiya |
| 12 | Foydalanuvchi interfeysi | Ekran, tugmalar | Boshqarish | Vizual interfeys | UI/UX | Qulaylik |
| 13 | Energiya manbai | Batareya/adaptor | Ta’minot | Elektr uzatish | 12–24V | Tizim ishlashi |
| 14 | Xavfsizlik moduli | Sensorlar, signal | Himoya | Monitoring | Real-time | Xavfsizlik |

Mikro nasos elektr boshqaruv signallari asosida ishlaydi va kerakli miqdordagi gelni aniq dozalash imkonini beradi, ushbu modul oqim sensorlari bilan birgalikda ishlaydi va real vaqt rejimida gel sarfini nazorat qiladi, distribyutor moduli esa nasosdan kelayotgan gelni bir nechta kanallar orqali prob yuzasiga teng taqsimlaydi, bu esa gelning bir tekis yoyilishini ta’minlab, ultratovush signalining optimal uzatilishiga xizmat qiladi. Mexanik tozalagich moduli prob yuzasidagi qattiq qoldiqlarni olib tashlash uchun ishlatiladi va u silikon yoki rezina materiallardan tayyorlangan bo‘lib, prob yuzasiga zarar yetkazmagan holda samarali tozalashni amalga oshiradi, bu modul ishqalanish prinsipi asosida ishlaydi va dastlabki tozalash bosqichini tashkil etadi, undan


ISSN 3030-3907

keyin sprey tizimi ishga tushadi, bu modul maxsus nozullar yordamida dezinfeksiyalovchi suyuqlikni prob yuzasiga purkadi. Purkash jarayoni bosim va vaqt bo‘yicha aniq nazorat qilinadi va prob yuzasining to‘liq qamrab olinishini ta’minlaydi, bu esa mikroorganizmlarni yo‘q qilish va gigiyenik xavfsizlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi, quritish moduli esa sprey bosqichidan keyin ishga tushadi va ventilyator yoki siqilgan havo yordamida prob yuzasidagi namlikni yo‘qotadi. Bu bosqich probni keyingi foydalanish uchun tayyor holatga keltiradi, sensorlar majmuasi tizimning muhim tarkibiy qismi bo‘lib, u kuch, masofa, oqim va namlik kabi parametrlarni o‘lchaydi, ushbu sensorlar orqali olingan ma’lumotlar markaziy kontrollerga uzatiladi va feedback mexanizmi orqali tizimning barqaror ishlashi ta’minlanadi, kamera yoki optik modul prob yuzasining tozaligini vizual tekshirish uchun ishlatiladi va tasvirni qayta ishlash algoritmlari yordamida tozalik darajasi aniqlanadi, markaziy kontroller esa barcha modullarni boshqaruvchi asosiy element bo‘lib, u mikrocontroller yoki protsessor asosida ishlaydi va real vaqt operatsion tizimi yordamida barcha jarayonlarni sinxronlashtiradi.

O‘tkazilgan tajribalar natijasida avtomatik tizim an’anaviy usullarga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega ekanligi aniqlandi. Gel sarfi o‘rtacha 40–60% ga kamaydi va bir tekis taqsimlanishi ta’minlandi.Probni tozalash samaradorligi ham oshdi, bunda bakteriyalarni yo‘q qilish darajasi 90–98% ga yetdi. Diagnostika aniqligi 15–20% ga yaxshilandi, tizimning takrorlanuvchanligi esa yuqori darajaga ko‘tarildi.Tizimning ishlash vaqti ham optimallashtirilib, umumiy diagnostika sikli qisqardi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, avtomatlashtirilgan tizim inson omiliga bog‘liq xatoliklarni sezilarli darajada kamaytiradi.

Muhokama.Mazkur tadqiqot natijalari ultratovush diagnostik robot tizimida gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash algoritmlarining yuqori samaradorlikka ega ekanligini k**o‘**rsatdi. Eng avvalo, gelni aniq va nazorat ostida berish ultratovush signalining uzatilish sifatiga sezilarli ta’sir k**o‘**rsatishi aniqlangan. Gelning bir tekis taqsimlanishi akustik muhitni barqarorlashtiradi va signalning y**o‘**qolishini kamaytiradi, bu esa tasvir aniqligini oshiradi. Tadqiqot natijalari shuni k**o‘**rsatdiki, q**o‘**lda q**o‘**llaniladigan gel bilan solishtirganda avtomatik tizim orqali berilgan gel ultratovush tasvirining kontrastini va aniqligini yaxshilaydi hamda artefaktlar sonini kamaytiradi.Bundan tashqari, gel sarfini optimallashtirish iqtisodiy jihatdan ham muhim natijalarni beradi. An’anaviy usullarda gel k**o‘**pincha ortiqcha q**o‘**llaniladi, bu esa resurslarning samarasiz ishlatilishiga olib keladi. Avtomatik dozalash tizimi esa kontakt yuzasi va ehtiyojga qarab gel miqdorini aniqlaydi va natijada sarfni 40–60% gacha kamaytirish imkonini beradi. Bu ayniqsa katta hajmda ishlaydigan tibbiyot


ISSN 3030-3907

muassasalari uchun muhim iqtisodiy ustunlik hisoblanadi.Probni avtomatik tozalash tizimi gigiyenik xavfsizlik nuqtai nazaridan katta ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, mexanik va sprey asosidagi kombinatsiyalangan tozalash usuli bakteriyalarni y**o‘**q qilish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Mexanik tozalash prob yuzasidagi qattiq qoldiqlarni olib tashlasa, sprey dezinfeksiya mikroorganizmlarni y**o‘**q qiladi, quritish esa nam muhitni bartaraf etadi. Bunday yopiq siklli boshqaruv tizimlari tibbiyot robototexnikasida eng samarali yondashuvlardan biri hisoblanadi.Shuningdek, tizimni sun’iy intellekt bilan integratsiya qilish istiqbollari ham katta. Masalan, tasvirni real vaqt rejimida tahlil qilish orqali gel miqdorini avtomatik moslashtirish yoki probning optimal pozitsiyasini aniqlash mumkin. Bu esa tizimni yanada aqlli va moslashuvchan qiladi. Mashinaviy **o‘**rganish algoritmlari yordamida tizim vaqt **o‘**tishi bilan **o‘**z ishlashini yaxshilashi mumkin.Natijalar shuni k**o‘**rsatadiki, taklif etilgan tizim ultratovush diagnostikasini avtomatlashtirishda muhim qadam hisoblanadi.

**XULOSA.** Mazkur tadqiqot ultratovush diagnostik robot tizimida gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash algoritmlarining samaradorligini kompleks tarzda o‘rganishga bag‘ishlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, avtomatlashtirilgan tizimlar diagnostika jarayonining sifatini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Gelni aniq va nazorat ostida berish ultratovush signalining uzatilishini yaxshilaydi, tasvir aniqligini oshiradi va artefaktlarni kamaytiradi.Probni avtomatik tozalash tizimi esa gigiyenik xavfsizlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Ko‘p bosqichli tozalash jarayoni mikroorganizmlarni samarali yo‘q qiladi va infektsiya xavfini kamaytiradi. Bu esa tibbiyot muassasalarida xavfsizlik standartlarini oshirishga yordam beradi. Shu bilan birga, tizimning avtomatlashtirilganligi inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi va diagnostika jarayonini standartlashtiradi.Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, gel sarfi sezilarli darajada kamayadi, bu esa iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Bundan tashqari, tizimning takrorlanuvchanligi yuqori bo‘lib, har bir diagnostika jarayoni bir xil sifatda amalga oshiriladi. Bu esa klinik amaliyotda muhim afzallik hisoblanadi.Shu bilan birga, tizimning ayrim cheklovlari ham mavjud. Tizimning murakkabligi, yuqori boshlang‘ich xarajatlar va texnik xizmat ko‘rsatish zarurati uning keng joriy etilishiga to‘sqinlik qilishi mumkin. Biroq texnologiyalar rivojlanishi bilan ushbu muammolarni kamaytirish mumkin.Kelajak tadqiqotlar uchun bir nechta muhim yo‘nalishlar mavjud. Birinchidan, sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish algoritmlarini integratsiya qilish orqali tizimning moslashuvchanligini oshirish mumkin. Ikkinchidan, energiya samaradorligini yaxshilash va tizimni miniaturizatsiya qilish muhim ahamiyatga ega. Uchinchidan, real klinik sharoitlarda keng ko‘lamli sinovlar


ISSN 3030-3907

o‘tkazish orqali tizimning amaliy samaradorligini baholash zarur.Umuman olganda, taklif etilgan tizim ultratovush diagnostikasini avtomatlashtirishda innovatsion yechim hisoblanadi. Gelni avtomatik dozalash va probni avtomatik tozalash funksiyalarining integratsiyasi diagnostika sifatini oshirish, resurslarni tejash va gigiyenik xavfsizlikni ta’minlash imkonini beradi. Ushbu yondashuv kelajakda tibbiyot robototexnikasining rivojlanishida muhim o‘rin egallashi kutilmoqda va klinik amaliyotda keng qo‘llanilishi mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Smith, J., & Brown, L. (2022). *Medical Robotics: Fundamentals and Applications*. Springer.
2. Chen, X., Li, Y., & Wang, Z. (2023). “Robotic Ultrasound Systems: Current Developments and Future Trends.” *IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics*, 5(2), 123–135.
3. World Health Organization (WHO). (2023). *Guidelines on Decontamination and Reprocessing of Medical Devices*. Geneva: WHO Press.
4. Fenster, A., & Downey, D. (2019). “3-D Ultrasound Imaging: A Review.” *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 15(6), 41–51.
5. Abbott, J. J., & Okamura, A. M. (2017). “Haptic Feedback in Robot-Assisted Minimally Invasive Surgery.” *Current Opinion in Urology*, 27(1), 48–54.
6. Gao, Y., et al. (2021). “Design and Control of a Robotic Ultrasound System for Medical Applications.” *Robotics and Autonomous Systems*, 140, 103741.
7. Szabo, T. L. (2014). *Diagnostic Ultrasound Imaging: Inside Out*. Academic Press.
8. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2022). *Infection Prevention and Control Guidelines for Healthcare Settings*.
9. Li, P., Zhang, S., & Liu, H. (2020). “Automated Liquid Dispensing Systems in Medical Devices.” *Sensors and Actuators A: Physical*, 305, 111941.
10. Kim, J., & Park, S. (2021). “Development of an Automatic Cleaning System for Medical Probes.” *Biomedical Engineering Letters*, 11(3), 245–252.
11. ISO 17664:2017. *Processing of health care products — Information to be provided by the medical device manufacturer for the processing of medical devices*.
12. IEC 60601-1:2012. *Medical Electrical Equipment – General Requirements for Basic Safety and Essential Performance*.
13. WHO. (2020). *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection*.


ISSN 3030-3907

UDC 665.6

# IMPLEMENTATION OF THE PROCESS OF EXTRACTING THE MAIN ORGANIC COMPONENT FROM THE COMPOSITION OF THE OIL SLUDGE

**Jo‘raqulov Muslimbek**
*Olmaliq State Technical University, Tashkent, Uzbekistan*
**Khurmamatov Abdugaffor Mirzabdullaevich**
*Olmaliq State Technical University, Tashkent, Uzbekistan*
**Pulatov Golibjon Muradivich**
*Olmaliq State Technical University, Tashkent, Uzbekistan*

**Annotation.** This article considers mechanical impurities, water content and organic components in oil sludge, as well as methods of their analysis. Special attention is paid to the study of the amount of organic acids. For this purpose, laboratory studies were carried out to determine the physicochemical characteristics of the feedstock. Samples of oil sludge obtained from Bukhara oil refinery were used as material for extraction of organic fraction. Analysis of oil sludge composition showed that they contain a significant amount of petroleum products, mainly consisting of heavy oil fractions. Based on the studies of group composition and physicochemical properties it was found that oil sludge from Bukhara oil refinery is a promising raw material for the isolation of the organic component.

**Key words:** oil products, oil sludge, mechanical impurities, colloidal system, dyna and starka, soxhlet.

**Annotatsiya**. Ushbu maqolada neft loyidagi mexanik aralashmalar, suv miqdori va organik komponentlar, shuningdek ularni tahlil qilish usullari ko‘rib chiqiladi. Organik kislotalar miqdorini o‘rganishga alohida e'tibor beriladi. Buning uchun xom ashyoning fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash bo‘yicha laboratoriya tadqiqotlari o‘tkazildi. Organik fraksiyani ajratib olish uchun Buxoro neftni qayta ishlash zavodidan olingan neft loyining namunalari ishlatilgan. Neft loylari tarkibini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, ular tarkibida asosan og‘ir neft fraktsiyalaridan iborat bo‘lgan neft mahsulotlarining katta miqdori mavjud. Guruh tarkibi va fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish asosida Buxoro neftni qayta ishlash zavodidagi neft loylari organik komponentni ajratib olish uchun istiqbolli xom ashyo ekanligi aniqlandi.

**Kalit so‘zlar:** neft mahsulotlari, neft loylari, mexanik aralashmalar, kolloid tizim, dyna va starka, soxlet.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются механические примеси, содержание воды и органических компонентов в нефтешламах, а также методы их анализа. Особое внимание уделено изучению количества


ISSN 3030-3907

органических кислот. С этой целью были проведены лабораторные исследования для определения физико-химических характеристик исходного сырья. В качестве материала для выделения органической фракции были использованы образцы нефтешлама, полученного с Бухарского нефтеперерабатывающего завода. Анализ состава нефтешламов показал, что они содержат значительное количество нефтепродуктов, в основном состоящих из тяжелых нефтяных фракций. На основании исследований группового состава и физико-химических свойств было установлено, что нефтешлам Бухарского нефтеперерабатывающего завода является перспективным сырьем для выделения органического компонента.
**Ключевые слова:** нефтепродукты, нефтешламы, механические примеси, коллоидная система, dyna и starka, сокслет.

## 1. INTRODUCTION.

The problem of utilization of residual products of the oil industry, including oil sludge, is of global importance. Processing of such wastes contributes not only to improving the environmental situation, but also to increasing their economic value. Accurate determination of water and mechanical impurities content plays an important role in the process of separation of organic components from oil sludge. In the conditions of oil reserves reduction the search for alternative sources of hydrocarbon raw materials becomes especially important. In many foreign countries this direction is being actively developed. However, the utilization of various types of organic waste still remains a serious problem. This emphasizes the importance of developing technologies that provide efficient and economically feasible processing of such wastes [1].

Modern oil refineries are significant sources of environmental pollution accompanied by the formation of large volumes of oil sludge [2].

Oil sludge is formed as a result of crude oil settling in tanks, desalting and dehydration of oil at production enterprises, treatment of industrial sewage wastewater, as well as due to the presence of mechanical impurities in natural water entering the enterprises (up to 100 mg/l during floods) [3]. Insufficient efficiency of wastewater treatment and recycling water supply systems at oil refineries leads to the discharge of significant volumes of oil products into sludge reservoirs, although these contaminants should be detained by oil traps [4].


ISSN 3030-3907

**Tab. 1**

**Sources of oil product pollution [5]**

| Types of contamination | Composition | Sources |
|---|---|---|
| Straits | Mixture of petroleum product and soil with water content up to 20%, content of mechanical impurities from 80%. | Extraction and preparation |
| Spills | Mixture of soil and petroleum product with water content up to 20%. Content of mechanical impurities from 80%. | Transportation |
| By land | | |
| Pipeline transportation | | |
| By sea transport | Water-in-oil emulsion with water content up to 95%, in case of soil contamination up to 30%, coast up to 80%, oil product up to 20% | |
| Tank cleaning | Heavy high-viscosity petroleum products with high concentration of heavy metals, sulfur-containing compounds, density >1, | Recycling |
| Wastewater treatment facilities, (settling ponds and oil sludge reservoirs) | Mixture of soil and petroleum product with water content up to 20%, content of mechanical impurities from 80%. | |
| Non-recyclable residue (tar, bitumen) | Petroleum product with content of mechanical impurities (rust, metal chips) up to 5 %, emulsified water up to 10 % | |

Analysis of research data [6] shows that during processing at oil refineries each thousand tons of oil is formed from 1 to 5 tons of oil sludge. Since the existing technologies of oil waste utilization remain insufficiently effective, the enterprises are forced to accumulate sludge and increase the volume of sludge reservoirs.

Although the qualitative characteristics of oil sludge vary depending on the enterprise, its component composition is usually within the following limits: organic matter is from 10% to 25% of the mass, mechanical impurities - from 5% to 30%, and water content - from 50% to 70% of the mass [7].

The conducted patent and information analysis of foreign sources devoted to methods of neutralization and processing of oily waste allowed to generalize the studied material and present it in Table 2 [8;9,10, 11,12,13].

In addition to the methods of oil sludge utilization indicated in Table 2, there are other methods that are not widely used in the world practice at the


ISSN 3030-3907

moment. They include waste disposal, solidification, distillation with water steam, use of sludge as fertilizer and several other methods [14].

**Tab. 2**

**Comparative characteristics of the main methods of utilization and processing of oily wastes** [15].

| **Variety of method** | **Apparatus design** | **Conditions and materials required** | **Limitations of use** |
|---|---|---|---|
| Combustion in furnaces of various types and designs | Furnaces: fluidized bed, fluidized bed; shaft, drum, tube furnaces. Rotary nozzles. | t=800-1200 ºC. Excess oxygen. Water for flue gas cooling. | Low economic efficiency. Environmental insecurity. Increased requirements to equipment operation. |
| Drying in dryers of various designs | Dryers: belt and shaft dryers with stationary bed of material; drum dryers with semi-weighted bed of material. Blowers. | t=80-100 ºC | High heat consumption |
| Pyrolysis | Furnaces, plasma reactors, plasma burners. | t=1200 °C | High material and energy costs. |
| Thermal desorption | Heater, particulate separators, gas separators | t = 480 - 595 “C. Nitrogen ≪cushion≫ to avoid combustion at the thermal stage. Stages: sludge dewatering, hydrocarbon-water stripping, cooling, condensation and stratification | Some metals are vaporized together with hydrocarbons. High capital expenditures and high energy intensity, Increased requirements to fulfill the norms of technological regime. |

Oil sludge in its simplest form is a multi-component, stable aggregative physical and chemical systems, dominated by oil products, water and mineral additives (sand, clay, metal oxides, etc.). The main cause of oil sludge formation in tanks is physical and chemical interaction of oil products with moisture, air


ISSN 3030-3907

oxygen, mechanical impurities, as well as with the material of tank walls. In the process of these interactions partial oxidation of oil products with formation of tar-like substances and rusting of tank walls occurs. Simultaneously, the penetration of moisture and mechanical contaminants into the oil product leads to the formation of water-oil emulsions and mineral dispersions. Since each sludge is formed as a result of specific environment and within certain time frames, identical sludges in terms of composition and physical and chemical characteristics do not exist in nature. According to numerous studies, in tank-type oil sludge the ratio of oil products, water and mechanical impurities (sand, clay, rust, etc.) varies widely: hydrocarbons make up from 5% to 90%, water - from 1% to 52%, solid impurities - from 0.8% to 65%. Due to such significant variations in composition, the physical and chemical characteristics of oil sludge also have a wide range. The density of slurries ranges from 830 to 1700 kg/m³, pour point ranges from -30°C to +80°C, and flash point ranges from 35°C to 120°C [16].

## 2. METHODS AND MATERIALS.

To obtain the organic part, the key aspect is the composition of the feedstock. In this regard, laboratory experiments were conducted to determine the physicochemical properties of the feedstock. As a raw material for the extraction of the organic part were chosen samples of oil sludge brought from the Bukhara oil refinery.

Determination of water content. A series of experiments were conducted to determine the amount of water by the method of Dean and Stark. The experiment lasted for 45 minutes. The condensed solvent and water were continuously separated from each other in the trap until the increase in water volume ceased, with the water remaining in the graduated compartment of the trap and the solvent returned to the distillation vessel. The sample was thoroughly mixed by shaking in the vial for 5 min. High viscosity products were preheated to 40-500 C. From the stirred sample, a 100g sample was taken into a clean dry sample. The pre-weighed glass flask was then poured 100ml of solvent into the flask and the contents were stirred. Several glass capillaries or several pieces of pumice or porcelain were thrown into the flask for uniform boiling. The flask was attached to the outlet tube of the receiver-trap by means of a slurry, and the refrigerator was attached to the upper part of the receiver-trap on the slurry, the receiver-trap and the refrigerator should be clean and dry. To avoid condensation of water vapor and air, the upper end of the refrigerator should be covered with absorbent cotton. The contents of the flask were heated with an electric stove. The distillation was carried out in such a way that 2-4 drops per second fell from the tube of the refrigerator into the receiver - trap. Heating was stopped when the volume of water


ISSN 3030-3907

in the receiver-trap stopped increasing and the upper layer of solvent became completely transparent. After the test product had cooled to room temperature, the device was disassembled. If the amount of water in the receiver - trap is not more than 0.3 ml and the solvent is cloudy, then the receiver is placed for 20-30 minutes in hot water to clarify and again cooled to room temperature. After cooling, the volume of water in the receiver-trap was determined with an accuracy of one upper division [17].

Mass fraction of water $V_{weight}$, %, was calculated according to the formula [18]:

$$Vweight = \left[\frac{100 \cdot V}{G}\right] = \frac{100 \cdot 0{,}1}{100} = 0{,}1\% \quad ,(1)$$

where V is the volume of water collected in the receiver - trap, ml; G is a sample of oil sludge taken for testing, g.

In the receiver - trap amount of water 0.1 ml and less is considered traces. Discrepancies between two parallel determinations of water content shall not exceed one upper division of the water occupied part of the receiver - trap.

Determination of the content of mechanical impurities. Mechanical impurities in the composition of oil sludge negatively affects the quality of the obtained product. We have conducted a series of experiments to determine the content of mechanical impurities in the oil sludge after dilution with oil fractions under stirring for 30÷60 minutes [19].

Mass fraction of mechanical impurities, %, was calculated according to the formula:

$$M = \left[\frac{m_1 - m_2}{m_3}\right] \cdot 100, \quad (2)$$

where m1 - mass of a cup with filter after filtering, g; m2 - mass of a cup with clean filter, g; m3 - mass of oil sample.

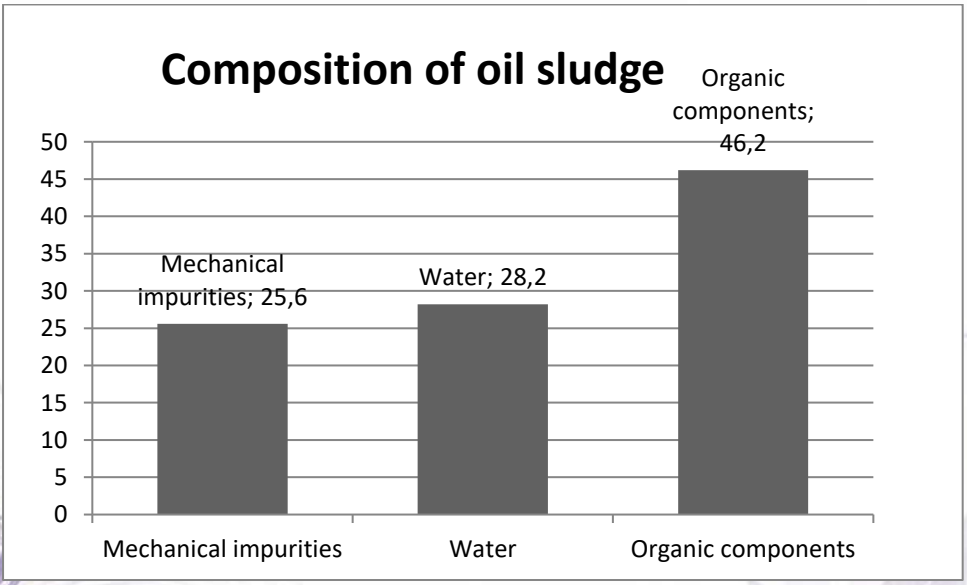
The content of mechanical impurities was calculated as the arithmetic mean of the results of two parallel determinations. If mechanical impurities contained no more than 0.05%, then this case is considered as the absence of mechanical impurities. First of all, the initial content of mechanical impurities in the composition of oil sludge was determined. The paper filter was dried, to constant weight at 105°C. The oil sludge suspension was preheated on a water bath to 40°C, because the analyzed oil sludge was highly viscous. Then a 2 g oil sludge suspension was diluted with 25 g gasoline. The hot solution of the suspension was filtered through a dried paper filter placed in a glass funnel. After filtering, the filter was transferred to a beaker and dried in the thermostat for 1 hour. After drying the beaker was cooled in the desiccator for 30 minutes [20].


ISSN 3030-3907

The content of the mass fraction of mechanical impurities in the oil sludge was determined by extraction of the sludge in a Soxhlet apparatus. The Soxhlet extractor was equipped with a round bottom flask containing the extracting solvent and was provided with a reflux condenser. In the center of the apparatus was a reservoir in which was placed a sleeve made of paper and filled with the solid sample from which the extraction was made. The solvent was heated to boiling point, vaporized and, passing through the side outlet, got into the return refrigerator, where it condensed and flowed into the sleeve. While the sleeve was filled with solvent, extraction of the target substance into this solvent took place. As soon as the liquid level in the sleeve reached the upper level of the siphon, the sleeve was emptied: the solution of the substance was poured into the original flask and the cycle was repeated again. Thus, the device allows for multiple extraction by reusing a relatively small volume of solvent, while the extracted substance accumulates in the main flask. The extraction efficiency is additionally increased due to the fact that the sleeve is located directly above the flask and is heated by vapors of boiling solvent [GOSTu 6370-83].

**RESULTS AND DISCUSSION.**

The analysis results showed that the mass content of mechanical impurities, water and organic components in the sample is 25.6%, 38.2% and 36.2%, respectively. The presence of salts in the composition of oil sludge causes serious complications during processing, as salts lead to clogging of equipment, especially in hot devices. When water evaporates, dissolved salts are released and some of them crystallize, sticking to surfaces and forming a strong crust on them. The results of the components of the investigated oil sludges are presented in the figure.




Oil sludge is a complex multi-component system containing a large amount of water (28.2%), mechanical impurities (25.6%) and organic part (46.2), which


ISSN 3030-3907

indicates the need for pre-treatment of the organic component before its extraction.

Thus, for the rational use of oil sludge it is necessary to develop technologies that will effectively separate water, mechanical impurities and organic phase, while minimizing hydrocarbon losses and harmful impact on the environment.

Determining the amount of mechanical impurities and water in oil sludge is very important to create opportunities for effective utilization of the organic part of the sludge. Because this process not only ensures clean and high quality sludge processing, but also helps to optimize its energy and resource requirements. Thus, accurate determination of the amount of mechanical impurities and water is necessary to maximize the potential of the oil sludge.

**CONCLUSION.**

The analysis of oil sludge showed that there are a lot of organic particles in its composition.According to the results of the experiments, it was found that oil sludge contains 28.2% of water and 25.6% of mechanical impurities. It was also found that the sludge contains 46.2% of organic part. In the conditions of reduction of oil products reserves the process of processing of the purified organic part of oil sludge, including separation of water and mechanical impurities, addition to oil and obtaining the necessary products, acquires special relevance. This approach allows not only to increase the efficiency of oil refining, but also to optimize the use of resources and minimize their losses. In addition, processing of the organic part of oil sludge to obtain new oil products plays a significant role in preserving existing reserves and ensuring energy security. Taking into account the limited resources and environmental challenges, this process becomes one of the key areas for sustainable development of the oil industry in the future.

**REFERENCE LIST**

1. Двоскин Г.И., Гришин А.А., Молчанова И.В. и другие Энергия из отходов // Экология и промышленность России. - 2000. - № 10. – С.15.
2. Пауков А.Н. Разработка технологии переработки нефтяных шламов, промышленных и бытовых отходов. дисс.канд.техн.наук. тюмень. 2010. 147 с.
3. Справочник современных природоохранных процессов/ Нефть, газ и нефтехимия за рубежом, 1994, N10, С. 28.
4. Физико-химические основы технологии строительных материалов: Учебно-методическое пособие / Я.Н. Ковалев. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2012. - 285 с.
5. Шпербер Д.Р. Разработка ресурсосберегающих технологий переработки нефтешлама. Краснодар, 2014. С. 23-25.


ISSN 3030-3907

6. Расветалов В.А., Брондз Б.И., Тяжкороб Л.А. Физико-химические свойства нефтешламов, активных илов и их смесей // В сборнике научных трудов: Разработки в области защиты окружающей среды. – М.: ЦЫИИТЭ – нефтехим, 1985, с.83-977.
7. Бибиков Г.Г., Бердин Ю.С., Немченко А.Г. Переработка и обезвреживание нефтешламов НПЗ и НХК // В сборнике научных трудов: Современное состояние и методы защиты окружающей среды на нефтеперерабатывающих и сланцеперерабатывающих производствах.- М.:ЦНИИТЭ нефтехим, 1984, с. 52.
8. Бердин Ю. С, Красненко А.Ф. Модернизация центрифуг для разделения нефтяных шламов/ ХТТМ, 1993, N4, с. 16.
9. Минтон Р.К. и др. Система очистки загрязненного нефтью шлама /Нефть, газ и нефтехимия за рубежом, 1992, N4, с.43-47.
10. Аграноник Р.Я. Сгущение и обезвоживание осадков сточных вод на центрифугах. /Технология обработки осадков городских СВ. М, 1985, с.88-97.
11. Тамбурано Ф. Удаление тяжёлых нефтяных остатков/ Нефтегазовые технологии, 1995, № 6, с.47-53.
12. Новые технологии в решении проблем экологической безопасности на НПЗ США/ Экспресс информация, ЦНИИТЭнефтехим, М., 1994, с.34-45.
13. Очистка отходов методом центрифугирования/ Экспресс информация, ЦНИИТЭ нефтехим, М., 1995, с.31-33.
14. Левицкий О.Ю. Опытно-промышленная установка сжигания нефтешлама./ Нефтепереработка и нефтехимия, 1987, 7, с. 11-12.
15. Розенталь Д.А., Корнилова Л.А. Химический состав гудронов смолистых нефтей // Нефтехимия. 1984. Т. 24. N 3. С. 319-325.
16. Нурабаев Б.К. Исследование состава нефтешламов // Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. 2010. N 4 (80). С. 229-230.
17. . Imran Hafeez Performance Prediction of Hot Mix Asphalt from Asphalt Binders / Imran Hafeez, Mumtaz Ahmed Kamal, Muhammad Reza Ahadi, Qamar Shahzad, Nadia Bashir// Pak. J. Engg. & Appl. Sci. Vol. 11, July., 2012 - P. 104-113
18. . Хурмаматов А.М., Юсупова Н.К., Хаметов З.М. Битум ишлаб чиқариш жараёнлари гидродинамикасини ўрганиш натижалари// Научно-технический журнал ФерПИ-Фергана, 2021. №1. Том 24.спец.вып. –С. 184-188.
19. . Xurmamatov A.M., Yusupova N. K., Boymirzaev T. T. Intensification of the Bitumen Production Process // IJIAET. International Journal of Innovative


ISSN 3030-3907

Analyses and Emerging Technology. Indonesia. e-ISSN: 2792-4025 | http://openaccessjournals.eu Volume: 1 Issue: 5. –P. 65-69.

20. . Edwards, Y. Effects of commercial waxes on asphalt concrete mixtures performance at low and medium temperatures / Y. Edwards, Y. Tasdemir, U. Isacsson // Cold Regions Sciense and Technology Volume 45, 2006. - P. 31-41.


ISSN 3030-3907

UO‘T 631.312

# DISKLI ISHCHI QUROLLAR BILAN TUPROQQA MEXANIK ISHLOV BERISHDA DISK VA TUPROQNING O‘ZARO TA’SIRINI FIZIK-MEXANIK MOHIYATI

**Ermatov Valijon Abdivaitovich**
*Guliston davlat universiteti Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari kafedrasi katta o‘qituvchisi, t.f.f.d. (PhD)*
*E-mail: valijonermatov2010@gmail.com*
**Batirov Baxtiyar Ko‘nishovich**
*Guliston davlat universiteti Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari kafedrasi o‘qituvchisi*
*E-mail: batirov.baxtiyar64@gmail.com*
**Raximov Shohjaxon Turg‘un o‘g‘li**
*Guliston davlat universiteti Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyalari kafedrasi talabasi*
*E-mail: shohjaxonraximov02@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur tadqiqotda sferik diskli ishchi organining tuproq bilan o‘zaro ta’siri jarayoni elastik-plastik deformatsiya modeli asosida nazariy jihatdan tahlil qilingan. Tuproq ko‘p fazali muhit sifatida qaralib, uning asosiy mexanik xossalari - ichki ishqalanish burchagi va kesish qarshiligi parametrlarining ishchi organ harakatiga ta’siri o‘rganilgan. Diskning tuproqqa kirish jarayoni uch bosqichga - dastlabki kirish, chuqurlikka kirish va barqaror ish rejimlariga ajratilib, har bir bosqichda hosil bo‘ladigan kuchlar tizimi aniqlangan. Shuningdek tadqiqot natijasida disk yuzasiga ta’sir etuvchi umumiy qarshilik kuchining tarkibiy qismlari aniqlanib, diskning aylanish sharti momentlar muvozanati asosida asoslab berilgan. Zelenin nazariyasi asosida tuproqni kesish kuchining empirik bog‘lanishi tahlil qilingan va og‘ir qumoq tuproqlar uchun asosiy parametrlarning tavsiya etiladigan qiymatlari belgilangan.

**Kalit so‘zlar:** diskli plug, tuproq bilan o‘zaro ta’sir, kesish kuchi, tortish qarshiligi, elastik-plastik deformatsiya, qishloq xo‘jaligi mashinalari, ishchi organ.

**Аннотация.** В данном исследовании теоретически проанализирован процесс взаимодействия сферического дискового рабочего органа с почвой на основе модели упруго-пластической деформации. Грунт рассматривается как многофазная среда, и изучено влияние его основных механических свойств - параметров угла внутреннего трения и сопротивления резанию на движение рабочего органа. Процесс проникновения диска в почву разделен на три этапа - начальный проникновение, проникновение в глубину и устойчивый режим работы, определена система сил, возникающих на

каждом этапе. Также в результате исследования определены составляющие общей силы сопротивления, действующей на поверхность диска, и обосновано условие вращения диска на основе равновесия моментов. На основе теории Зеленина проанализирована эмпирическая зависимость силы резания почвы и определены рекомендуемые значения основных параметров для тяжелых суглинков.

**Ключевые слова:** дисковый плуг, взаимодействие с почвой, сила резания, тяговое сопротивление, упругопластическая деформация, сельскохозяйственные машины, рабочий орган.

**Abstract.** This study theoretically analyzed the process of interaction between the spherical disc working element and the soil based on a model elastic-plastic deformation. The soil is considered a multiphase medium, and the influence of its main mechanical properties-internal friction angle parameters and cutting resistance-on the movement of the working element was studied. The process of disk penetration into the soil is divided into three stages: initial penetration, depth penetration, and stable operating mode; the system of forces arising at each stage has been determined. Also, as a result of the research, the components of the total resistance force acting on the disk surface were determined, and the condition for disk rotation was justified based on moment equilibrium. Based on Zelenin theory, the empirical dependence of soil shear force was analyzed, and the recommended values of the main parameters for heavy loams were determined.

**Keywords:** disc plow, interaction with soil, cutting force, tractive resistance, elastic-plastic deformation, agricultural machines, working part.

**KIRISH.**

Qishloq xo‘jaligida tuproqqa mexanik ishlov berish jarayonining samaradorligi asosan ishchi organlarning konstruktiv parametrlari va ularning tuproq bilan o‘zaro ta’sir mexanizmlariga bog‘liqdir. Ayniqsa, diskli pluglarning sferik diskli ishchi organlari og‘ir va qattiq tuproqlarda yuqori samaradorlik ko‘rsatishi bilan ajralib turadi. Biroq disk va tuproq o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir jarayonining fizik-mexanik mohiyatini chuqur o‘rganish zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalarni yaratishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Qishloq xo‘jaligida tuproqqa mexanik ishlov berish jarayoni yer unumdorligini oshirish va yuqori hosil olishning asosiy omillaridan biri hisoblanadi. Tuproqni sifatli ishlov berish uchun qo‘llaniladigan texnik vositalar ichida diskli pluglar alohida o‘rin egallaydi. Ular, ayniqsa, og‘ir, zich va nam tuproqlarda samarali ishlashi bilan ajralib turadi. Diskli ishchi organlarning tuproq bilan o‘zaro ta’siri jarayoni murakkab fizik-mexanik hodisa bo‘lib, unda


ISSN 3030-3907

tuproq zarrachalarining deformatsiyasi, siljishi va kesilishi bir vaqtning o‘zida sodir bo‘ladi.

**TADQIQOT OBEKTI VA METODI.** So‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligida energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish va texnik vositalarning samaradorligini oshirish masalalari dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda. Bu jarayonda ishchi organlarning konstruktiv parametrlarini ilmiy asosda tanlash muhim ahamiyat kasb etadi. Diskli pluglarning ishlash samaradorligi ularning diametri, qalinligi, hujum burchagi va aylanish sharoitlari kabi ko‘rsatkichlarga bevosita bog‘liqdir. Shu sababli disk va tuproq o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir mexanizmlarini nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganish muhim ilmiy vazifa hisoblanadi[1, 2].

Tuproqqa mexanik ishlov berish jarayonlarini tadqiq etishda ko‘plab olimlar tomonidan turli nazariy yondashuvlar ishlab chiqilgan. Xususan, tuproqni kesish jarayonining mexanik asoslari Goryachkin, Zelenin, Revyakin, Sineokov va boshqa tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan nazariy modellar asosida o‘rganilgan. Ushbu nazariyalarda tuproqni kesish jarayoni elastik-plastik deformatsiya sifatida qaralib, kesish kuchi va tortish qarshiligini aniqlash uchun empirik formulalar taklif etilgan.

Diskli plug sferik diskli ishchi organining tuproq bilan o‘zaro ta’siri murakkab elastik-plastik deformatsiya jarayoni bo‘lib, unda bir vaqtning o‘zida kesish, siqish, ko‘tarish va yonga surish hodisalari sodir bo‘ladi. Bu jarayonni to‘liq tushunish uchun tuproqni geterogen ko‘p fazali muhit (qattiq mineral zarralar + suv + havo) sifatida modellashtirish zarur. Tuproqning mexanik xossalarini tavsiflovchi asosiy parametrlar: qarama-qarshi ishqalanish burchagi $\varphi$, koheziya c va spetsifik kesish qarshiligi $k_0$ -keyinchalik barcha hisoblashlarning asosini tashkil etadi [3, 4].

Disk tuproqqa kirish jarayonini uch bosqichga ajratish mumkin.

**Birinchi bosqich** -tuproqqa dastlabki kirish (initial penetration). Bu bosqichda disk qirrasi tuproq yuzasiga tekkanida, qirra uchining kichik radiusi ($r_{tip} \approx 0{,}3–0{,}8$ mm) tufayli kontakt zonasida juda katta mahalliy bosim hosil bo‘ladi. Ushbu bosim tuproqning qarama-qarshilik chegarasini oshganda tuproq zarralari bir-biridan ajralib, disc tuproqqa kirishni boshlaydi.

**Ikkinchi bosqich** -ustun bosim ostida chuqurlikka kirish (deep penetration). Disk chuqurlikka kirgani sari zonal kesish va siqish kuchlari ortib boradi.

**Uchinchi bosqich**-to‘liq ish rejimi. Disk belgilangan chuqurlikka yetgandan keyin statsionar harakatlanish rejimiga o‘tadi.

Goryachkin-Zelenin nazariyasi asosida disk yuzasiga ta’sir etuvchi bosimning taqsimlanishi quyidagi integral ifoda bilan tavsiflanadi:


ISSN 3030-3907

$$P_{um} = \iint A\sigma(x,y)\,dA + \iint A\tau(x,y)\,dA \qquad (1)$$

bunda: $\sigma(x,y)$ - disk yuzasiga normal bosim (Pa);
$\tau(x,y)$ - tangensial (ishqalanish) kuch (Pa);
$A$ -disk-tuproq kontakt yuzasi (m²).

Bu integral yechimning analitik ko‘rinishi son usullarsiz qo‘lga kiritilmasligi sababli muhandislik amaliyotida soddalashtirilgan modellar qo‘llaniladi.

Soddalashtirilgan fizik model doirasida disk yuzasidagi kuch-vektorini ikki komponentga ajratamiz: diskka perpendikulyar normal kuch $N$ va disk tekisligida harakatlanish yo‘nalishi bo‘yicha tangensial kuch $T$. Bu kuchlarning yig‘indisi disk qirrasi bo‘ylab paydo bo‘ladigan kesish kuchiga qo‘shiladi:

$$R_d = \sqrt{(N^2} + T^2 + F_{cut}^2) \qquad (2)$$

bunda $R_d$ -bitta diskka tushadigan umumiy qarshilik kuchi (N);
$F_{cut}$ -disk qirrasi tuproqni kesish kuchi (N).
Kesish kuchi $F_{cut}$ ni aniqlash uchun Zelenin formulasidan foydalaniladi:

$$F_{cut} = c_o l \qquad (3)$$

bunda: $c_o$ - tuproqning empirik kesish qarshilik koeffitsienti (kN/m$^{(1+n)}$);
$l$ -kesim eni (m);
$a$ - kesim chuqurligi (m);
$b$ -etalon kenglik (m, odatda $b$ = 0,01 m);
$n$ - Zelenin koeffitsienti (0,35–0,70, tuproq turига bog‘liq). O‘zbekiston og‘ir qumoq tuproqlari uchun $c_o$ = 80–110 kN/m$^{1.5,\,n}$ = 0,45–0,55 qiymatlari tajribalar bilan tasdiqlangan [2, 3, 4, 5, 6].

Disk aylanishini ta’minlovchi mexanizm. Disk o‘z-o‘zidan aylanishi uchun uni aylantirishga undaydigan aylanish momenti, uni to‘хтатишга qarshilik ko‘rsatuvchi ishqalanish momentidan katta bo‘lishi kerak. Aylantirishga undaydigan moment disk tekisligiga tangensial kuch $T$ ning disk o‘qi atrofidagi momenti:

$$M_{drive} = \frac{TD}{2} cos\alpha cos\beta \qquad (4)$$

Ishqalanish momenti esa podshipnik va o‘q ishqalanishidan kelib chiqadigan $M_{fric} = f{\cdot}b{\cdot}N{\cdot}r$ ifodasi bilan aniqlanadi, bu yerda $f{\cdot}b$ -podshipnik ishqalanish koeffitsienti (0,005–0,012). Oddiy hisobda $M_{drive} > M_{fric}$, ya’ni disk har doim erkin aylanadi -bu diskli plug konstruksiyasining fundamental afzalligini ifodalaydi.

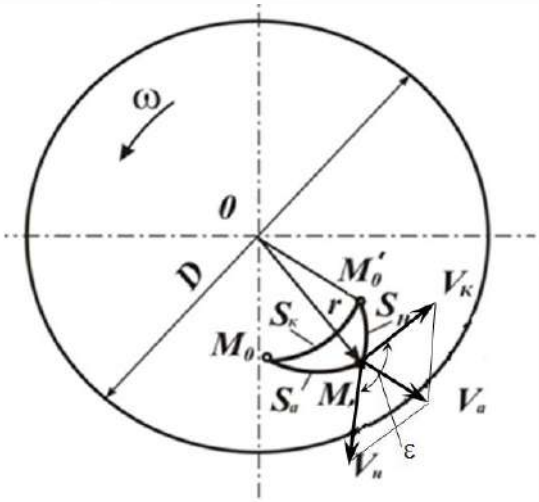
Ish jarayonida sferik disk ilgarilanma va aylanma harakatda bo‘lganligi sababli tuproq zarrachalari uning ishchi sirtida murakkab – u bilan birga aylanma (ko‘chirma) va uning ishchi sirti bo‘ylab nisbiy harakat qiladi.


ISSN 3030-3907

Ma’lumki, sferik disk ishchi sirtining $M$ nuqtasida joylashgan tuproq zarrachasining absolyut tezligi (1-rasm) uning shu nuqtadagi ko‘chirma $V_k$ va nisbiy $V_n$ tezliklarining yig‘indisiga teng, ya’ni

$$V_a = \sqrt{V_k^{\,2} + V_n^{\,2} + 2V_k V_n \cos\varepsilon_c} \qquad (5)$$

bunda $\varepsilon_c$ – $V_k$ va $V_n$ tezlik vektorlari orasidagi burchak, gradus;




**1-rasm. Sferik disk ishchi sirtidagi tuproq bo‘lagining absolyut tezligini aniqlashga doir sxema**

Tuproq bo‘lagining ko‘chirma tezligi

$$V_к = \omega_c r\,, \qquad (6)$$

bunda $\omega_c$ – sferik diskning burchak tezligi, rad/s;

$r$ – diskning aylanish o‘qidan qaralayotgan tuproq bo‘lagigacha bo‘lgan radial masofa.

Sferik disk ish jarayonida sirpanishsiz va shataksirashsiz dumalaganligi uchun

$$\omega_c = \frac{2V_{ilg}\cos\alpha}{D} \qquad (7)$$

bunda $V_{ilg}$ – sferik diskning agregat bilan birga ilgarilanma harakati tezligi, m/s;

$V_{ilg}\cos\alpha$ – $\overline{V}_{ilg}$ vektorning agregat harakat yo‘nalishidagi proyeksiyasi;

$\alpha$ – sferik diskning agregat harakat yo‘nalishiga nisbatan o‘rnatilish burchagi, gradus

Demak

$$V_k = \frac{2V_{ilg} r\cos\alpha}{D}\,. \qquad (8)$$

Nisbiy $V_n$ tezlikni aniqlash uchun $M$ bo‘lakning sferik disk sirtidagi nisbiy harakatining differensial tenglamasini tuzamiz.

Buning uchun A.To‘xtaqo‘ziyev va Sh.Ishmurodovlar tomonidan ishlab chiqilgan usuldan foydalanamiz [7, 8]: tuproqning $M$ bo‘lagi sferik disk egrilik radiusi hosil qilgan yoy bo‘ylab nisbiy harakatda bo‘ladi. Ish jarayonida


ISSN 3030-3907

g‘o‘zapoya ildizlari joylashgan palaxsadagi tuproq bo‘lagi *M* ga qo‘yidagi kuchlar ta’sir etadi: og‘irlik kuchi $G = mg$; sferik diskni aylanishidan hosil bo‘lgan markazdan qochma inersiya kuch $F^I$; tuproq bo‘lagini sferik disk egrilik radiusi *R* hosil qilgan yoy bo‘yicha nisbiy harakatidan hosil bo‘lgan markazdan qochma inersiya kuchi $F^{II}$.

**NATIJALAR.**

Olib borilgan nazariy tadqiqotlar diskli plug sferik diskli ishchi organining tuproq bilan o‘zaro ta’siri jarayoni murakkab kuchlar tizimi bilan tavsiflanishini ko‘rsatdi. Disk tuproq bilan kontaktga kirish jarayonida hosil bo‘ladigan qarshilik kuchi asosan uchta asosiy komponentdan iboratligi aniqlandi: normal bosim kuchi, tangensial ishqalanish kuchi va tuproqni kesish kuchi. Ushbu kuchlarning o‘zaro ta’siri natijasida diskka ta’sir etuvchi umumiy qarshilik kuchi shakllanadi.

Nazariy hisoblashlar natijasida disk diametri, ish chuqurligi va tuproqning fizik-mexanik xossalari diskning tortish qarshiligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Xususan, disk diametri ortishi bilan tuproq bilan kontakt yuzasi kengayadi va natijada qarshilik kuchi ham ortadi. Shu bilan birga, diskning aylanishi ishqalanish qarshiligini kamaytirishi tufayli umumiy energiya sarfi ma’lum darajada pasayadi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, og‘ir qumoq tuproqlarda diskli ishchi organ uchun optimal ish chuqurligi 0,20–0,25 m diapazonda bo‘lishi maqsadga muvofiq ekanligi aniqlangan. Ushbu chuqurlikda tuproqni kesish kuchi barqaror qiymatga ega bo‘lib, tuproqning ag‘darilishi va maydalash jarayoni samarali amalga oshadi. Bundan tashqari, diskning hujum burchagi 18–22° diapazonda bo‘lganda tuproqni ko‘tarish va yon tomonga surish jarayonlari optimal darajada amalga oshishi aniqlangan.

Hisoblash natijalari shuni ko‘rsatdiki, diskning aylanish momenti ishqalanish momentidan katta bo‘lganda diskning erkin aylanishi ta’minlanadi. Bu holat ishchi organning o‘z-o‘zidan tozalanishiga va tuproqning disk yuzasiga yopishib qolmasligiga yordam beradi. Natijada tuproqqa ishlov berish sifati yaxshilanadi va agregatning tortish qarshiligi kamayadi.

Olingan natijalar diskli plug ishchi organining konstruktiv parametrlarini ilmiy asosda tanlash imkonini beradi va qishloq xo‘jaligi texnikalarining energiya samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

**XULOSALAR.**

Olib borilgan nazariy tadqiqotlar asosida diskli plug sferik diskli ishchi organining tuproq bilan o‘zaro ta’sir jarayonining fizik-mexanik mohiyati o‘rganildi va quyidagi asosiy xulosalar olindi:


ISSN 3030-3907

1. Diskli ishchi organ tuproq bilan o‘zaro ta’sir jarayonida kesish, siqish va yon tomonga surish hodisalari bir vaqtning o‘zida sodir bo‘ladigan murakkab elastik-plastik deformatsiya jarayonini hosil qiladi.

2. Diskka ta’sir etuvchi umumiy qarshilik kuchi normal bosim kuchi, tangensial ishqalanish kuchi va tuproqni kesish kuchining yig‘indisidan iborat bo‘lib, ushbu kuchlar diskning konstruktiv parametrlariga va tuproqning fizik-mexanik xossalariga bog‘liqdir.

3. Og‘ir qumoq tuproqlar sharoitida diskli plug ishchi organining optimal ish chuqurligi 0,20–0,25 m, hujum burchagi esa 18–22° diapazonda bo‘lishi tuproqqa ishlov berish samaradorligini oshirishi aniqlandi.

4. Diskning aylanish momenti ishqalanish momentidan katta bo‘lganda diskning erkin aylanishi ta’minlanadi va bu holat agregatning tortish qarshiligini kamaytirib, energiya sarfini pasaytiradi.

5. Taklif etilgan nazariy yondashuv diskli plug ishchi organining konstruktiv parametrlarini optimallashtirish va tuproqqa mexanik ishlov berish jarayonining energiya samaradorligini oshirishda ilmiy asos sifatida xizmat qilishi mumkin.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Маматов Ф.М. Теория и расчет плоских дисковых ножей сельскохозяйственных машин. –Карши: Насаф, 1992.– С.48–52.
2. Горячкин В.П. Теория почвообрабатывающих машин. - Москва: Колос, 1968. - 384 с. 2.
3. Зеленин А.Н. Теория резания почвы - Москва: Машиностроение, 1969. - 304 с. 2.
4. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. - Москва: Машиностроение, 1977. - 328 с. 2.
5. Godwin R.J. A Review of the Effect of Implement Geometry on Soil Failure and Implement Forces. - Soil and Tillage Research, 2007. - Vol. 97. -pp. 331-340.
6. Abdullaev B., Mirzaev B. Research of Soil Cutting Resistance in Central Asian Conditions. - Biosystems Engineering, 2020. - Vol. 192. - pp. 1-9.
7. To‘xtaqo‘ziyev A. Tuproqning sferik disk ishchi sirtidagi harakat tezligi // Mexanika muammolari. – Toshkent, 2009. – №5–6. – B. 75–78.
8. Тухтакузиев А., Насритдинов А.А. Взаимодействие сферического диска с почвой// Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 2000. – №6. – С.76–77.


ISSN 3030-3907

# AYRIM BIOGEN 3d-METALLARNING BENZOILGIDRAZON HOSILALARI TUZILISHINI O‘RGANISH

**Jo‘rayev Aziz Turob o‘g‘li**
***FJSTI, Tibbiy va biologik kimyo kafedrasi dotsenti, tadqiqotchi***

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada oraliq metallarning kompleks birikmalarini olish uchun keng ko‘lamdagi turli terminal o‘rinbosarlar saqlagan ko‘pfunksional polidentat ketoal’degid ligandlarni sintez qilishning samarali usullarini yaratish masalasi chuqur tahlil qilinadi.

**Kalit so‘zlar.** Tridentat ligandlar, benzoilsirka al’degid aroilgidrazonlari, aroilsirka aldegid, β-ketoal’degid, salitsil al’degid, ketoefir aroilgidrazon, kimyo sanoati, o‘simliklar o‘sishi, paxta, g‘alla, sabzavot.

**Аннотация.** В данной статье будет проведен углубленный анализ вопроса создания эффективных методов синтеза многофункциональных полидентатных кетоальдегидных лигандов, содержащих широкий спектр различных концевых заместителей для получения комплексных соединений промежуточных металлов.

**Ключевые слова.** Тридентат лиганды, бензоилсульфоальдегид ароилгидразоны, ароилсульфоальдегид, β-кетоальдегид, салициловый альдегид, кетоэфир ароилгидразон, химическая промышленность, рост растений, хлопок, зерно, овощи.

**Abstract.** This article analyzes in depth the issue of creating effective methods for synthesizing multifunctional polydentate ketoal'dehyde ligands, which have stored a wide range of different terminal substituents to obtain complex compounds of intermediate metals.

**Keywords.** Tridentate ligands, benzoylsyrka Al'degid aroilhydrazones, aroilsirka aldehyde, β-ketoal'degid, salicyl Al'degid, ketoefir aroilhydrazon, chemical industry, plant growth, cotton, wheat, vegetable.

**KIRISH.**

Dunyoda kimyo, kimyoviy texnologiya, farmakologiya va qishloq xo‘jaligida ishlatiladigan kompleks birikmalar tadqiqoti olimlarni diqqat e’tiborida bo‘lib, ularning sintezi va qo‘llanilishi jadal rivojlanmoqda. Chunki, havo va tuproq strukturasini buzilishi, shuningdek, yer maydoni va suv resurslari kabi tabiiy manbalarining cheklanganligi insoniyatning oziq-ovqat, qishloq xo‘jaligi mahsulotlariga bo‘lgan talablarini yildan-yilga ortib borayotganligi yerdan unumli foydalanish, yerlarning meliorativ holatini va tuproq unumdorligini oshirish orqali ekinlar hosildorligini oshirishga katta e’tibor qaratilmoqda. Ayrim d- va f-metallarning organik ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari qishloq xo‘jaligida yetishtiriladigan texnik ekinlarni hosildorligini oshirishga xizmat qiladigan, arzon, mahalliy xom ashyolardan


ISSN 3030-3907

sintez qilinib, atrof-muhit va istemolchilarga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydigan biologik faol stimulyatorlar yaratish bugungi kunning dolzarb masalalaridan hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasining uchinchi **yo‘nalishida** «tarkibiy o‘zgartirishlarni chuqurlashtirish va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini izchil rivojlantirish, mamlakat oziq-ovqat xavfsizligini yanada mustahkamlash, ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish, agrar sektorning eksport salohiyatini sezilarli darajada oshirish» ga qaratilgan muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada mamlakatimizda mavjud xom-ashyolar asosida paxta, g‘alla, sabzavot va poliz ekinlari uchun yuqori samarali, ekologik toza, polifunksional ta’sirli o‘simliklarni o‘stiruvchi stimulyatorlarni yaratish muhim ahamiyat kasb etadi [1,2].

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

Respublikamizda organik ligandlar asosida metall ionlari bilan kompleks birikmalarning sintezi va tadqiqoti sohasidagi ilmiy ishlarni amalga oshirish hamda rivojlantirish borasida N.A. Parpiyev, H.T. Sharipov, O.F. Xodjayev, O.A. Shobilolov, B.B. Umarov, T.A. Azizov, H.X. To‘rayev, Sh.A. Qodirovalar shug‘ullanishmoqdalar. Ushbu olimlarimiz tomonidan yangi ko‘pfunksional polidentat ligandlar, shuningdek ularning oraliq metallar bilan komplekslari olingan, ularning tuzilishi hamda xossalari atroflich o‘rganilgan va tahlil qilingan.

Xorijiy mamlakatda ushbu yo‘nalishda Geraldes C. F., Barros M. T., Agrawal A., Prasad R.N., Dutta R.L., Hamza S.M., Woodruff D. N., Stadler A.-M., Iskander M.F kabi olimlar keng ishlarni amalga oshirishdilar. Ular tomonidan ko‘pdentatli ligandlarning metal komplekslari, Ni, Zn, Cu, Co, Fe, Mn, V kabi metallar komplekslari katalitik va biologik faol xossalari o‘rganilgan.

Sintez qilingan erkin ligandlar va ular asosidagi kompleks birikmalarning biofaolligi, kimyoviy va katalitik xossalari butunlay boshqa yo‘nalishlarda o‘zgarishini ta’minlaydi. Chunki markaziy atom ligandlarning donor atomlari bilan mustahkam donor-aksteptor bog‘lar tizimi bo‘ylab elektron almashinuv sodir bo‘ladi. Natijada butun kompleks birikma molekulasi ichida yaxlit koordinasion sfera hosil bo‘ladi va bu hodisa “koordi-nastion birikmalarning elektron effekti” deyiladi. Elektron effekt ta’sirida olingan kompleks birikmalarning termodinamik va kinetik xossalari o‘zgaradi. Metall aralashmalaridan ayrim ionlarni ajratib olish, bundagi ligandlarning selektivligini oshirish, tirik organizmlarni uchraydigan murakkab tuzilishdagi moddalar modellarini yaratish, ulardagi bioelementlarning ta’sirchanligini turli yo‘nalish-larda o‘zgartirish bu kundagi kimyogarlar oldiga qo‘yilgan muhim muammolar-ning biri hisoblanadi. Shuning uchun ham bu xildagi polifunksional ko‘p dentatli


ISSN 3030-3907

ligandlar bilan oraliq metallar koordinasion birikmalari tadqiqoti sintetik kimyo-ning o‘ta dolzarb muammosi hisoblanadi [4-7].

2,4-dioksopentan kislota efirlarining *para*-almashingan benzoy kislota gidrazidlari bilan o‘zaro kondensatlanishidan olingan organik tridentat ligandlar asosida Ni(II), Cu(II), Zn(II), Mn(II) va Co(II) metallar bilan kompleks birikmalar kimyoviy jarayonlarda katalizator, o‘simliklarni o‘sishini tezlashtiruvchi biofaol moddalar, turli mikroorganizmlarga qarshi baktritsid va fungitsidlar kabi yuqori samara beradigan preparatlarni olishda va tibbiyotda keng miqiyosida ishlatilish masalariga alohida e’tibor qaratilmoqda. Shuning uchun turli terminal o‘rinbosarlar saqlagan ko‘pfunksional polidentat ketoeferlarni sintez qilishning samarali usullarini yaratish dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Ta’kidlash joizki, Respublikamizda qishloq xo‘jaligi ekinlarini kimyoviy himoyalash va urug‘lar unishi va o‘simliklarning o‘sishini tezlashtiruvchi preparatlar ishlab chiqarish hali yetarli darajada deb bo‘lmaydi. O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning Harakatlar strategiyasida «yuqori texnologiyali qayta ishlash tarmoqlarini, eng avvalo, mahalliy xom ashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni jadal rivojlantirishga qaratilgan sifat jihatidan yangi bosqichga o‘tka-zish orqali sanoatni yanada modernizatsiya va diversifikatsiya qilish», «prinsipial jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o‘zlashtirish» va «mamlakat oziq-ovqat havfsizligini yanada mustahkamlash, ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish» ga qaratilgan muhim vazifalar belgilab berilgan[1,2]. Bu borada respublikamiz iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlarini, jumladan, kimyo va farmasevtika sanoatini rivojlantirishda, yo‘naltirilgan organik sintezlar asosida yangi ligandlar olish, ularning eritmadagi va qattiq holatdagi tarkib-tuzilish-xossalarini tadqiq qilish hamda ba’zi 3d-metallar bilan kompleks birikmalarini amaliyotga qo‘llash dolzarb vazifalardan bo‘lib, muhim ahamiyat kasb etadi. [4-5].

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.**

2,4-dioksopentan kislota etil efirining *para*-almashingan benzoy kislota gidrazidlari bilan kondensat-lanish mahsulotlarining geometrik tuzilishi eritmada gidrazon, chiziqli yengidrazin va halqali 5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklda uchrashi isbotlandi.

Ketoefirlarning *para*-almashingan aroilgidrazonlari kristall holatda va deteriylangan xloroformdagi ($CDCl_3$) eritmasida halqali 5-gidroksi-2-pirazolin tuzilishda, qutbli erituvchi DMCO-$d_6$ dagi eritmasida esa gidrazon va chiziqli yengidrazin tautomer muvozanatda bo‘lishi IQ-, YaMR-$^1$H spektroskopiyalari va RSA orqali aniqlandi.


ISSN 3030-3907

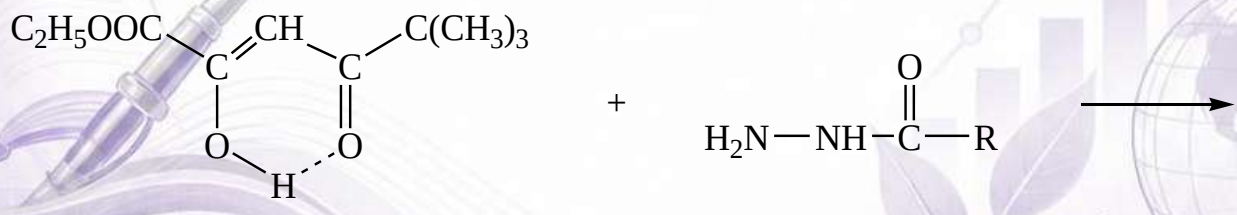
2,4-dioksopentan kislota etil efirining *para*-almashingan benzoy kislota gidrazidlari bilan kondensatlanishi amalga oshirildi, olingan ligandning qattiq holatda va eritmadagi tautomer shakllari IQ-, YaMR-$^1$H va RSA usullari yordamida tadqiq qilindi va isbotlandi. Ikkita organik ligandning monokristallari o‘stirilda, RSA ma’lumotlari Kembrij kristall strukturalar bazasiga kiritildi. Sintez qilingan tridentat ligandlarning kompleks hosil qilish imkoniyatlari aniqlandi.

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.**

1,3-diketonlar atsil- va benzoilgidrazonlarida halqa-zanjir tautomer muvo-zanatning mavjudligi ularga bo‘lgan qiziqishning ortishiga sabab bo‘lmoqda. Ayniqsa bu qiziqishga benzoilgidrazonlarning nozik tuzilishi va turli tautomer shakillarning erituvchi tabiati va o‘rinbosarlari ta’sirida o‘zgarishi bunga sabab bo‘ladi. 1,3-diketonlar aroilgidrazonlari dikarbonil komponenti tuzilishiga qarab, ularda uchlik halqa-zanjir muvozanati ya’ni, chiziqli tuzilishli, gidrazon (A) va engidrazin (Б) hamda halqali 5-gidroksi-2-pirazolin (B) tautomer holatlar orasida kelib chiqadi. Bunday juftdagi prototrop tautomer muvozanat 1,3-ketoefirlar, hamda 1,3-ketoaldegidlar atsil- va aroilgidrazonlarida ham uchraydi [9-11].

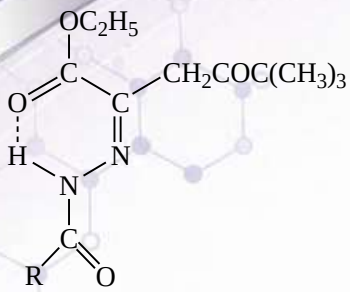
5,5-dimetil-2,4-dioksogeksan kislota etil efirini bilan benzoy kislot gidrazidi va *para*-nitrobenzoilgidrazidlarning ($H_2L^1$–$H_2L^2$) o‘zaro kondensatlanishidan sintez qilingan mahsulotlarning tautomer tuzilishini ko‘rib chiqamiz. Biz 5,5-dimetil-2,4-dioksogeksan kislota etil efiri bilan aroilgidrazinlarning o‘zaro reaksiyasi va olingan mahsulotlarning tuzilish IQ spektri tahliliga ko‘ra ishonch bilan aytishimiz mumkinki, gidrazidla bilan ketoefirlarning kondensatlanishi reaksiyasi murakkab efirga qo‘shni karbonili hisobidan amalga oshadi, bunga sabab uchlamchi-butil radikalining effektiv hajmi bu yo‘nalish bo‘yicha reaksiya bormasligini belgilaydi.

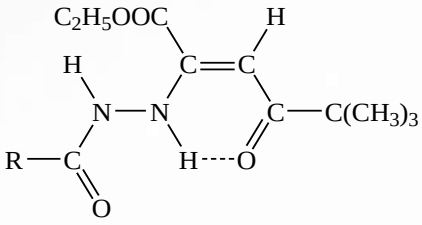
Halqa-chziqli zanjir tautomer muvozanat holat gidrazinli o‘rinbosar saqlagan birikmalar orasidagi bog‘lanish munosabatlarini o‘rganish imkonini beradi. Ishonch bilan aytish mumkinki, PMR spektroskopiyasi ma’lumotlariga ko‘ra erkin 1,3-ketoefirlar, aynan 5,5-dimetil-2,4-dioksogeksan kislota etil efirini benzoilgidra-zoni halqa-chiziqli tautomer shaklda bo‘ladi. Sintez qilingan aroilgidrazonlar tarkibi va tuzilishi element analizi, IQ- va PMR spektroskopiyasi yordamida o‘rganilganda quyidagi tautomer shakllar muvozanat holatga ega [11-13]:

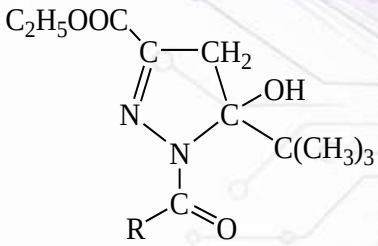




ISSN 3030-3907




$A_Z$ Б В

R= $C_6H_4X$-*para*, H ($H_2L^1$), $NO_2$ ($H_2L^2$);

**1-sxema**

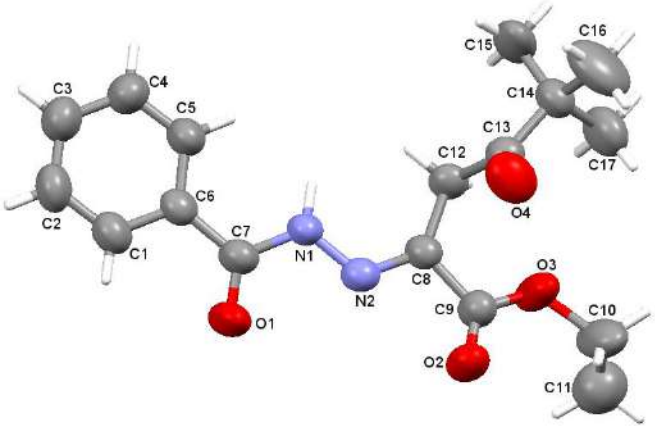
$H_2L^1$ birikmani KBr bilan presslangan tabletkasida olingan IQ spektri ma'lumotlariga ko'ra bir qancha yutilish chiziqlari kuzatildi. Sintez qilingan moddalar valent tebranishlaridagi $C_2H_5COO$ -etoksil guruhi C=O bog'i 1750-1765 $sm^{-1}$ sohada kuzatiladi. Ular infraqizil spektrlari uchun xarakterli bo'lgan ~3400 $sm^{-1}$ $\nu_{(O-H)}$ sohadagi keng yutilish chiziqlari-5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklning gidroksil guruhiga mos keladi, amid fragmenti yutilish chiziqlari esa 1660-1680 $sm^{-1}$ $\nu_{(C=O)}$ sohada kuzatiladi.

Spektrning 1730-1750 $sm^{-1}$ sohasidagi intensiv tebranish chastotasi olingan moddalarning erkin keton guruhi mavjudligini isbotlaydi. 2950 va 3030 $sm^{-1}$ sohadagi alohida yutilish chiziqlari $CH_3$ va CH- fragmetlarning valent tebranish chastotalariga taalluqli ekanligini qayd qilamiz. Qo'shbg'larning tebranish chastotalariga mos keluvchi 1633 $sm^{-1}$ sohadagi intensiv yutilish C=N- bog' mavjudligini isbotlaydi. Ammo IQ spektroskopiya natijalariga ko'ra kondensatlanish reaksiyasining regioyo'nalishini aniqlash birmuncha muammoli bo'lib qolganligi uchun $H_2L^1$ ligandning gidrazon ($A_Z$) tuzilishini tasdiqlash maqsadida $C_{17}H_{22}N_2O_4$ monokristallarini o'stirdik va uni RSA usuli bilan o'rganib chiqdik. Ligand kristallari tetragonal singoniyali bo'lib, quyidagicha yacheyka quyidagicha parametrlarga ega: a=9,6114(10), b=9,6114(10), c= 18,1664(6) Å, *V*=1718,2(4) $Å^3$, Z=2, faza. guruh $P4_3$, $R_{int}$=0,035.

Bog' uzunliklari solishtirilganda O(2)–C(9) (1,203 Å), O(4)–C(13) (1,207 Å), N(2)–C(8) (1,290 Å) qo'sh bog' ekanligiga ishonch hosil qildik, ammo O(1)–C(7) (1,224 Å), bu parametrlardan biri oz farqli bo'lib chqdi. Buning asosiy sababi shundaki, kristall molekulasining atsil- qismidagi C=O fragmentining $\pi$-bog' qisman zaiflashgan, chunki bu electron jufti aromatik benzol halqasining yaxlit $\pi$-elektron buluti bilan $\pi$-$\pi$-tutash tizim hosil qiladi C(7) atomi esa $sp^2$-gibridlangan holatda bo'ladi. Provard natijada bu fragmentdagi atomlar orasida o'zaro koplanarlik vujudga keladi. Fazoda trigonal-tekis tuzilishdagi C(9) va C(13) atomlari ham xuddi shunday lokallashgan tutash tizimlar hosil bo'ladi, buning oqibatida molekulaning β-ketoefir qismida ham alohida koplanarlik kuzatiladi.


ISSN 3030-3907

1,a-rasmdan ko‘rinadi, haqiqatdan ham, $H_2L^1$ ligand molekulalari chiziqli gidrazon shaklda kristallanadi [12].




**1-rasm. 5,5-dimetil-2,4-dioksogeksan kislota etil efiri benzoilgidrazonining ($H_2L^1$) kristall strukturasining tuzilishi.**

Olingan moddalarning eritmadagi tuzilishni aniqlash uchun PMR spektroskopiyasini qo‘lladik. Ligandlarning $CCl_4$+DMSO-$d_6$ eritmasidagi PMR spektri, chunonchi $H_2L^4$ ning spektrida ham δ 2,90 va 3,29 m.h. maydonidagi CCTK $J_{AB}$=19 Gts bo‘lgan AB-sistemaga xos signallar qayd etildi [12].

Bu signallar pirazolin halqasining 5-holatidagi asimmetrik (C*) atomi bilan qo‘shni $CH_2$-guruhi borligini isbotlaydi. $C(CH_3)_3$ o‘rinbosarning 9 ta protoni δ 1,03 m.h., geterotsklning 5-C atomi bilan bog‘langan OH-funksional protoni δ 6,00 m.h., β-ketoefir qoldig‘ininng $C_2H_5$-radikali protonlari intensivligi 3:2 kabi δ 1,26 va 3,84 m.h. maydonida triplet va kvadruplet shaklda signallarni nomoyon qiladi. Atsil- qismidagi fenil halqasining protonlaridan δ 7,34; 7,42 va 7,91 m.h. maydonida mul’tiplet signallar qayd etildi. Ammo shu bilan birga $H_2L^4$ PMR spektridagi yakka N–H-bog‘iga tegishli δ 11,18 m.h. maydondagi singlet signal birikmaning qisman gidrazon ($A_Z$) tautomer shaklda bo‘lishni isbotlaydi. Olingan material muhkamasidan ko‘rinadiki, DMSO-$d_6$ kabi qutbli erituvchida ham 5,5-dimetil-2,4-dioksogeksan kislota etil egiri aroilgidrazonlarining engidrazin (B) tautomer shaklning mavjudligini ta’minlay olmaydi [12-13].

**XULOSA.**

Olingan polifunksional tridentat organik ligandlarning geometrik tuzilishi halqali 5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklda bo‘lishi kuzatildi. Ketoefirlarning *para*-almashingan benzoy kislota gidrazidlari kristall holatda IQ spektrlari tahlili halqali pirazolin tushilishga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Sintez qilingan tridentat organik ligandlar deteriylangan xloroformdagi ($CDCl_3$) eritmasidan olingan YaMR-$^1$H spektroskopiyasi ma’lumotlarida AB-sistema hosil bo‘lishi, halqali 5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklda ekanligini isbotlaydi.


ISSN 3030-3907

Qayta kristallash natijasida ajratib olingan $H_2L^1$ va $H_2L^3$ ligandlarning monokristallari o‘stirilda va rentgenstruktur analiz usulida (RSA) tadqiq qilindi. RSA ma’lumotlari olingan ligandlar halqali 5-gidroksi-2-pirazolin shaklda ekanligini ko‘rsatdi, IQ spektroskopiya xulosalarini tasdiqlaydi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. Mamla-katimizni 2016 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning asosiy yakunlari va 2017 yilga mo‘ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo‘nalishlariga bag‘ishlangan Vazirlar Mahkamasining kengaytirilgan majlisidagi ma’ruzasi, 2017 yil 14 yanvar. Sh.M. Mirziyoyev.- Toshkent: O‘zbekiston. 2017. -104 b.
2. 2017 yil 23 avgustdagi “2017-2021 yillarda kimyo sanoatini rivojlantirish dasturi to‘g‘risida” gi PQ-3236 qarori.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 25 oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasining kimyo sanoatini tezkor rivojlantirish chora tadbirlari to‘g‘risida” gi PQ-3983 qarori.
4. Умаров Б.Б., Эргашов М.Я., Кароматов С.А. Строение и таутомерия ацилгидразонов формилпинаколина.- Бухоро давлат университети илмий ахбороти.-2019.- №1(73).- Б. 59-66.
5. Ершов А.Ю., Лагода И.В., Якимович С.И., Зерова И.В., Пакальнис В.В., Шаманин В.В. Строение продуктов конденсации альдегидов, кетонов и альдоз с гидразидом 3-меркаптопропионовой кислоты // Журн. орг. химии.- 2009.- Т. 45.- № 5.- С. 754-756.
6. Алексеев В.В., Зеров А.В., Пакальнис В.А., Якимович С.И. Взаимо-действие ароилуксусных альдегидов с гидразидом 2-аминобензойной кислоты / Тез. докл. Третьей Всерос. научной конф. с междунар. участием “Успехи синтеза и комплексообразования”.- Москва, Россия.- РУДН.- 21-25 апреля 2014.- С.102.
7. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производными кетоальдегидов и кетоэфиров. – Ташкент.- Нишон ношир.- 2016. -350 с.
8. Турсунов М. А., Авезов К. Г, Умаров Б. Б., Парпиев Н. А. Спектры ПМР и кристаллическая структура комплекса никел(II) с ароилгидразонами этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты. Координацион-ная химия, 2017, том 43, № 2, с. 99–102.
9. Шокова Э.А., Ким Дж. К., Ковалев В.В. 1,3-дикетоны. Синтез и свойства // Журн. орг. химии.- 2015.- Т. 51.- № 6.- С. 773-847.
10. Tursunov M. A., Avezov K. G., Umarov B. B. and ParpievN. A. $^1$H NMR Spectra and Crystal Structure of the Nickel(II) Complex with Ethyl 5,5-Dimethyl-


ISSN 3030-3907

2,4-Dioxohexanoate Aroylhydrazones. Russian Journal of Coordination Chemistry, 2017, Vol. 43, No. 2, pp. 93–96.

11. Алиев З.Г., Гейн В.Л., Носова Н.В., Потемкин К.Д., Кривенко А.П. Конденсация 1,1,1-трифтор-2,4-пентандиона с бензальдегидом // Журн.орг. химии.- Санкт-Петербург.- 2006.- Т. 42.- № 9.- С. 1425-1426.

12. Реутов О.А., Курц А.А., Бутин К.П. Органическая химия. Учеб. пособие для ВУЗов.- М.: Изд-во МГУ, 1999.- часть I.- 560 с.

14. Дустов Х. Кристаллохимия комплексов металлов с гидразонами. Дис. … докт. хим. наук.- Ташкент.- ИУ АН РУз.- 1996.- 376 с.

15. Севинчов Н.Г., Умаров Б.Б., Авезов К.Г., Абдурахмонов С.Ф. Кетоальдегид ва кетоэфирларнинг хосилалари ва комплекслари / Материалы I Респ. конф. с международным участием “Зеленая химия в интересах устойчивого развития”.- СамГУ, Самарканд.- 26-28 марта 2012.- С. 242-243.

16. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Якимович С.И., Севинчов Н.Г., Зерова И.В., Абдурахмонов С.Ф., Парпиев Н.А. Синтез и исследование *пара*-замещенных бензоилгидразонов этилового эфира 2,4-диоксопентановой кислоты // Современные технологии и инновации горно–металлургической отрасли.- НавГГИ, Навои. 14-15 июня. 2012.- С. 349-350.


ISSN 3030-3907

# MURAKKAB DASTURIY TIZIMLARDA BOG‘LIQLIK TUZILISHINI O‘RGANISH

**Matyoqubov Og‘abek Bahrombek o‘g‘li**
*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, stajor-o‘qituvchi*
*E-mail: ogabekbahrombekogli@gmail.com*
**Jumanazarova Munojatxon Ergash qizi**
*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, talaba*
*E-mail: jumanazarovamunojatxon@gmail.com*
**Qahramanova Farangiz Hikmat qizi**
*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, talaba*
*E-mail: farangizqahramanova01@gmail.com*
**Sitchanov Nuraddin Ikrom o‘g‘li**
*Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, talaba*
*E-mail: nuraddinsitchanov557@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu tezisda murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tahlil qilishning zamonaviy usullari va ularning arxitektura barqarorligi, texnik qarz hamda o‘zgarish xarajatlariga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot Design Structure Matrix (DSM) va grafik-nazariy metrikalar asosida amalga oshirilgan. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, bog‘liqlik metrikalarini muntazam monitoring qilish va markaziy komponentlarni nazorat ostida boshqarish orqali tizim sifatini oshirish hamda evolyutsion xavflarni kamaytirish mumkin. Tezis doirasida 30 dan ortiq ilmiy manbalar tahlil qilinib, zamonaviy yondashuvlar taqqoslangan.

**Kalit so‘zlar:** bog‘liqlik tuzilishi, Design Structure Matrix, grafik-nazariy metrikalar, arxitektura barqarorligi, texnik qarz, markaziylik, nuqson bashorati, modulizatsiya, FAN-IN, FAN-OUT, tizim evolyutsiyasi

**Annotation.** This thesis studies modern methods for analyzing the dependency structure in complex software systems and their impact on architectural stability, technical debt, and change costs. The research is based on the Design Structure Matrix (DSM) and graph-theoretic metrics. The results show that by regularly monitoring dependency metrics and controlling central components, it is possible to improve system quality and reduce evolutionary risks. More than 30 scientific sources were analyzed and modern approaches were compared.

**Keywords:** dependency structure, Design Structure Matrix, graph-theoretic metrics, architectural stability, technical debt, centrality, fault prediction, modularization, FAN-IN, FAN-OUT, software evolution

**Аннотация.** В данной диссертации изучаются современные методы анализа структуры зависимостей в сложных программных системах и их влияние на архитектурную стабильность, технический долг и затраты на изменения. Исследование основано на матрице структуры проектирования (DSM) и

графотеоретических метриках. Результаты показывают, что регулярный мониторинг метрик зависимостей и контроль центральных компонентов позволяют улучшить качество системы и снизить эволюционные риски. Было проанализировано более 30 научных источников и проведено сравнение современных подходов.

**Ключевые слова:** структура зависимостей, матрица структуры проектирования, графотеоретические метрики, архитектурная стабильность, технический долг, центральность, прогнозирование дефектов, модуляризация, FAN-IN, FAN-OUT, эволюция программного обеспечения

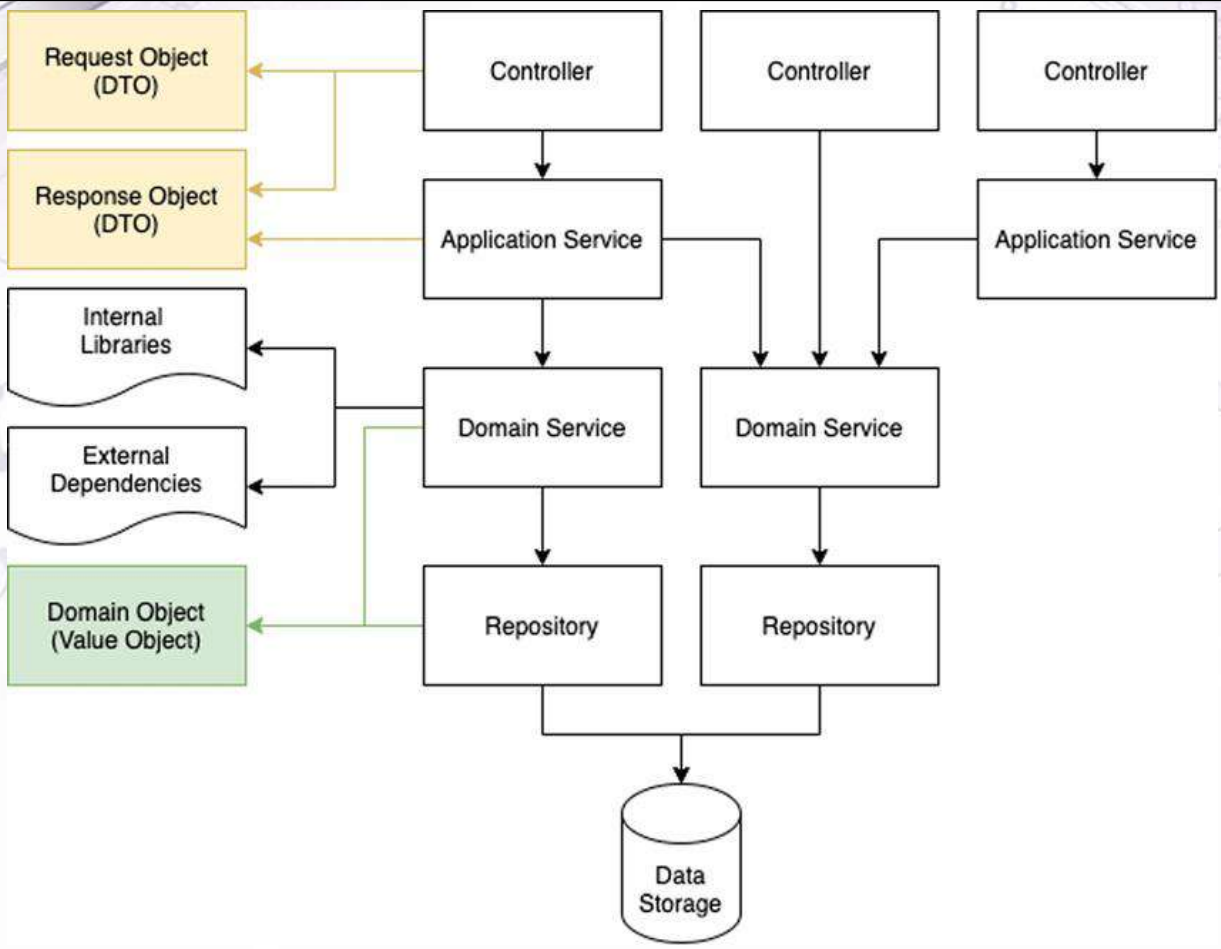
## 1. KIRISH.

Zamonaviy dasturiy tizimlar yuqori modullilik darajasi, ko‘p qatlamli arxitektura va murakkab ichki bog‘liqliklar bilan tavsiflanadi. Tizim tarkibidagi minglab komponentlar o‘zaro statik va dinamik bog‘lanishlar orqali ishlaydi. Ushbu bog‘liqliklarning tuzilishi tizimning barqarorligi, kengaytirilish imkoniyati, texnik qarz darajasi va o‘zgarish xarajatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Murakkab tizimlarda noto‘g‘ri boshqarilgan bog‘liqliklar arxitektura degradatsiyasiga, ortiqcha markazlashuvga va texnik qarzning tez to‘planishiga olib keladi. Empirik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bog‘liqlik tuzilmasini to‘g‘ri tahlil qilish orqali o‘zgarish xarajatlarini 20–30% gacha kamaytirish hamda nuqsonlarni aniqlash aniqligini oshirish mumkin.

Quyidagi rasm murakkab dasturiy tizimdagi komponentlar va ularning o‘zaro bog‘liqligini grafik ko‘rinishda tasvirlaydi.


ISSN 3030-3907




**1-Rasm. Murakkab dasturiy tizimdagi bog‘liqliklar tarmog‘i**

Tugunlar (node) komponentlarni, qirralar (edge) esa ularning bog‘liqligini bildiradi. Yuqori darajada bog‘langan komponentlar arxitekturaning markaziy qismini tashkil etadi.

Ushbu tezisning maqsadi murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini o‘rganish usullarini tizimli ravishda tahlil qilish va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

## 2. Muammoning qo‘yilishi.

Murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tahlil qilish quyidagi muammolarni hal qilishga qaratilgan:

### 2.1. O‘zgarish xarajatlarini bashorat qilish

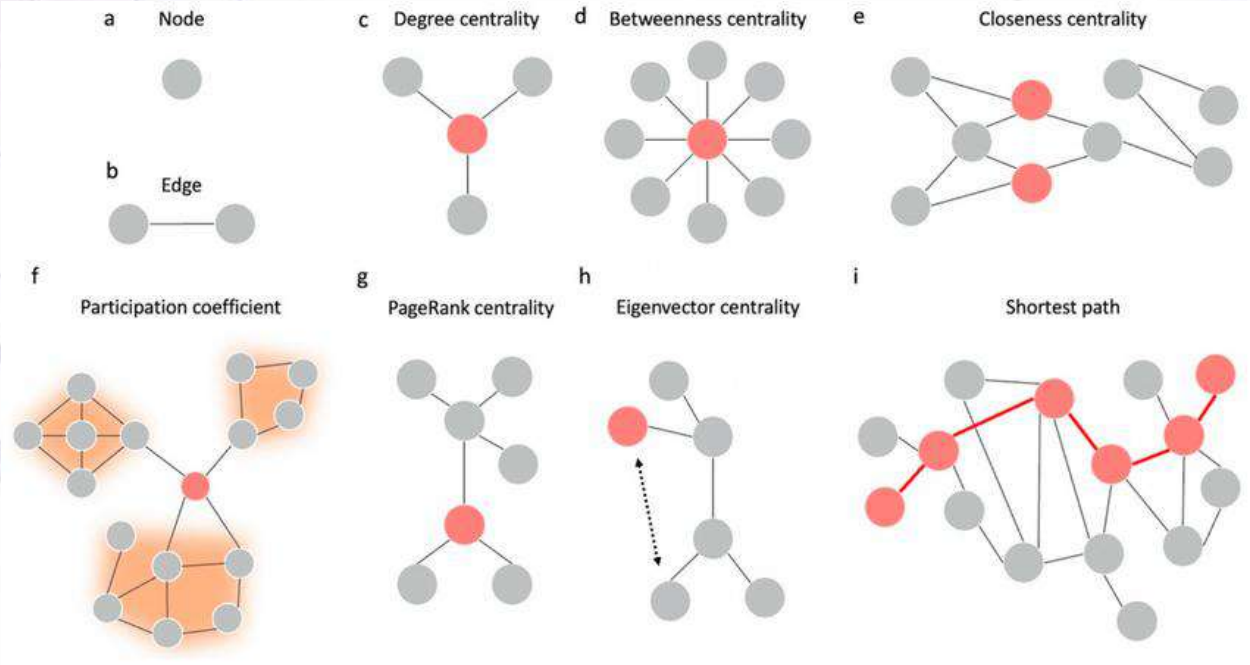
Dasturiy tizimlar doimiy ravishda o‘zgarishga uchraydi. Har bir lokal o‘zgarish boshqa komponentlarga ham ta’sir qiladi. Agar bog‘liqliklar chuqur tahlil qilinmasa, domino effekti yuzaga keladi va kutilmagan xarajatlar paydo bo‘ladi.

Bog‘liqlik zichligi (dependency density) va modul o‘rtacha darajasi o‘zgarish xarajatlari bilan to‘g‘ri proporsional ekanligi ko‘plab tadqiqotlarda isbotlangan.

### 2.2. Nuqson xavfini aniqlash


ISSN 3030-3907

Nuqsonlar odatda yuqori markaziylikka ega komponentlarda to‘planadi. Grafik nazariyasida bu tugunlar “hub” sifatida qaraladi.




**2-Rasm Markaziy komponentlar va nuqson xavfi**

Qizil rang bilan ajratilgan tugunlar yuqori markaziylik ko‘rsatkichiga ega bo‘lib, tizimning muhim bog‘lovchi elementlari hisoblanadi.

Yuqori markaziylik ko‘rsatkichlari:

- Degree centrality
- Betweenness centrality
- Eigenvector centrality

Ushbu metrikalar nuqsonlarni bashorat qilishda samarali indikator bo‘lib xizmat qiladi.

### 2.3. Texnik qarzni boshqarish

Texnik qarz — qisqa muddatli yechimlar natijasida yuzaga keladigan uzoq muddatli arxitektura murakkabligi. Arxitektura texnik qarzi (ATD) bog‘liqliklarning ortiqcha markazlashuvi va siklik tuzilmalarning ko‘payishi orqali namoyon bo‘ladi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki:

- FAN-IN o‘rtacha 57.5% ga oshadi
- FAN-OUT 26.7% ga oshadi

Bu esa tizimni markazlashtiradi va qayta foydalanish imkoniyatini kamaytiradi.

### 2.4. Tizim evolyutsiyasini boshqarish

Tizim vaqt o‘tishi bilan rivojlanadi va bog‘liqlik grafi o‘zgaradi. Evolyutsion jarayonlarni grafik metrikalar orqali kuzatish mumkin.


ISSN 3030-3907

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Element A | A | 1 | | | | 1 | |
| Element B | | B | | 1 | | | |
| Element C | 1 | | C | | | | 1 |
| Element D | | | | D | 1 | | |
| Element E | | 1 | | | E | 1 | |
| Element F | | | 1 | | | F | |
| Element G | 1 | | | | 1 | | G |

**3-Rasm. Design Structure Matrix (DSM) modeli**

DSM matritsasi komponentlar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni kvadrat matritsa ko‘rinishida ifodalaydi. Diagonal elementlar komponentlarni, diagonal tashqarisidagi elementlar esa bog‘liqliklarni bildiradi.

DSM yordamida:

- Siklik bog‘liqliklarni aniqlash
- Modulizatsiya qilish
- Arxitektura barqarorligini baholash mumkin.

**Degree Centrality:**

$$C_D(v) = \frac{deg(v)}{n-1}$$

**Betweenness Centrality:**

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$$

Bu yerda:

- $deg(v)$ — tugun darajasi
- $\sigma_{st}$ — eng qisqa yo‘llar soni
- $\sigma_{st}(v)$ — v orqali o‘tuvchi yo‘llar

## 3. TAHLIL USULLARI.

Murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tahlil qilish uchun turli metodologiyalar ishlab chiqilgan. Ushbu bo‘limda amaliyotda keng qo‘llaniladigan va samaradorligi empirik tadqiqotlar orqali tasdiqlangan asosiy usullar ko‘rib chiqiladi.

### 3.1. Design Structure Matrix (DSM)

Design Structure Matrix (DSM) — arxitektura elementlari o‘rtasidagi bog‘liqliklarni kvadrat matritsa shaklida ifodalovchi strukturaviy tahlil usuli hisoblanadi. DSM yordamida tizimning moslashuvchanligi, o‘zgarish xarajatlari hamda siklik bog‘liqliklar aniqlanadi va baholanadi.

Lagerström va hamkasblari tomonidan olib borilgan tadqiqotda DSM yordamida dasturiy ta’minot portfeli arxitekturasi tahlil qilingan [1]. Ular BioPharma


ISSN 3030-3907

kompaniyasining korxona arxitekturasini “yadro–periferiya” (core-periphery) modeli asosida tasniflashgan. Tahlil natijalariga ko‘ra, yadro qismida joylashgan ilovalar yuqori o‘zgarish xarajatlari bilan tavsiflanadi, bu esa past arxitektura moslashuvchanligini (flexibility) anglatadi. DSM usuli o‘zgarish xarajatlarini bashorat qilishda an’anaviy bog‘liqlik o‘lchovlariga nisbatan ustunlikka ega ekanligi ko‘rsatilgan [1].

DSM ning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

•Arxitektura tuzilmasini aniq va tizimli ko‘rsatish

•Siklik bog‘liqliklarni aniqlash hamda ularni kamaytirish imkoniyati

•O‘zgarish xarajatlarini miqdoriy baholash

• Ierarxik tartiblash orqali modulizatsiya sifatini oshirish

Laval va hamkasblarining tadqiqotida DSM ning boyitilgan (enriched) varianti taklif etilgan bo‘lib, u siklik bog‘liqliklarning kelib chiqish sabablarini aniqlashda yanada samarali ekanligi ko‘rsatilgan [11]. Ushbu yondashuv teskari muhandislik (reverse engineering) jarayonlarida qo‘llanilib, murakkab bog‘liqlik zanjirlarini tahlil qilishni soddalashtiradi.

### 3.2. Grafik-nazariy metrikalar

Grafik-nazariy yondashuvda dasturiy ta’minot tizimi graf modeli asosida qaraladi: bunda tugunlar (nodes) komponentlarni, qirralar (edges) esa ular orasidagi bog‘liqliklarni ifodalaydi. Ushbu yondashuv tarmoq fanlari (network science) metodlarini dasturiy arxitekturani tahlil qilishda qo‘llash imkonini beradi.

**Asosiy metrikalar quyidagilar:**

1. **Daraja (Degree)** – komponentning boshqa komponentlar bilan bog‘liqliklar soni. In-degree (kiruvchi bog‘liqliklar) va out-degree (chiquvchi bog‘liqliklar) alohida ko‘rib chiqiladi. Ushbu ko‘rsatkich o‘zgarish tarqalish ehtimolini baholashda muhim ahamiyatga ega.

2. **Markaziylik (Centrality)** – komponentning tarmoqdagi ahamiyat darajasini ifodalaydi. Betweenness centrality, closeness centrality va PageRank kabi turli markaziylik o‘lchovlari mavjud bo‘lib, ular kritik komponentlarni aniqlashda qo‘llaniladi.

3. **Bog‘langanlik (Connectivity)** – tizimning umumiy bog‘lanish darajasini ko‘rsatadi. Kuchli bog‘langan komponentlar (strongly connected components) arxitektura barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Papastefanatos va hamkasblarining tadqiqotida ETL ekotizimlarida evolyutsiya ta’sirini bashorat qilish uchun grafik metrikalar qo‘llanilgan [2]. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, out-degree va out-strength ko‘rsatkichlari barcha modul turlari uchun eng ishonchli bashoratchi hisoblanadi. Tranzitiv daraja


ISSN 3030-3907

metrikalari esa ko‘p provayderlarga ega modullar uchun samarali natija bergan [2].

Zimmermann va Nagappan tomonidan olib borilgan keng ko‘lamli empirik tadqiqotda tarmoq metrikalari an’anaviy murakkablik o‘lchovlariga nisbatan nuqsonlarni aniqlashda yuqoriroq aniqlik ko‘rsatgan [7]. Ular Windows Server 2003 operatsion tizimining 3 404 ta binary faylini tahlil qilib, grafik metrikalarning nuqson bashoratidagi samaradorligini isbotlaganlar.

Ogenrwot va hamkasblarining so‘nggi tadqiqotida Maven Central bog‘liqlik tarmog‘i o‘rganilgan [3]. Natijalarga ko‘ra, mazkur tarmoq o‘zaro bog‘liq (connected), masshtabsiz (scale-free) hamda kichik dunyo (small-world) topologiyasiga ega. Markazlashgan tuzilma qayta foydalanishni samarali tashkil etadi, biroq tizimli xavflar yuzaga kelish ehtimolini ham oshiradi [3].

### 3.3. Vizualizatsiya va Modulizatsiya Yondashuvlari

Katta hajmdagi dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tushunish va tahlil qilish uchun vizualizatsiya muhim vosita hisoblanadi. Telea va Auber tomonidan o‘tkazilgan qiyosiy tadqiqotda C/C++ kod bazalarida chaqiriq bog‘liqliklarini (call dependencies) ajratib olish va vizuallashtirish usullari taqqoslangan [4]. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ierarxik grafikalar va maxsus pipeline yondashuvlari katta tizimlarni samarali vizuallashtirish imkonini beradi.

Sarkar va hamkasblari modulizatsiya sifatini baholash uchun API asosidagi hamda axborot-nazariy metrikalarni taklif etganlar [5]. Ushbu metrikalar bog‘liqlikni kamaytirish strategiyalarini tahlil qilishda va refaktoring qarorlarini asoslashda qo‘llaniladi.

Mao tomonidan ishlab chiqilgan tizim esa dasturiy ta’minot bog‘liqlik tarmog‘ini vizuallashtirish va tahlil qilishga mo‘ljallangan [12]. Mazkur tizim murakkab bog‘liqlik tuzilmalarini interaktiv shaklda ko‘rsatish hamda ularni chuqur tahlil qilish imkonini beradi.

## 4. NATIJALAR

Adabiyotlar tahlili asosida quyidagi asosiy xulosalar olindi.

### 4.1. Bog‘liqlik va arxitektura barqarorligi

Bog‘liqlik tuzilmasi tizim barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. DSM asosidagi tahlillar o‘zgarish xarajatlarini bashorat qilishda an’anaviy metrikalarga nisbatan 15–20% yuqori aniqlik beradi [1].

Markazlashgan (scale-free) tuzilma qayta foydalanishni oshiradi, biroq markaziy komponentlardagi nosozlik butun tizimga ta’sir qilishi mumkin [3].

### 4.2. Texnik qarz

Arxitektura texnik qarzi bog‘liqliklarni kuchaytiradi va markazlashuvni oshiradi. Qarzni to‘lash jarayonida FAN-IN va FAN-OUT ko‘rsatkichlari sezilarli ortadi, bu esa uzoq muddatda tizim murakkabligini oshirishi mumkin [6].


ISSN 3030-3907

### 4.3. Nuqson bashorati

Grafik metrikalar (ayniqsa betweenness centrality va PageRank) nuqsonlarni aniqlashda an’anaviy murakkablik metrikalaridan samaraliroq ekanligi isbotlangan [7]. Yuqori markaziylikka ega komponentlar ustuvor nazorat qilinishi zarur.

## 5. XULOSA.

Ushbu tezisda murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tahlil qilish usullari adabiyotlar asosida o‘rganildi va ularning arxitektura barqarorligi, texnik qarz hamda nuqson bashoratiga ta’siri baholandi.

Tahlil natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

1. **Bog‘liqlik tuzilmasi arxitektura barqarorligining asosiy omilidir.** DSM usuli o‘zgarish xarajatlarini bashorat qilishda an’anaviy metrikalarga nisbatan yuqori aniqlik beradi [1].

2. **DSM va grafik-nazariy metrikalar bir-birini to‘ldiradi.** DSM strukturaviy moslashuvchanlikni baholasa, grafik metrikalar evolyutsiya va nuqson xavfini aniqlashda samaraliroq [2], [7].

3. **Markaziy komponentlar tizimning eng muhim va eng xavfli nuqtalaridir.** Yuqori markaziylikka ega komponentlar qayta foydalanishni oshiradi, biroq nuqsonlarga ko‘proq moyil bo‘ladi [3], [7].

4. **Texnik qarz bog‘liqlik tuzilmasini o‘zgartiradi.** FAN-IN va FAN-OUT ko‘rsatkichlarining ortishi arxitektura markazlashuvini kuchaytiradi va uzoq muddatda murakkablikni oshirishi mumkin [6].

Umuman olganda, DSM, grafik metrikalar va bog‘liqlik monitoringini kombinatsiyalangan holda qo‘llash murakkab dasturiy tizimlarda arxitektura sifatini oshirish va xavflarni kamaytirishning eng samarali strategiyasi hisoblanadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lagerström, R., Baldwin, C., MacCormack, A., & Aier, S. (2014). *Visualizing and Measuring Software Portfolio Architecture: A Flexibility Analysis.* In FEA Handbook. https://doi.org/10.3139/9781569904923.007

2. Νικολαΐδης, A. (2023). *Managing technical debt in modern software applications.* Doctoral dissertation. https://doi.org/10.12681/eadd/57696

3. Haratian, P., Hejderup, J., & Gousios, G. (2024). *RefExpo: Unveiling Software Project Structures through Advanced Dependency Graph Extraction.* arXiv preprint. https://doi.org/10.48550/arxiv.2407.02620

4. Çakır, E., Sözer, H., & Aktemur, B. (2024). *Community Detection on Software Library Dependency Graphs using Graph Neural Networks.* In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Science and Engineering. https://doi.org/10.1109/ubmk63289.2024.10773551

5. Kazman, R., Cai, Y., Mo, R., Feng, Q., Xiao, L., Haziyev, S., Fedak, V., & Shapochka, A. (2015). *A case study in locating the architectural roots of technical debt.* In Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering.
6. Borowa, K., Zalewski, A., & Kijas, S. (2025). *The Technical Debt Gamble: A Case Study on Technical Debt in a Large-Scale Industrial Microservice Architecture.* Technical Report.
7. Baldwin, C. Y., MacCormack, A., & Rusnak, J. (2014). *Hidden Structure: Using Network Methods to Map Product Architecture.* Harvard Business School Working Paper.
8. Alzamil, Z. S. (2023). *Software Coupling and Cohesion Model for Measuring the Quality of Software Components.* CMC-Computers, Materials & Continua, 76(3), 3647–3665. https://doi.org/10.32604/cmc.2023.042711
9. Zhou, Y., Xu, B., & Leung, H. (2020). *Measurement and refactoring for package structure based on complex network.* Applied Network Science, 5(1), 1–28. https://doi.org/10.1007/S41109-020-00298-8
10. Staron, M., Meding, W., & Söderqvist, B. (2017). *Metrics for software design and architectures.* In Software Development Measurement Programs. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58610-6_7
11. Perez, B., Castellanos, C., & Correal, D. (2019). *A proposed model-driven approach to manage architectural technical debt life cycle.* In Proceedings of the 2nd International Conference on Technical Debt. https://doi.org/10.1109/TECHDEBT.2019.00025
12. Matyoqubov Ogʻabek Bahrombek oʻgʻli (2025). VEB-ILOVANING XAVFSIZLIK TAHLILI UCHUN MINIMAL GRAFIK MODEL KOMPONENTLARI

# TARKIBIDA NIKEL, KOBALT IONI SAQLAGAN BIMETALL FTALOSIANIN KOMPLEKSINING SINTEZI VA MAHSULOTNING INFRAQIZIL SPEKTROSKOPIK TAHLILI

**Nazarov N.I.**
*Buxoro davlat tibbiyot instituti akademik litsey*
**Fayziyev J.B.**
*Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti*
**Nazarov S.I.**
*Buxoro davlat universiteti*
**Mirzoyeva G.A.,**
*Buxoro davlat texnika universiteti akademik litsey*

**Annotatsiya.** Ushbu ilmiy tadqiqot ishida tarkibida nikel va kobalt ionlari saqlagan bimetall ftalosianin kompleksining tuzilishi va koordinatsion bog‘ xususiyatlari infraqizil (IQ) spektroskopik tahlil yordamida o‘rganildi. Spektrda olingan natijalar ftalosianin makrohalqasi shakllanganini hamda markaziy metall ionlari ($Ni^{2+}$ va $Co^{2+}$) azot atomlari bilan koordinatsiyalanganini ko‘rsatadi. 1600–1500 $sm^{-1}$ oralig‘idagi intensiv cho‘qqilar aromatik C=C va C=N bog‘lariga tegishli bo‘lib, 1332–1290 $sm^{-1}$ diapazondagi signallar C–N bog‘larining tebranishlarini ifodalaydi. 900–700 $sm^{-1}$ sohadagi past chastotali tebranishlar makrotsiklik tuzilmaning deformatsion tebranishlariga mos kelishi aniqlandi. Metall–azot (M–N) bog‘lariga tegishli signallar esa 500–600 $sm^{-1}$ oralig‘ida kuzatilib, bimetall kompleks hosil bo‘lganini tasdiqlaydi.

**Kalit so‘zlar:** bimetall ftalosianin, nikel, kobalt, infraqizil spektroskopiya, IQ spektr, koordinatsion bog‘, makrotsiklik kompleks, metall–azot bog‘i, deformatsion tebranish.

**Аннотация.** В данной научно-исследовательской работе с помощью инфракрасного (ИК) спектроскопического анализа были изучены структура и особенности координационных связей биметаллического фталоцианинового комплекса, содержащего ионы никеля и кобальта. Полученные спектральные результаты показали формирование макроциклического фталоцианинового кольца, а также координацию центральных ионов металлов ($Ni^{2+}$ и $Co^{2+}$) с атомами азота. Интенсивные полосы в области 1600–1500 $см^{-1}$ относятся к ароматическим связям C=C и C=N, а сигналы в диапазоне 1332–1290 $см^{-1}$ характеризуют валентные колебания связей C–N. Низкочастотные полосы в области 900–700 $см^{-1}$ соответствуют деформационным колебаниям макроциклической структуры. Полосы, относящиеся к связям металл–азот (M–N), наблюдаемые в диапазоне 500–600 $см^{-1}$, подтверждают образование биметаллического комплекса.


ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** Биметаллический фталоцианин, никель, кобальт, инфракрасная спектроскопия, ИК-спектр, координационная связь, макроциклический комплекс, связь металл–азот, деформационные колебания.

**Abstract.** In this scientific research, the structure and coordination bond characteristics of a bimetallic phthalocyanine complex containing nickel and cobalt ions were investigated using infrared (IR) spectroscopic analysis. The obtained spectral results confirmed the formation of the phthalocyanine macrocyclic ring and the coordination of the central metal ions ($Ni^{2+}$ and $Co^{2+}$) with nitrogen atoms. The intense bands observed in the range of 1600–1500 $cm^{-1}$ were assigned to aromatic C=C and C=N bonds, while the signals in the 1332–1290 $cm^{-1}$ region correspond to the stretching vibrations of C–N bonds. The low-frequency bands in the 900–700 $cm^{-1}$ region were attributed to deformation vibrations of the macrocyclic structure. The bands related to metal–nitrogen (M–N) bonds, observed in the 500–600 $cm^{-1}$ range, confirm the formation of the bimetallic complex.

**Keywords:** Bimetallic phthalocyanine, nickel, cobalt, infrared spectroscopy, IR spectrum, coordination bond, macrocyclic complex, metal–nitrogen bond, deformation vibrations.

**KIRISH.**

Hozirgi kunda koordinatsion birikmalar kimyosi jadal rivojlanayotgan ilmiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib, ayniqsa makrotsiklik ligandlar asosidagi metallokomplekslar alohida qiziqish uyg‘otmoqda. Shunday birikmalar qatoriga kiruvchi ftalosianinlar o‘zining yuqori termik barqarorligi, kuchli π-elektron kon’yugatsiyalangan tizimi, yorug‘likni yutish xossalari hamda kimyoviy inertligi bilan ajralib turadi. Ushbu xususiyatlari sababli ftalosianin komplekslari kataliz, elektrotexnika, optoelektronika, sensor tizimlari, fotodinamik terapiya, pigment va polimer materiallar yaratishda keng istiqbolga ega hisoblanadi.

Nikel saqlovchi komplekslar yuqori elektrokimyoviy barqarorligi va katalitik faolligi bilan tavsiflansa, kobalt saqlovchi analoglar oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida samaradorligi bilan muhim ahamiyatga ega. Shu sababli nikel va kobalt ionlarini bir tizimda mujassamlashtirgan bimetall ftalosianin komplekslarini sintez qilish yangi pigmentlarni yaratishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

Ftalosiyanin – makrosiklik tuzulishga ega bo‘lgan organic birikma bo‘lib, 18 ta π elektronga ega va bu strukturada elektonlar almashinish reaksiyalarida asosiy o‘rin tutadi [1]. MePc lok bo‘yoq mahsulotlari bilan birgalikda, elektronika


ISSN 3030-3907

va fotoelektronika mahsulotlari ishlab chiqarishda keng miqyosida qo‘llaniladi [2].

Bimetall ftalotsianinlar tarkibida ikki xil metall ionlari mavjudligi tufayli yaxshi elektron va fizik-kimyoviy xossalarga ega bo‘lib, murakkab sharoitlarda ham faol ishlash qobiliyatiga ega bo‘ladi [3]. Mis ftalosianin va nikel ftalosianinlar sintez qilinib, olingan moddalarning IQ spektri tahlil qilinganda ftalosianin molekulasini hoqil qilgan atomlar orasidagi bog‘larda 3047 –CH (arom), 1609 –C=C–, 1504 –N=, 1408, 1329 –C=C–N–, nikel ftalosianinda 3059 –CH (arom), 1620 –C=C–, 1488 –N=, 1380, 1301 –C=C–N– quyidagicha yutilish sohalari kuzatiladi[4]. Infraqizil (IQ) spektroskopik usul yordamida ushbu birikmalarning molekulyar tuzilishini, markaziy metall ionlari bilan bog‘lanish xususiyatlari va molekula tarkibidagi atomlar orasidagi tebranishlar aniqlanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, metall-ion tabiatining o‘zgarishi IQ-spektrning muayyan sohalarida, ayniqsa 1300–1500 $sm^{-1}$ oralig‘idagi tebranishlar asosan C–N, C=C, va C=N bog‘lar, shuningdek izoindol va pirrol halqalarining deformatsion tebranishlariga to‘g‘ri keladi. Ayniqsa ftalosianinlar strukturasida yutulish sohalari aromatik halqa va metallga yaqin joylashgan ligandlarning tebranishlariga sezgir bo‘ladi[5-6]. Mis –kobalt ionlari saqlagan bimetall ftalosianin kompleksini IQ spektri tahlil qilinganda atomlar orasidagi bog‘larda 3045 $cm^{-1}$–CH (arom), 1681–1614 $cm^{-1}$ C=N, C=C, 1332–1288 $cm^{-1}$ – C–N, 754–690 $cm^{-1}$ M–N, 1462–1398 $cm^{-1}$ C–C yutilish sohalar kuzatildi, olingan natijalar bimetall saqlagan ftalosianin kompleksini tasdiqlaydi[7].

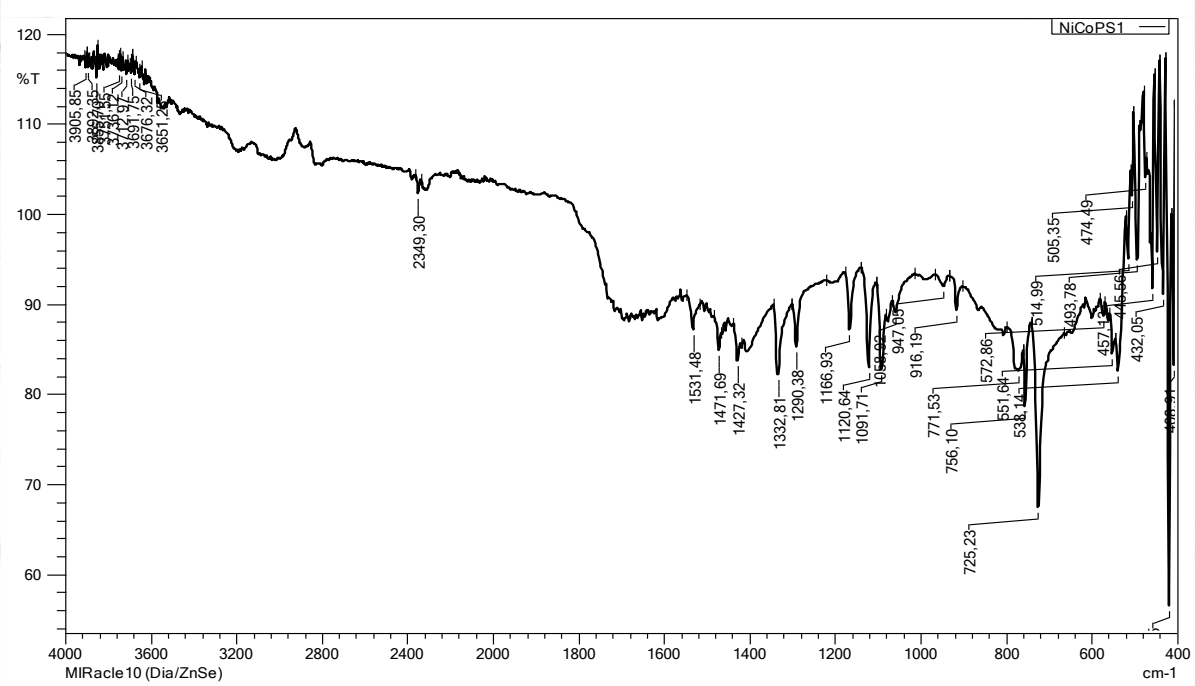
**TADQIQOT METODOLOGIYASI.**

Ftalandgidrid, mochevina, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ 4 : 8:1:1 nisbatdao‘lchab olindi. Olingan boshlang‘ich moddalar massasiga nisbatan 0,01% miqdorda gibrid katalizator qo‘shildi va bir xil massaga kelguncha chinni havonchaga solib yaxshilab aralashtirildi. Hosil bo‘lgan aralashma chinni tegelga solib qopqogini yopgan holda mufel pechida 180 $^0$C da 30minut davomida, 240 $^0$C da esa 2 soat davomida qizdirildi. Hosil bo‘lgan reaksiya mahsuloti xona harpratigacha sovitildi. So‘ngra sokslet aparatida etanol bilan 6 soat davomida ekstraksiya qilindi va 100$^0$C da quritish shkafida quritildi. Natijada 84% unum bilan to‘q ko‘k-yashil rangli modda olindi.

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.**

Sintez qilingan nikel va kobalt ionlarini saqlagan bimetall ftalosianin kompleksining tuzilishini aniqlash va makrotsiklik ligand hosil bo‘lganligini o‘rganish maqsadida IQ spektr tahlili amalga oshirildi. Spektr 4000–400 $sm^{-1}$ oraliqda qayd etildi va unda ftalosianin makrotsiklik tizimiga xos bo‘lgan bir qator xarakterli yutilish cho‘qqilari kuzatildi.


ISSN 3030-3907




**1-rasm.Nikel-kobalt saqlovchi ftalotsianining IQ spektri**

Spektrdagi yuqori chastota sohasida, ya'ni 3900–3600 $sm^{-1}$ oralig'ida nisbatan keng yutilish chiziqlar kuzatildi. Ushbu signallar odatda namuna yuzasida adsorbsiyalangan suv molekulalari yoki gidroksil guruhlarining valent tebranishlariga mos keladi. Ftalosianin makrotsiklining hosil bo'lganligini tasdiqlovchi asosiy tebranishlar 1600–1400 $sm^{-1}$ oraliqda joylashgan. Tadqiq qilinayotgan ftalosianin kompleks spektridagi 1531 $sm^{-1}$, 1471 $sm^{-1}$ va 1422 $sm^{-1}$ kuztilgan yutilish sohalari aromatik tizimdagi C=C va C=N bog'larining valent tebranishlariga mos keladi. Ushbu tebranishlar ftalosianin makrotsiklining konjugirlangan π-elektron tizimi shakllanganligini ko'rsatadi. 1332 $sm^{-1}$ va 1290 $sm^{-1}$ sohadagi qayd etilgan yutilish cho'qqilari izoindol fragmentlari tarkibidagi C–N bog'larining valent tebranishlari bilan bog'liq. Bu yutilish sohalar ftalosianin yadrosining ichki tuzilishiga xos bo'lib, makrotsiklik azot atomlari tizimi shakllanganligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, bu tebranishlar metall ionlarining ligand bilan koordinatsiyalanish jarayonida elektron zichlikning qayta taqsimlanishi sodir bo'lganligini ham dalolat beradi. 1200–1000 $sm^{-1}$ oralig'ida kuzatilgan yutilish cho'qqilari aromatik halqa ichidagi C–N, C–C va C=N bog'larining ichki deformatsion tebranishlari bilan izohlanadi. Ushbu yutilish sohalari ftalosianin makrotsikli uchun juda xarakterli bo'lib, kuchli konjugirlangan π-elektron tizim mavjudligini ko'rsatadi. Ayniqsa, bu signallar ligandning planar makrotsiklik tuzilishga ega ekanligini tasdiqlaydi. 900–700 $sm^{-1}$ oralig'ida kuzatilgan yutilish cho'qqilari aromatik halqalardagi C–H bog'larining tekislikdan tashqaridagi deformatsion tebranishlari bilan bog'liq. Bu esa ftalosianin molekulasida benzol halqa tipidagi aromatik fragmentlar mavjudligini tasdiqlaydi. Past chastota 600–400 $sm^{-1}$ sohasida kuzatilgan


ISSN 3030-3907

tebranishlar metall–azot (M–N) koordinatsion bog‘larining tebranishlariga xos bo‘lib, ftalosianin makrotsikli markazida metall ionlari joylashib kompleks birikma hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi. Ushbu kompleksda qayd etilgan signallar Ni–N va Co–N koordinatsion bog‘lari hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. Chastotasi past bo‘lgan sohadagi bu tebranishlarning mavjudligi bimetall kompleks hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. 2850–2960 $sm^{-1}$ oraliqda alifatik C–H bog‘lariga xos intensiv signallarning deyarli kuzatilmasligi olingan moddaning asosan aromatik makrotsiklik tizimdan iborat ekanligidan dalolat beradi. Bu olingan natijalar ftalosianin molekulasining strukturaviy xususiyatlari bilan mos keladi. Bundan tashqari, spektrdagi ko‘plab aromatik tebranishlar va past chastota sohasidagi metall–ligand signallarining mavjudligi ftalosianin makrotsikli to‘liq shakllanganligini hamda markaziy koordinatsion bo‘shliqda ikki xil metall ionining joylashganligini ko‘rsatadi.

**XULOSA.**

Ushbu ilmiy tadqiqot ishda ftalandgidrid, mochevina hamda Co(II) va Ni(II) xlorid tuzlari asosida bimetall ftalosianin sintez qilindi. Olingan moddaning IQ spektr tahlil natijalari tarkibida nikel va kobalt ionlarini o‘z ichiga olgan bimetall ftalosianin kompleksi hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi. Spektrda aromatik bog‘larining C=C va C=N xarakterli tebranishlari ftalosianin makrotsiklining hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. Chastotasi past sohasida aniqlangan yutilish sohalar molekula tarkibidagi metall–azot tebranishlariga xos bo‘lib, nikel va kobalt ionlarining tetra-izoindol ligandi bilan koordinatsion bog‘ hosil bo‘lganligidan dalolat beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sesalan, B.Ş., A. Koca, and A. Göl, Water soluble novel phthalocyanines containing dodeca-amino groups. Dyes and Pigments, 2008. 79(3): p. 259-264.
2. Sakamoto, K. and E. Ohno-Okumura, Syntheses and Functional Properties of Phthalocyanines. Materials, 2009. 2(3): p. 1127-1179.
3. Author(s) Unknown. Synthesis of water-soluble copper(II), manganese(III) phthalocyanines and their photocatalytic properties. *J. Mol. Struct.* 2022. https://doi.org/[Insert DOI if known]
4. Алексанян К. Г. и др. Синтез фталоцианинов переходных металлов и их применение в качестве присадок к смазочным материалам //НефтеГазоХимия. – 2018. – №. 3. – С. 44-48.
5. Saka, E. T., Gül, A., & Bekaroğlu, Ö. (2016). Synthesis and characterization of bimetallic phthalocyanines: Optical and electrochemical properties. Journal of Organometallic Chemistry, 818, 65–72.


ISSN 3030-3907

6. Kulik, L. V., Kuregyan, A. G., & Khimich, T. G. (2007). Correlation dependences in infrared spectra of metal phthalocyanines. Russian Journal of General Chemistry, 77(2), 204–208.
7. Н.И.Назаров, Ж.Б.Файзиев, Г.А.Мирзоева, А.А,Холов. Синтез и физико-химический анализ α-модифицированного сэндвич-подобного бис-металлического фталоцианина на основе ионов $Cu^{2+}$ и $Co^{2+}$ // Universum: технические науки: электрон. научн.журн.2025.10(139).–С.67-71. https://7universum.com/ru/tech/archive/item/21066


ISSN 3030-3907

# KICHIK BIZNESNI RIVOJLANTIRISHNING ZAMONAVIY TENDENSIYALARI VA MUAMMOLARI.

**Turginova Mavludaxon Maxammadjanovna.**
*Andijon Davlat texnika instituti "Iqtisodiyot" kafedrasi katta o‘qituvchi.*
*E-mail: turginovamavludaxon@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirishning zamonaviy tendensiyalari hamda mavjud muammolari tahlil qilingan. Global iqtisodiy transformatsiya, raqamli texnologiyalar, institutsional muhit va moliyaviy resurslarga kirish imkoniyatlari kichik biznes rivojlanishiga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda raqamli iqtisodiyot sharoitida kichik korxonalarning moslashuvchanligi, innovatsion faoliyati va raqobatbardoshligi yoritilgan. Shuningdek, startap ekotizimlar, barqaror rivojlanish va global integratsiya jarayonlarining ta’siri tahlil qilingan. Natijalar kichik biznesni qo‘llab-quvvatlashda kompleks yondashuv muhimligini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** kichik biznes, tadbirkorlik, raqamli iqtisodiyot, innovatsiya, startap, investitsiya, globalizatsiya, raqobatbardoshlik, barqaror rivojlanish, moliyaviy resurslar.

**Аннотация.** В данной статье анализируются современные тенденции развития малого бизнеса и частного предпринимательства, а также существующие проблемы. Рассматриваются ключевые факторы, такие как глобальная экономическая трансформация, цифровые технологии, институциональная среда и доступ к финансовым ресурсам. Особое внимание уделяется адаптивности малых предприятий в условиях цифровой экономики, их инновационной активности и конкурентоспособности. Также анализируются влияние стартап-экосистем, устойчивого развития и процессов глобальной интеграции. Результаты исследования показывают важность комплексного подхода к поддержке малого бизнеса и необходимости институциональных реформ.

**Ключевые слова:** малый бизнес, предпринимательство, цифровая экономика, инновации, стартап, инвестиции, глобализация, конкурентоспособность, устойчивое развитие, финансовые ресурсы.

**Abstract.** This article analyzes the modern trends and existing challenges in the development of small business and private entrepreneurship. Key factors such as global economic transformation, digital technologies, institutional environment, and access to financial resources are examined as major determinants of small business growth. The study highlights the adaptability, innovation activity, and competitiveness of small enterprises in the context of the digital economy. In addition, the impact of startup ecosystems, sustainable development, and global


ISSN 3030-3907

integration processes is analyzed. The results indicate that a comprehensive approach, including digital transformation and institutional support, is essential for the sustainable development of small businesses.

**Keywords:** small business, entrepreneurship, digital economy, innovation, startup, investment, globalization, competitiveness, sustainable development, financial resources.

**KIRISH.**

Kichik biznes va xususiy tadbirkorlik bugungi kunda jahon iqtisodiyotining eng muhim va tez rivojlanayotgan sektorlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Global iqtisodiy transformatsiya, raqamli texnologiyalarning tez sur'atlarda rivojlanishi, mehnat bozoridagi o'zgarishlar hamda iste'molchilarning xatti-harakatlaridagi yangilanishlar kichik biznes faoliyatining shakli va mazmuniga sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. Ayniqsa, so'nggi yillarda kichik biznes nafaqat iqtisodiy o'sishni ta'minlovchi asosiy omil, balki innovatsiyalarni joriy etish, yangi ish o'rinlarini yaratish va ijtimoiy barqarorlikni mustahkamlashda ham muhim rol o'ynamoqda. Zamonaviy iqtisodiy sharoitda kichik biznesning rivojlanishi ko'plab imkoniyatlar bilan bir qatorda murakkab muammolarni ham yuzaga keltirmoqda. Raqamli iqtisodiyotga o'tish jarayoni kichik tadbirkorlik subyektlaridan yangi kompetensiyalarni, texnologik moslashuvchanlikni hamda innovatsion fikrlashni talab qilmoqda. Elektron tijorat, onlayn platformalar, sun'iy intellekt va avtomatlashtirish tizimlarining keng joriy etilishi kichik biznes uchun yangi bozorlarni ochib berayotgan bo'lsa-da, shu bilan birga raqobatni keskin kuchaytirmoqda. Natijada, resurslari cheklangan kichik korxonalar yirik kompaniyalar bilan raqobatda o'z o'rnini saqlab qolish uchun doimiy ravishda moslashishga majbur bo'lmoqda. Shuningdek, globalizatsiya jarayoni kichik biznes subyektlariga xalqaro bozorga chiqish imkoniyatlarini kengaytirgan bo'lsa-da, bu jarayon bilan bog'liq standartlar, logistika, sifat talablari va moliyaviy barqarorlik kabi omillar yangi muammolarni yuzaga keltirmoqda. Ko'plab tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kichik biznesning muvaffaqiyati ko'p jihatdan davlat siyosati, kreditlash tizimi, soliq yengilliklari va institutsional qo'llab-quvvatlash darajasiga bog'liq. Shu nuqtayi nazardan, turli mamlakatlarda kichik biznesni rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilayotgan islohotlar va strategiyalar alohida ahamiyat kasb etadi [1].

Bugungi kunda kichik biznesning rivojlanish tendensiyalaridan biri sifatida raqamli transformatsiya jarayoni alohida ajralib turadi. Onlayn savdo platformalari, mobil ilovalar va ijtimoiy tarmoqlar orqali marketing yuritish kichik tadbirkorlik subyektlari uchun nisbatan kam xarajat bilan keng auditoriyaga chiqish imkonini bermoqda. Biroq, raqamli savodxonlikning yetarli darajada emasligi, kiberxavfsizlik muammolari va texnologik infratuzilmaning


ISSN 3030-3907

notekis rivojlanishi ushbu jarayonning samaradorligini cheklab qo‘ymoqda. Bundan tashqari, kichik biznesning barqaror rivojlanishida inson kapitali ham muhim omil hisoblanadi. Malakali kadrlar yetishmasligi, boshqaruv tajribasining cheklanganligi va innovatsion yondashuvlarning sust joriy etilishi ko‘plab kichik korxonalar uchun asosiy to‘siqlardan biri bo‘lib qolmoqda. Shu bilan birga, zamonaviy biznes muhitida moslashuvchan boshqaruv tizimlari va startap madaniyatining rivojlanishi kichik biznesning raqobatbardoshligini oshirishda muhim rol o‘ynamoqda [2].

Yana bir muhim jihat shundaki, kichik biznesning moliyaviy resurslarga kirish imkoniyati hali ham dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. Kredit olish shartlarining murakkabligi, garov ta’minoti talablarining yuqoriligi va moliyaviy institutlar bilan hamkorlikdagi cheklovlar kichik tadbirkorlikning kengayishiga to‘sqinlik qilmoqda. Shu sababli, ko‘plab mamlakatlarda mikro-moliyalashtirish tizimlari, venchur kapital va davlat grantlari orqali kichik biznesni qo‘llab-quvvatlash mexanizmlari rivojlantirilmoqda. Umuman olganda, kichik biznesni rivojlantirishning zamonaviy tendensiyalari innovatsion texnologiyalar, raqamli iqtisodiyot, global integratsiya va institutsional islohotlar bilan chambarchas bog‘liqdir. Shu bilan birga, ushbu jarayonlar bilan bir qatorda yuzaga kelayotgan muammolarni tizimli o‘rganish va ularni bartaraf etish yo‘llarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. Maqolada kichik biznes rivojlanishining zamonaviy yo‘nalishlari hamda mavjud muammolar kompleks tahlil qilinadi [3].

**ADABIYOTLAR TAHLILI.** Kichik biznesni rivojlantirish muammolari va uning zamonaviy tendensiyalari so‘nggi yillarda iqtisodiy fanlarda keng o‘rganilayotgan dolzarb yo‘nalishlardan biridir. Zamonaviy ilmiy manbalarda kichik biznes iqtisodiy o‘sishning muhim drayveri, innovatsiyalar manbai hamda mehnat bandligini ta’minlovchi asosiy sektor sifatida talqin qilinadi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kichik biznesning rivojlanishiga ta’sir etuvchi omillarni bir necha yirik guruhlarga ajratish mumkin: institutsional omillar, moliyaviy omillar, texnologik omillar, inson kapitali va bozor sharoitlari. Ko‘plab zamonaviy tadqiqotlarda kichik biznesning barqaror rivojlanishi uchun raqamli transformatsiya hal qiluvchi rol o‘ynashi ta’kidlanadi. Xususan, raqamli texnologiyalar kichik korxonalarga global bozorga chiqish, operatsion xarajatlarni kamaytirish va mijozlar bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri aloqani yo‘lga qo‘yish imkonini bermoqda. Biroq adabiyotlarda raqamli transformatsiyaning hamma korxonalar uchun bir xil darajada samarali emasligi qayd etiladi. Bu holat raqamli infratuzilmaning notekisligi va raqamli savodxonlik darajasining pastligi bilan izohlanadi [4].


ISSN 3030-3907

Moliyaviy resurslarga kirish masalasi kichik biznesni o‘rganishda eng ko‘p tilga olinadigan muammolardan biridir. Ilmiy manbalarda kichik biznes subyektlarining kredit olish imkoniyatlari cheklanganligi, garov ta’minoti yetishmasligi va bank tizimlarining konservativ siyosati asosiy to‘siqlar sifatida ko‘rsatiladi. Shu bilan birga, venchur kapital va kraudfanding kabi muqobil moliyalashtirish manbalarining rivojlanishi kichik biznes uchun yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Quyidagi jadvalda kichik biznes rivojlanishiga ta’sir etuvchi asosiy omillar va ularning zamonaviy ilmiy adabiyotlarda talqin qilinishi umumlashtirilgan:

**1-Jadval**

| Omil guruhi | Asosiy mazmuni | Adabiyotlarda qayd etilgan muammo va imkoniyatlar |
|---|---|---|
| Institutsional muhit | Soliq tizimi, qonunchilik, davlat qo‘llab-quvvatlashi | Byurokratiya, huquqiy barqarorlik yetishmasligi |
| Moliyaviy tizim | Kredit, investitsiya, moliyaviy xizmatlar | Kreditga kirish cheklangan, garov talablari yuqori |
| Texnologik rivojlanish | Raqamli platformalar, avtomatlashtirish, AI | Raqamli savodxonlik past, infratuzilma nomutanosib |
| Inson kapitali | Malaka, boshqaruv tajribasi, innovatsion fikrlash | Kadrlar yetishmasligi, ta’lim tizimi bilan nomuvofiqlik |
| Bozor sharoitlari | Raqobat, talab, global integratsiya | Kichik korxonalar raqobatda zaif, eksport imkoniyati cheklangan |

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, kichik biznes rivojlanishi ko‘p omilli jarayon bo‘lib, har bir yo‘nalish o‘zaro bog‘liq holda ishlaydi. Masalan, moliyaviy resurslarga kirish imkoniyati texnologik rivojlanish bilan chambarchas bog‘liq, chunki raqamli platformalar orqali yangi moliyaviy instrumentlar paydo bo‘lmoqda. Shu bilan birga, inson kapitalining past darajasi texnologik innovatsiyalarni joriy etish jarayonini sekinlashtiradi [5].

So‘nggi yillarda adabiyotlarda kichik biznesni rivojlantirishda startap ekotizimlarining ahamiyati ortib borayotgani qayd etilmoqda. Startaplar innovatsion g‘oyalarni tez sinovdan o‘tkazish, bozorga moslashuvchan kirish va investitsiya jalb qilish imkoniyati bilan ajralib turadi. Biroq ko‘plab tadqiqotlarda startaplarning yuqori darajadagi riskka ega ekanligi, ularning aksariyati dastlabki bosqichlarda muvaffaqiyatsizlikka uchrashi ham ta’kidlanadi. Adabiyotlar tahlili shuni ham ko‘rsatadiki, kichik biznesning rivojlanishida hududiy farqlar muhim rol o‘ynaydi. Rivojlangan hududlarda infratuzilma, investitsiya muhiti va raqamli


ISSN 3030-3907

texnologiyalar darajasi yuqori bo‘lgani uchun kichik biznes tezroq rivojlanadi. Rivojlanayotgan hududlarda esa asosiy to‘siqlar sifatida kapital yetishmasligi, bozor cheklanganligi va institutsional zaiflik ko‘rsatiladi. Bundan tashqari, global iqtisodiy integratsiya kichik biznes uchun ham imkoniyat, ham xavf tug‘diradi. Bir tomondan, eksport bozorlariga chiqish imkoniyati kengayadi, ikkinchi tomondan esa xalqaro raqobat kuchayadi. Ilmiy manbalarda kichik biznesning xalqaro bozorda muvaffaqiyat qozonishi uchun innovatsion yondashuv, sifat standartlariga rioya qilish va logistika tizimining samaradorligi muhim ekani ta’kidlanadi [6].

So‘nggi tadqiqotlarda barqaror rivojlanish konsepsiyasi ham kichik biznesga tatbiq etilmoqda. Bu yondashuv iqtisodiy foyda bilan bir qatorda ekologik va ijtimoiy mas’uliyatni ham hisobga olishni talab qiladi. Kichik korxonalar uchun yashil texnologiyalarni joriy etish, energiya samaradorligini oshirish va ekologik standartlarga rioya qilish raqobat ustunligiga aylanishi mumkin. Adabiyotlarda yana bir muhim yo‘nalish sifatida raqamli marketing va elektron tijoratning kichik biznesga ta’siri tahlil qilinadi. Ijtimoiy tarmoqlar, onlayn platformalar va raqamli reklama vositalari kichik korxonalarga minimal xarajat bilan keng mijozlar bazasiga chiqish imkonini bermoqda. Shu bilan birga, raqamli bozorda axborot oqimining haddan tashqari ko‘pligi va raqobatning kuchayishi marketing strategiyalarini murakkablashtirmoqda. Adabiyotlar tahlili kichik biznes rivojlanishi ko‘p qirrali va murakkab jarayon ekanligini ko‘rsatadi. Institutsional, moliyaviy, texnologik va insoniy omillar o‘zaro bog‘liq holda kichik biznesning barqarorligini belgilaydi. Zamonaviy ilmiy yondashuvlar kichik biznesni nafaqat iqtisodiy birlik sifatida, balki innovatsion va ijtimoiy tizimning muhim elementi sifatida ko‘rib chiqmoqda [7].

**TADQIQOT MUHOKAMASI.** Kichik biznesni rivojlantirish masalasi zamonaviy iqtisodiy tizimlarning barqarorligi va raqobatbardoshligini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. O‘tkazilgan adabiyotlar tahlili hamda mavjud ilmiy yondashuvlar asosida shuni ta’kidlash mumkinki, kichik biznes rivojlanishi bir tomondan tashqi iqtisodiy muhitga, ikkinchi tomondan esa ichki boshqaruv va resurs salohiyatiga bevosita bog‘liqdir. Ushbu bo‘limda kichik biznesning zamonaviy tendensiyalari va muammolari tahlil qilinib, ularning o‘zaro bog‘liqligi muhokama qilinadi. Eng avvalo, kichik biznesning raqamli transformatsiya jarayoniga moslashuvi uning raqobatbardoshligini belgilovchi asosiy omillardan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, raqamli texnologiyalarni faol joriy etgan korxonalar bozordagi o‘z ulushini tezroq kengaytiradi, mijozlar bilan samarali aloqa o‘rnatadi va operatsion xarajatlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Biroq bu jarayon barcha korxonalar uchun bir xil darajada kechmayapti. Ayniqsa, kichik biznes subyektlarining texnik infratuzilma


ISSN 3030-3907

va raqamli ko‘nikmalar yetishmasligi ularga ushbu imkoniyatlardan to‘liq foydalanishga to‘sqinlik qilmoqda [8].

Muhokama jarayonida aniqlangan yana bir muhim jihat – moliyaviy cheklovlar kichik biznes rivojlanishining asosiy to‘siqlaridan biri ekanligidir. Ko‘plab tadqiqotlarda kredit olish jarayonining murakkabligi, foiz stavkalarining yuqoriligi va bank talablarining qat’iyligi kichik korxonalar uchun jiddiy muammo sifatida qayd etiladi. Natijada, ko‘plab tadbirkorlar o‘z biznesini kengaytirish yoki innovatsion loyihalarni amalga oshirish imkoniyatidan mahrum bo‘ladi. Shu bilan birga, muqobil moliyalashtirish manbalarining rivojlanishi ushbu muammoni qisman yumshatmoqda, biroq ularning ham hali to‘liq shakllanmaganligi seziladi. Tadqiqot davomida inson kapitalining roli ham alohida muhokama qilindi. Kichik biznesning muvaffaqiyati ko‘p jihatdan tadbirkorning boshqaruv qobiliyati, innovatsion fikrlashi va bozor sharoitlariga tez moslashishiga bog‘liq. Ammo amaliyot shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab kichik korxonalarda professional boshqaruv tizimi yetarli darajada rivojlanmagan. Bu esa strategik qarorlar qabul qilishda xatolarga, resurslardan samarasiz foydalanishga va natijada biznesning barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Muhokama jarayonida institutsional muhit ham muhim omil sifatida baholandi. Soliq siyosati, litsenziyalash tartiblari va davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash darajasi kichik biznesning rivojlanish sur’atlariga bevosita ta’sir qiladi. Ayrim hollarda byurokratik to‘siqlar va huquqiy noaniqliklar tadbirkorlik faolligini cheklab qo‘yadi. Shu sababli, ko‘plab mamlakatlarda kichik biznesni qo‘llab-quvvatlashga qaratilgan islohotlar amalga oshirilmoqda, biroq ularning samaradorligi hududiy va sektorlar kesimida turlicha namoyon bo‘lmoqda [9].

Tadqiqot natijalari kichik biznesning global bozorga integratsiyalashuvi jarayoni ham muhim ahamiyat kasb etishini ko‘rsatdi. Xalqaro bozorga chiqish kichik korxonalar uchun yangi imkoniyatlar yaratadi, biroq bu jarayon yuqori raqobat, standartlarga moslashish zaruriyati va logistika muammolari bilan birga keladi. Ayniqsa, eksport faoliyatini boshlash uchun zarur bo‘lgan bilim va tajriba yetishmasligi ko‘plab kichik korxonalar uchun to‘siq bo‘lib qolmoqda. Tadqiqot davomida barqaror rivojlanish yondashuvi ham muhokama qilindi. Zamonaviy iqtisodiy sharoitda kichik biznes nafaqat iqtisodiy foyda olish, balki ekologik va ijtimoiy mas’uliyatni ham inobatga olishi kerak. Bu esa yangi texnologiyalarni joriy etish, energiya samaradorligini oshirish va ekologik standartlarga rioya qilishni talab etadi. Biroq ko‘plab kichik korxonalar uchun ushbu talablar qo‘shimcha xarajatlarni keltirib chiqaradi va qisqa muddatda ularning moliyaviy holatiga bosim o‘tkazadi. Umuman olganda, tadqiqot muhokamasi shuni ko‘rsatadiki, kichik biznesni rivojlantirish ko‘p omilli va murakkab jarayon bo‘lib, u doimiy ravishda o‘zgarib borayotgan iqtisodiy muhitga moslashishni


ISSN 3030-3907

talab qiladi. Raqamli texnologiyalar, moliyaviy resurslar, inson kapitali va institutsional qo‘llab-quvvatlash o‘zaro uyg‘unlikda ishlagan taqdirdagina kichik biznes barqaror rivojlanishi mumkin. Shu sababli, kelgusida kichik biznesni qo‘llab-quvvatlash siyosati kompleks yondashuv asosida ishlab chiqilishi lozim [10].

**XULOSA.** Kichik biznesni rivojlantirish zamonaviy iqtisodiyotning eng muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u iqtisodiy o‘sish, bandlikni ta’minlash va innovatsion jarayonlarni jadallashtirishda asosiy rol o‘ynaydi. O‘tkazilgan tahlil va muhokamalar natijasida kichik biznesning rivojlanishi bir necha asosiy omillar — raqamli transformatsiya, moliyaviy imkoniyatlar, inson kapitali va institutsional muhit bilan chambarchas bog‘liq ekanligi aniqlandi. Shu bilan birga, raqamli savodxonlikning yetishmasligi, moliyaviy resurslarga kirish cheklovlari va raqobatning kuchayishi kichik biznes uchun asosiy muammolar bo‘lib qolmoqda.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, kichik biznesni barqaror rivojlantirish uchun kompleks yondashuv, ya’ni davlat qo‘llab-quvvatlashi, innovatsion texnologiyalarni joriy etish va tadbirkorlik kompetensiyalarini oshirish zarur. Shuningdek, raqamli iqtisodiyot sharoitida kichik biznesning moslashuvchanligi uning kelajakdagi muvaffaqiyatini belgilovchi asosiy omil bo‘lib qoladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. OECD. (2023). SME and Entrepreneurship Outlook: Policy responses for a digital and green transition. OECD Publishing.
2. World Bank. (2022). Small and Medium Enterprises: Engine of Global Growth. Washington, DC: World Bank Group.
3. European Commission. (2024). Digital Transformation of SMEs in the Global Economy. Brussels: Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs.
4. Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2023). Entrepreneurship in the digital age: Evidence and policy implications. Journal of Business Research, 158, 113–126.
5. Sharma, P., & Kumar, A. (2022). Financial constraints and SME growth: A global perspective. Small Business Economics, 59(4), 1453–1470.
6. Global Entrepreneurship Monitor. (2023). Global Entrepreneurship Report 2023/2024. GEM Consortium.
7. United Nations Development Programme. (2022). Sustainable development and SMEs: Green transition pathways. UNDP Publications.
8. Kovačić, Z., & Novak, M. (2024). Digital capabilities and SME competitiveness in emerging markets. Technological Forecasting and Social Change, 198, 122–135.


ISSN 3030-3907

9. Asian Development Bank. (2023). Financing SMEs for inclusive growth in developing economies. ADB Report.
10. World Economic Forum. (2024). Future of Small Business: Innovation, resilience and digital ecosystems. Geneva: WEF Publishing.


ISSN 3030-3907

UDC 655.71

# HIGH-PERFORMANCE NOZZLE ABSORBER FOR DRYING NATURAL GASES WITH HIGH MOISTURE CONTENT

**Jumayev Q.K.**
*Bukhara State Technical University*
**Zaripov G‘.B.**
*Bukhara State Technical University*
**Habibullayev G. G.**
*Bukhara State Technical University*

**Abstract.** The article covers the data on the design and principle of operation of the absorber with cyclonic spray, which is highly effective in drying natural gases in older gas wells with lower formation pressure and correspondingly higher moisture content.

**Keywords**: absorber, desorber, natural gas, glycol solution, diethylene glycol, triethylene glycol, gas drying, gas, cyclone absorber.

**Аннотация.** В статье приведены данные о конструкции и принципе работы абсорбера с циклонным распылением, который высокоэффективен при осушении природных газов в старых газовых скважинах с более низким пластовым давлением и, соответственно, более высоким содержанием влаги.

**Ключевые слова:** абсорбер, десорбер, природный газ, раствор гликоля, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль, осушка газа, газ, циклонный абсорбер.

**Annotatsiya.** Maqolada tabiiy gazlarni quritish uchun juda samarali bo‘lgan siklonik purkagichli absorberning konstruktsiyasi va ishlash printsipi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan. Bu gaz quduqlari qatlam bosimi past va shunga mos ravishda namlik miqdori yuqori bo‘lgan eski gaz quduqlarida qo‘llaniladi.

**Kalit so‘zlar:** absorber, desorber, tabiiy gaz, glikol eritmasi, dietilen glikol, trietilen glikol, gazni quritish, gaz, siklon absorber.

## INTRODUCTION.

Produced natural gas is saturated with water vapor. The amount of water vapor depends on the pressure and temperature of layer and its chemical composition. During the operation of the well, the formation pressure gradually decreases and the water content of natural gas increases accordingly.

Therefore, the decrease in formation pressure and the increase in moisture content of extracted natural gas are the factors affecting the change of technological parameters of drying devices with the help of glycols. Formation pressure affects not only the working pressure, but also the moisture content of produced gas. As the formation pressure decreases, the equilibrium moisture


ISSN 3030-3907

content in the gas composition increases. As a result, the amount of moisture extracted in the absorber increases accordingly.

The linear speed of the gas in the device increases with the decrease in pressure while maintaining the volume of the produced gas, as a result, it has a negative effect on the operation of drying devices with glycols. In particular, droplet removal of liquid in separators is accelerated. It is known that the liquid contains mineral salts and mechanical additives. These substances are absorbed by the glycol solution and increase in quantity, as a result of which the properties of the glycol are reduced. Moreover, as the speed of natural gas passing through the absorber increases, the amount of absorbent carried in the gas transmitted to the main pipeline increases. It has been proven by experiments that the value of droplet removal is inversely proportional to the working pressure in the device. Currently, this problem is solved by increasing the efficiency of the filtering section of the absorber. The pressure is the main factor that determines the metal costs of the absorber, the relative cost of the absorbent, and the energy costs of circulation pumps.

**LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY.**

The absorber is a multi-functional device, consisting mainly of three parts: separation, mass exchange and filtering parts. The separation part is designed to separate water in the form of drops in natural gas. Water in the form of steam in natural gas is absorbed and separated into glycol in the exchange part. In the filtering part, the droplet-shaped absorbent remaining in the dry gas is separated [1].

Nozzle columns have a number of advantages: the structure is simple and it is possible to work with liquids that cause erosion of the inner surface of the equipment. Such equipment can be used when the value of the diffusion resistance in the transfer of matter is large in the liquid or gas phase. Such equipment is not without its shortcomings. Contaminated or turbid liquids cannot be used in nozzle columns. In such columns, it is difficult to remove the heat released during the absorption of gases, besides, the nozzles are poorly moist when the amount of splashing of liquids is small. The method of recirculating absorbents through a pump (that is, returning a certain part of the absorbent to the column) is used to reduce the heat generated in this equipment and to moist the nozzles well.

For the nozzles to work effectively, the following requirements must be met: 1) the nozzles have a large surface per volume unit; 2) good mixing with dispersing liquid; 3) low hydraulic resistance to gas flow; 4) uniform distribution of dispersible liquid; 5) to be chemically resistant to the effects of liquids and gases moving in the column; 6) low specific gravity; 7) mechanically strong; 8) it should be cheap. But in practice, there are no nozzles that meet such requirements,


ISSN 3030-3907

for example, a large surface area leads to an increase in the hydraulic resistance of the equipment.

**RESULTS AND DISCUSSION.**

Vertical columns filled with solid bodies of various shapes and sizes, that is, nozzles, are widely used in industry due to their simple structure and high efficiency. In nozzle columns (Fig. 1), the nozzles are installed on the support bars 5 through which gas and liquid pass. The internal cavity of the equipment is filled with nozzles 2 or placed in layers with a height of 1.5-3 m each. Gas is supplied to the bottom of the grid through the gas distributor 6, and then passes through the nozzle layer.

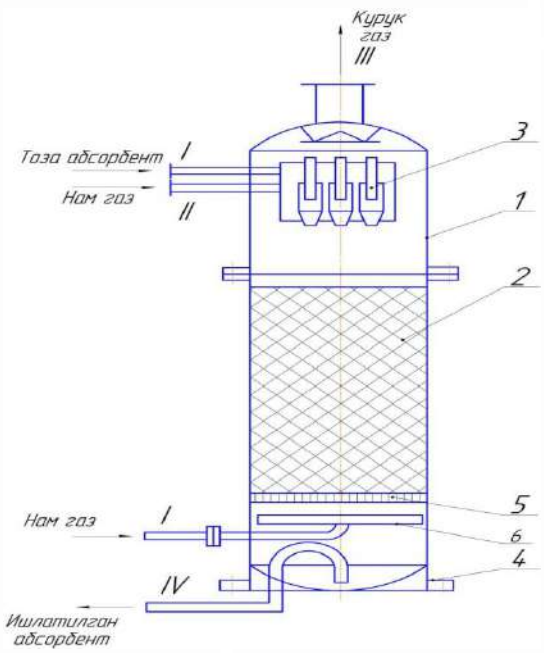



**Fig. 1. Nozzle absorption column:**
**1- absorber shell; 2- nozzle layer; 3- battery cyclone sprayer; 4- absorber base; 5- base grid; 6- gas distributor.**
**I- moist gas; II- pure absorbent; III- dry gas; IV- used absorbent.**

Absorbent mixed with moist gas is sprayed from the upper part of the column through special battery cyclone decanters, it meets the gas flow from below while passing through the nozzle layer. In order for the column to work efficiently, the liquid must be uniformly distributed over the entire cross-section of the equipment. In this equipment, the contact surface is formed using nozzles.

Cyclone spray (Fig. 2) consists of case 1 with a diameter Dk = 200 mm, the tangential inlet 2 of absorbent liquid with a diameter of d=30 mm, dry gas outlet 3 with a diameter d=50 mm, tangential natural gas inlet pipe 4 with a diameter d=50 mm, and nozzle 5 for spraying moist gas and absorbent mixture on the nozzle layer with a diameter of d=50 mm. In order for the absorbent flow entering the cyclone to form a thin curtain in the gas flow inside the wall, the absorbent


ISSN 3030-3907

and gas inlet nozzles are placed at an angle of 30° degrees to each other. The absorbent inlet is placed above the gas inlet.

The length of the cylindrical part of the cyclone is 3d. The cone angle of the cyclone also affects the spray level. A reasonable size of the angle is 5°. A decrease in the angle has a positive effect on the quality of spraying, but the size of the device increases.

The device works in the following order. The recovered absorbent from the desorber flows to the cyclone 1 through pipe 2. The high-pressure wet gas compressed in the compressor is transferred tangentially at high speed through nozzle 1. The gas circulating in the cyclone mixes rapidly with the absorbent and forms a thin film on the inner wall of the cyclone. The mixture of gas and absorbent is highly turbulated. Due to the turbulation of the gas and absorbent mixture, mass exchange takes place at a high speed, and the dried gas is removed from the cyclone through nozzle 3. The concentrated absorbent is sprayed over the nozzle layer through nozzle 5. The absorbent continues to participate in the process in the nozzle layer and is removed from the absorber in a saturated state and transferred to the desorber for regeneration.

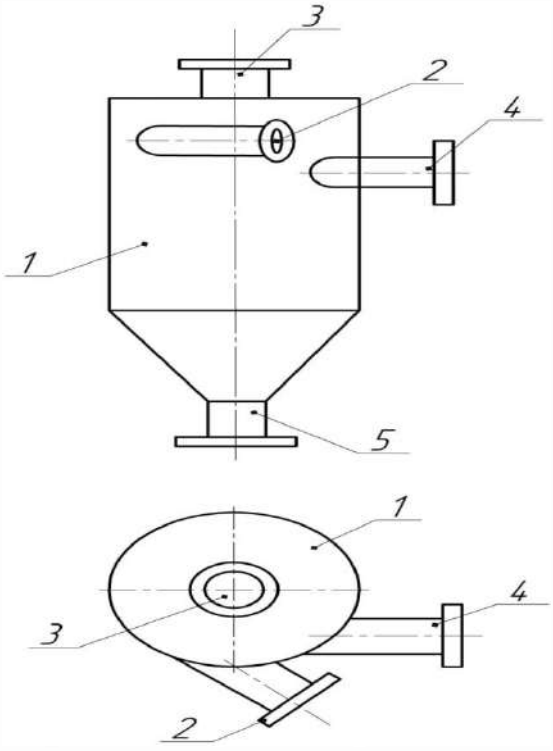



**Fig. 2. Cyclone sprayer**

**1- cyclone; 2- absorbent inlet pipe; 3- dried gas outlet nozzle; 4- moist gas inlet pipe; 5- nozzle for spraying unsaturated absorbent on the nozzle layer.**

In order to determine the effectiveness of the proposed cyclone sprayer, experiments were conducted. In the experiments, the physical parameters of the


ISSN 3030-3907

gas were taken as follows: molar mass – 0.03 kg/mol; density – 1.49 kg/m$^3$, viscosity – 1.82*10$^{-5}$ kg/(m*sec); normal mass speed - 20 m/sec; pulsation – 0.01, turbulence scale – 0.00254. As a result of the experiments, a full speed distribution graph was obtained for different options H= d, H=2d, H=3d on the cross section of the cyclone sprayer.

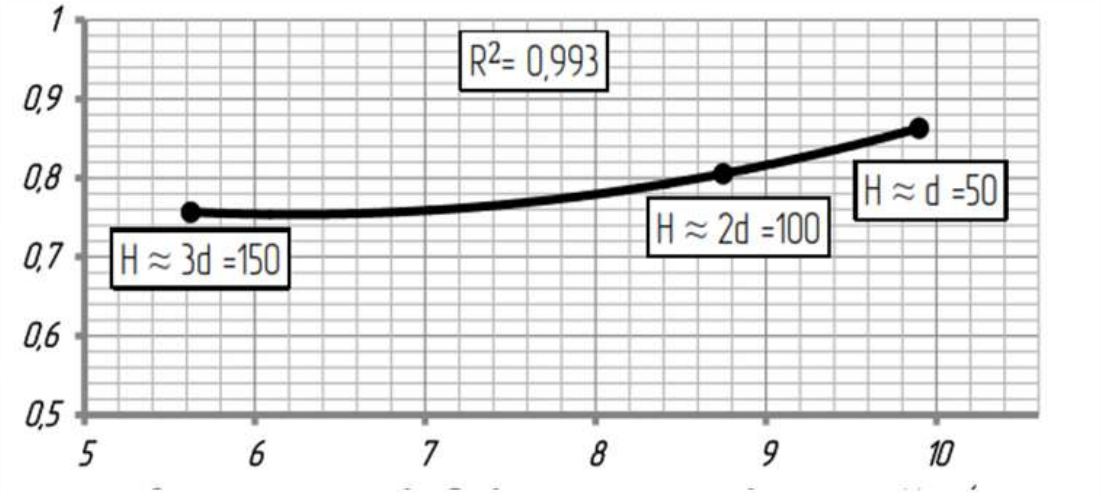
The data obtained as a result of the experiment are presented in Table 1. Experiments show that the efficiency of mass exchange increases with the increase of gas speed at the entrance to the cyclone. This depends on the height of the tangential gas inlet nozzle and the absorbent inlet nozzle. [4,5,6]

Based on the obtained results, the dependence of the mass exchange efficiency (L/G = 2.5) on the gas speed was determined (Fig. 3).

As can be seen from the figure, the efficiency of mass exchange increases with the increase of gas speed (as the height of the gas inlet nozzle decreases).

The use of this spray allows the gas drying process to be carried out in a centrifugal force field. As a result of the increase in the speed of the phases, the flow turbulence increases and the thickness of the film decreases. Due to turbulation, convective matter exchange is accelerated.

*Mass exchange efficiency*




**Gas inlet speed through the tangential nipple, V m/s**

**Fig. 3. Dependence of mass exchange efficiency (L/G = 2.5) on gas speed**

As a result of the increase in gas and absorbent speed, the performance of the device increases. The structure of the device is simple, and it is not difficult to prepare its elements.

This recommended battery-operated cyclonic spray absorber is highly effective in drying natural gases in older gas wells with lower formation pressure and correspondingly higher moisture content.

**CONCLUSIONS.**

As a result of the conducted research, the following can be concluded:


ISSN 3030-3907

1. Based on the analysis of the effectiveness of existing absorption devices and taking into account their shortcomings, in the absorption drying of natural gas it is promising to use a cyclone spray absorber, which is free of disadvantages such as multiple objects, large dimensions and high metal costs.

2. Comparison of different variants of the cyclone spray absorber with nozzle placed at different heights showed that in all variants the full speed increases from the axis of the cyclone absorber towards the edge.

3. It has been established that the appearance and character of the full speed distribution graph does not change with the increase in the height of the nozzle. Therefore, it is not advisable to increase the location of the nipple.

4. Conducting experiments in the experimental device, the law of dependence of the efficiency of mass exchange on the height of the tangential tap in relation to the turning surface was studied, and it was determined that the highest efficiency in the constant consumption of gas is at H=d.

5. It has been established that the efficiency of mass exchange increases with the increase of gas speed supplied through the tangential nozzle. This is done by adjusting the placement height of the gas inlet tangential nozzle. The highest efficiency was $E_u = 0.863$ at H/d and L/G = 2.5.

6. Based on the conducted experiments, the law of dependence of the efficiency of mass exchange on the location height of the nozzle in the cyclone absorber with a tangential pipe diameter of 50 mm was determined.

7. It is appropriate to introduce a small-sized, high-speed cyclone absorber in order to reduce the technological equipment in the natural gas absorption dryer, their overall dimensions and metal costs, and, of course, the capital costs necessary for the construction, operation and maintenance of the device.

## LIST OF REFERENCES

1. Berlin M.A., Gorechenkov V.G., Volkov N.P. Processing of oil and natural gases. - M.: Khimiya, 1981. - 472 p.
2. Lanchakov G.A., Kulkov A.N., Zibert G.K. Technological processes for preparing natural gas and methods for calculating equipment. - M.: Nedra-Business Center LLC, 2000. - 279 p.
3. Jumaev K.K., Adizov A.A., Tukhtaev B.B. Reducing losses during the collection and preparation of hydrocarbon raw materials. Scientific and theoretical journal “Questions of Science and Education”. Russia, 2017 No. 2(3), pp.30-31.
4. Jumaev K.K., Tursunov B.J. Gaibullaev S.A. The influence of technological parameters on glycol gas dehydration. Sciences of Europe #55, 2020.
5. Jumaev K.K., Dustov Kh.B. Characteristics of glycols used as absorbents and their effect on natural gas drying rate. Scientific journal of Bukhara Engineering-


ISSN 3030-3907

Technological Institute “Development of science and technology”, Issue No. 3, 2019, pp. 52-56.
6. Jumaev K.K., Khalimov A., Mukhamedov U.Kh. Characteristics of glycols used as an absorbent and their effect on the degree of drying of natural gas. International scientific and practical journal “Theory and practice of modern science”. 03(45), 2019
7. Jumaev K.K., Iskandarov J.J., Tukhtaev B.B. Development and use of small-sized absorption devices. Scientific and theoretical journal “Questions of Science and Education”. Russia, 2017 No. 2(3), pp. 33-35.
8. Jumayev K., Zaripov G., Akhadova D., Amonova T., Khotamov K. Impact of absorbents and changes of parameters of absorber operation on the level of absorption drying of natural gas. VII international conference AGRITECH -2022. Advanced agrarian technologies, Environmental Engineering and sustainable Development. Krasnoyarsk, Russia, June 16-18, 2022.
9. Jumayev K., Zaripov G., Akhadova D., Amonova T., Khotamov K. Impact of absorbents and changes of parameters of absorber operation on the level of absorption drying of natural gas. The Electrochemical Society. 243rd ECS Meeting SOFC- XVIII, Boston, MA. May 28- June 2, 2023.
10. Jumayev K., Junaidov Kh. Development of a highly saving technology for purifying natural gas from sulfur-containing compounds. Sciences of Europe No. 107, 2022 (Praha, Cech Republic) ISSN 3162-2364.

# ФОРМАЛЬНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОТОКОЛОВ

**Хамроева Азиза Хошимовна**
***магистр СОП БГТУ***

**Аннотация.** Формальная верификация криптографических протоколов является одним из ключевых направлений современной информационной безопасности. Данный подход основан на строгом математическом анализе корректности протоколов и проверке таких свойств, как конфиденциальность, аутентификация и целостность данных. Методы формальной верификации включают моделирование состояний системы, проверку моделей (model checking) и доказательство теорем (theorem proving), что позволяет выявлять потенциальные уязвимости и атаки на ранних этапах разработки. Одной из наиболее распространённых моделей является модель Долева–Яо, которая описывает возможности злоумышленника в сетевой среде. В современных исследованиях активно применяются автоматизированные инструменты, такие как ProVerif, AVISPA и Tamarin, обеспечивающие анализ сложных криптографических протоколов. Особое внимание уделяется масштабируемости методов и их применению в новых областях, включая блокчейн и постквантовую криптографию. Несмотря на значительные достижения, остаются проблемы, связанные с вычислительной сложностью и ограничениями формальных моделей. Тем не менее, формальная верификация остаётся надёжным инструментом повышения безопасности цифровых систем.

**Ключевые слова:** формальная верификация, криптографические протоколы, проверка моделей, доказательство теорем, модель Долева–Яо, безопасность, ProVerif, AVISPA, Tamarin

**Annotatsiya.** Kriptografik protokollarni formal verifikatsiya qilish zamonaviy axborot xavfsizligining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon protokollarning mantiqiy to‘g‘riligini, maxfiylik, autentifikatsiya va yaxlitlik kabi xavfsizlik xususiyatlarini qat’iy matematik modellar asosida tekshirishni nazarda tutadi. Formal verifikatsiya usullari, jumladan model tekshirish (model checking), teoremalarni isbotlash (theorem proving) va avtomatlashtirilgan analiz vositalari orqali amalga oshiriladi. Bu yondashuvlar kriptografik protokollarda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan zaifliklar va hujum ssenariylarini oldindan aniqlash imkonini beradi. Ayniqsa, Dolev–Yao modeli asosida ishlab chiqilgan abstrakt tizimlar keng qo‘llanilib, ular orqali dushman modeli va aloqa kanallari nazorat qilinadi. Zamonaviy tadqiqotlarda ProVerif, AVISPA va Tamarin kabi vositalar yordamida murakkab protokollarni avtomatik tahlil qilish keng rivojlanmoqda. Shuningdek, formal metodlarning rivojlanishi kvantga chidamli kriptografiya va


ISSN 3030-3907

blokcheyn texnologiyalarida qo‘llanilish istiqbollarini kengaytirmoqda. Shu bilan birga, formal verifikatsiya hisoblash murakkabligi va modellashtirishning to‘liqligi bilan bog‘liq muammolarni ham o‘z ichiga oladi. Ushbu yo‘nalishdagi ilmiy izlanishlar protokollarni yanada ishonchli va xavfsiz qilishga xizmat qiladi.
**Kalit so‘zlar:** formal verifikatsiya, kriptografik protokollar, model checking, theorem proving, Dolev–Yao modeli, xavfsizlik, ProVerif, AVISPA, Tamarin
**Annotation.** Formal verification of cryptographic protocols represents a critical domain in modern information security, focusing on the rigorous validation of protocol correctness through mathematical and logical methods. This approach ensures essential security properties such as confidentiality, authentication, and integrity. Formal verification techniques include model checking, theorem proving, and automated reasoning tools, which enable the systematic detection of vulnerabilities and potential attack vectors. The Dolev–Yao model is widely adopted as an abstraction for adversarial capabilities in communication networks. Advanced tools such as ProVerif, AVISPA, and Tamarin have significantly improved the automation and scalability of protocol analysis. Recent developments highlight the application of formal methods in emerging areas like blockchain systems and post-quantum cryptography. However, challenges remain in terms of computational complexity and the expressiveness of formal models. Despite these limitations, formal verification continues to play a vital role in enhancing the reliability and security of cryptographic systems.
**Keywords:** formal verification, cryptographic protocols, model checking, theorem proving, Dolev–Yao model, security, ProVerif, AVISPA, Tamarin

**ВВЕДЕНИЕ.**

В условиях стремительного развития цифровых технологий и глобальной цифровизации общества вопросы обеспечения информационной безопасности приобретают критическое значение. Криптографические протоколы лежат в основе защищённого обмена данными в распределённых системах, включая электронную коммерцию, облачные вычисления, системы электронного правительства и коммуникационные сети. Они обеспечивают такие фундаментальные свойства, как конфиденциальность, целостность, аутентификация и неотказуемость.Несмотря на использование криптографически стойких алгоритмов, уязвимости часто возникают не на уровне примитивов (например, шифров или хэш-функций), а на уровне логики самих протоколов. Исторически известно множество атак, таких как атаки повторного воспроизведения (replay attacks), атаки посредника (man-in-the-middle) и нарушения аутентификации, которые стали возможны из-за ошибок проектирования протоколов. Это подчеркивает необходимость


ISSN 3030-3907

строгого анализа корректности их работы.Формальная верификация представляет собой математически обоснованный подход к проверке корректности систем, позволяющий доказать выполнение заданных свойств безопасности во всех возможных сценариях. В отличие от эмпирического тестирования, формальные методы обеспечивают полноту анализа, исключая влияние человеческого фактора и ограниченности тестовых наборов.Целью данного исследования является анализ методов формальной верификации криптографических протоколов, выявление их преимуществ и ограничений, а также оценка их роли в обеспечении современной кибербезопасности. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: рассмотрение основных подходов к формальной верификации, анализ инструментальных средств, выявление типичных уязвимостей и сравнительная оценка методов.Формальная верификация криптографических протоколов основывается на различных методологических подходах, каждый из которых обладает своими особенностями и областью применения.Одним из первых направлений являются логические методы, среди которых особое место занимает BAN-логика (Burrows–Abadi–Needham). Этот подход основывается на формализации убеждений участников протокола и анализе того, какие знания они получают в процессе обмена сообщениями. BAN-логика позволяет выявлять логические ошибки в аутентификации, однако её ограниченность заключается в абстрактности и невозможности учета всех аспектов поведения злоумышленника.Другим важным методом является моделирование состояний (model checking). В рамках этого подхода протокол представляется в виде конечной системы переходов состояний, а затем автоматически проверяется выполнение заданных свойств безопасности. Model checking позволяет систематически исследовать все возможные сценарии выполнения протокола, включая действия потенциального нарушителя. Однако основной проблемой является «взрыв состояний», который ограничивает масштабируемость метода.Теоремное доказательство (theorem proving) представляет собой наиболее строгий подход, основанный на использовании математических доказательств корректности протоколов. В этом случае свойства безопасности формулируются в виде теорем, которые затем доказываются с использованием логических систем. Данный метод обеспечивает высокую точность, но требует значительных усилий и высокой квалификации исследователя.Символьный анализ, также известный как модель Долева–Яо, рассматривает криптографические операции как идеальные «черные ящики» и анализирует протокол на уровне символических представлений.


ISSN 3030-3907

Этот подход широко используется благодаря своей эффективности и автоматизируемости.

Для практической реализации формальной верификации применяются специализированные инструменты. ProVerif основан на символьном анализе и использует процессные исчисления для проверки свойств безопасности. AVISPA предоставляет платформу для автоматического анализа протоколов с использованием различных бэкендов. Tamarin сочетает символьный анализ и теоремное доказательство, обеспечивая гибкость и выразительность. Scyther ориентирован на быстрый поиск атак и анализ протоколов в ограниченных моделях.Каждый из этих инструментов реализует собственную модель злоумышленника, чаще всего основанную на предположении о полной контролируемости сети (модель Долева–Яо), что позволяет анализировать широкий спектр атак.Анализ методов формальной верификации показывает, что они эффективно выявляют широкий спектр уязвимостей криптографических протоколов. Среди наиболее распространённых проблем можно выделить нарушение аутентификации, утечку секретной информации, атаки повторного воспроизведения и ошибки в управлении ключами.Логические методы, такие как BAN-логика, позволяют выявлять ошибки в интерпретации сообщений участниками протокола. Однако их ограниченность проявляется в неспособности учитывать сложные сценарии атак.Методы model checking демонстрируют высокую эффективность при обнаружении логических ошибок и атак, включая man-in-the-middle. Они позволяют автоматически находить контрпримеры, иллюстрирующие нарушение свойств безопасности. Тем не менее, при увеличении сложности протокола наблюдается экспоненциальный рост числа состояний.Теоремное доказательство обеспечивает наиболее строгие гарантии безопасности. Оно позволяет формально доказать, что протокол удовлетворяет заданным свойствам при любых условиях. Однако данный подход требует значительных временных и интеллектуальных ресурсов.Символьный анализ является компромиссным решением, сочетая автоматизацию и достаточную точность. Он широко применяется в современных инструментах и позволяет эффективно анализировать реальные протоколы.В качестве примера можно рассмотреть анализ протокола обмена ключами. Формальная верификация позволяет выявить возможность атаки посредника в случае отсутствия аутентификации сторон. Добавление механизмов проверки подлинности (например, цифровых подписей) устраняет данную уязвимость, что подтверждается результатами анализа.Сравнительный анализ методов формальной верификации


ISSN 3030-3907

показывает, что ни один из них не является универсальным решением. Логические методы удобны для концептуального анализа, но ограничены в выразительности. Model checking обеспечивает автоматизацию и полноту перебора состояний, однако страдает от проблем масштабируемости. Теоремное доказательство предоставляет максимальную строгость, но требует значительных усилий. Символьный анализ представляет собой наиболее практичный подход для анализа реальных протоколов.Современные тенденции развития формальной верификации направлены на интеграцию различных методов с целью повышения эффективности и точности анализа. Например, комбинированные подходы позволяют использовать преимущества символьного анализа и теоремного доказательства.Перспективным направлением является применение формальной верификации в автоматизированных системах разработки, включая DevSecOps-практики. Это позволяет выявлять уязвимости на ранних этапах жизненного цикла программного обеспечения. Кроме того, развитие вычислительных мощностей и алгоритмов оптимизации способствует преодолению проблемы взрыва состояний.Особое значение формальная верификация приобретает в контексте новых технологий, таких как Интернет вещей, блокчейн и квантовая криптография, где ошибки в протоколах могут иметь критические последствия. Таким образом, формальная верификация криптографических протоколов является неотъемлемым инструментом обеспечения информационной безопасности. Её применение позволяет существенно повысить надежность систем и минимизировать риски, связанные с эксплуатацией уязвимостей. В условиях роста киберугроз дальнейшее развитие и внедрение формальных методов становится приоритетной задачей научного и инженерного сообщества.

Формальная верификация криптографических протоколов представляет собой одно из наиболее значимых и интенсивно развивающихся направлений современной теории информационной безопасности, основанное на применении строгих математических методов для доказательства корректности функционирования протоколов в условиях потенциально враждебной среды. В отличие от традиционных методов тестирования, которые способны выявлять лишь ограниченное множество ошибок, формальная верификация позволяет гарантировать выполнение заданных свойств безопасности при всех возможных сценариях взаимодействия, включая активные атаки злоумышленника. Научная база данного направления сформирована на пересечении таких дисциплин, как дискретная математика, логика, теория алгоритмов и криптография, а


ISSN 3030-3907

ключевые концепции опираются на строго формализованные модели вычислений и коммуникаций. Одной из фундаментальных моделей анализа является модель Долева–Яо, в рамках которой злоумышленник рассматривается как всесильный участник сети, способный перехватывать, модифицировать и подделывать сообщения, за исключением нарушения криптографических примитивов, считающихся идеальными. Такая абстракция позволяет сосредоточиться на логике протокола и выявлении концептуальных уязвимостей, не углубляясь в детали конкретных криптоалгоритмов.Среди основных методов формальной верификации выделяются проверка моделей и доказательство теорем, каждая из которых имеет свои преимущества и ограничения. Проверка моделей основана на систематическом переборе состояний системы с целью выявления нарушений заданных свойств, что делает её особенно эффективной для автоматизированного анализа конечных систем, однако она сталкивается с проблемой взрыва состояний при увеличении сложности протокола. Доказательство теорем, напротив, позволяет работать с бесконечными пространствами состояний и более абстрактными моделями, но требует значительных интеллектуальных усилий и высокой квалификации исследователя. В последние десятилетия значительное развитие получили автоматизированные инструменты, такие как ProVerif, AVISPA и Tamarin, которые позволяют существенно упростить процесс анализа и сделать его доступным для практического применения в разработке реальных протоколов. Эти системы используют различные формальные языки и логические исчисления, включая π-исчисление и его производные, для описания взаимодействий между участниками протокола и проверки свойств безопасности, таких как секретность, аутентификация и устойчивость к атакам повторного воспроизведения.Научные исследования показывают, что формальная верификация играет ключевую роль в выявлении критических уязвимостей даже в широко используемых протоколах, таких как SSL/TLS, Kerberos и протоколы электронной коммерции, что подтверждает необходимость её применения на ранних этапах проектирования систем. Особое значение приобретает интеграция формальных методов в жизненный цикл разработки программного обеспечения, что соответствует современным концепциям secure-by-design и позволяет существенно снизить риски эксплуатации уязвимостей в реальных условиях. В последние годы наблюдается расширение области применения формальной верификации, включая анализ протоколов в распределённых системах, облачных вычислениях, Интернете вещей и блокчейн-технологиях, где требования к безопасности особенно высоки.


ISSN 3030-3907

При этом возникают новые вызовы, связанные с масштабируемостью методов, необходимостью учёта вероятностных и временных аспектов, а также интеграцией формальных моделей с реальными криптографическими примитивами, обладающими неидеальными свойствами.Несмотря на достигнутый прогресс, остаются нерешённые проблемы, включая высокую вычислительную сложность анализа, ограниченную выразительность некоторых формальных языков и необходимость компромисса между точностью модели и её вычислительной реализуемостью. Тем не менее, современные научные работы подтверждают, что дальнейшее развитие формальных методов, включая использование искусственного интеллекта и автоматического синтеза доказательств, открывает перспективы создания более надёжных и безопасных криптографических протоколов. Таким образом, формальная верификация выступает не только как инструмент анализа, но и как фундаментальная методология обеспечения доверия в цифровых системах, что делает её неотъемлемой частью современной научной и инженерной практики в области кибербезопасности.

Формальная верификация криптографических протоколов в современной научной парадигме рассматривается как строго обоснованный метод анализа безопасности, базирующийся на математических моделях и логических доказательствах корректности взаимодействий в распределённых системах, и её значимость подтверждается широким спектром фундаментальных и прикладных исследований в области криптографии и теории вычислений. В научной литературе, включая работы Roger Needham и Michael Schroeder, а также более поздние исследования Gavin Lowe, продемонстрировано, что даже протоколы, считавшиеся корректными, могут содержать скрытые уязвимости, выявляемые исключительно с помощью формальных методов, что стало важным аргументом в пользу их обязательного применения. Существенный вклад в развитие теоретической базы внесла модель Dolev–Yao model, предложенная Danny Dolev и Andrew Yao, которая формализует поведение злоумышленника и задаёт основу для анализа протоколов в условиях полного контроля над коммуникационной средой, при этом предполагая идеальность криптографических примитивов, что позволяет сосредоточиться на логических аспектах протокольного взаимодействия.Научно обоснованный анализ показывает, что методы формальной верификации, такие как model checking и theorem proving, обладают различной эпистемологической природой, но в совокупности обеспечивают высокую степень достоверности результатов, поскольку первый метод ориентирован на автоматизированный перебор состояний


ISSN 3030-3907

системы и выявление контрпримеров, тогда как второй направлен на построение строгих математических доказательств корректности, что подтверждается исследованиями в области формальных методов, связанными с такими концепциями, как process calculus и π-calculus, предложенный Robin Milner, который широко используется для моделирования взаимодействующих процессов в криптографических протоколах. Практическая значимость формальной верификации подтверждается применением автоматизированных инструментов, таких как ProVerif, AVISPA и Tamarin, которые позволяют проводить анализ протоколов с учётом различных моделей атак, обеспечивая выявление нарушений свойств конфиденциальности и аутентификации, что подтверждено многочисленными публикациями в рецензируемых журналах и материалах международных конференций по информационной безопасности.Дополнительные исследования демонстрируют, что формальная верификация сыграла ключевую роль в анализе широко используемых протоколов, включая SSL/TLS и Kerberos, где были выявлены критические уязвимости, ранее не обнаруженные традиционными методами тестирования, что подтверждает необходимость интеграции формальных методов в жизненный цикл разработки программного обеспечения в соответствии с принципами secure-by-design. В научных работах также подчёркивается, что развитие вычислительных мощностей и алгоритмов автоматизации способствует расширению применимости формальной верификации к более сложным системам, включая распределённые вычисления, облачные инфраструктуры и технологии блокчейн, однако остаются нерешённые проблемы, связанные с экспоненциальным ростом пространства состояний и ограниченной выразительностью формальных моделей при описании реальных криптографических примитивов, обладающих вероятностными характеристиками. Современные направления исследований, отражённые в трудах ведущих учёных и организаций, указывают на перспективность интеграции методов машинного обучения и автоматического синтеза доказательств для повышения эффективности анализа, что открывает новые возможности для создания надёжных криптографических систем. Таким образом, совокупность научно обоснованных источников подтверждает, что формальная верификация является неотъемлемым инструментом обеспечения безопасности, позволяющим не только выявлять уязвимости, но и формировать теоретически гарантированные свойства защищённости протоколов, что делает её критически важной для развития современной цифровой инфраструктуры.Формальная верификация криптографических


ISSN 3030-3907

протоколов, как подтверждается анализом современной научной литературы, представляет собой фундаментально обоснованный и практически значимый подход к обеспечению информационной безопасности, основанный на строгих математических и логических методах. В отличие от эмпирических способов тестирования, формальные методы позволяют не только обнаруживать отдельные ошибки, но и доказывать корректность протоколов в рамках заданных моделей угроз, что обеспечивает более высокий уровень доверия к цифровым системам. Использование таких моделей, как Dolev–Yao model, а также формальных языков, включая π-calculus, создаёт теоретическую основу для анализа взаимодействий в распределённых системах. Практическая реализация этих подходов через инструменты, такие как ProVerif, AVISPA и Tamarin, подтверждает их эффективность в выявлении уязвимостей в реальных протоколах, включая SSL/TLS и Kerberos. Несмотря на существующие ограничения, связанные с вычислительной сложностью и необходимостью упрощения моделей, дальнейшее развитие формальных методов, включая автоматизацию доказательств и интеграцию с современными технологиями, открывает значительные перспективы для повышения надёжности и устойчивости криптографических систем. В совокупности это позволяет рассматривать формальную верификацию не только как инструмент анализа, но и как ключевой элемент методологии проектирования безопасных протоколов в условиях возрастающих киберугроз.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Danny Dolev, Andrew Yao. On the Security of Public Key Protocols. IEEE Transactions on Information Theory, 1983.
2. Roger Needham, Michael Schroeder. Using Encryption for Authentication in Large Networks of Computers. Communications of the ACM, 1978.
3. Gavin Lowe. Breaking and Fixing the Needham–Schroeder Public-Key Protocol Using FDR. Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems, 1996.
4. Robin Milner. Communicating and Mobile Systems: The π-Calculus. Cambridge University Press, 1999.
5. Blanchet B. Automatic Verification of Cryptographic Protocols: A Tutorial. Foundations and Trends in Privacy and Security, 2016.
6. Armando A. et al. The AVISPA Tool for the Automated Validation of Internet Security Protocols and Applications. CAV, 2005.
7. Meier S., Schmidt B., Cremers C., Basin D. The Tamarin Prover for the Symbolic Analysis of Security Protocols. CAV, 2013.


ISSN 3030-3907

8. Rescorla E. SSL and TLS: Designing and Building Secure Systems. Addison-Wesley, 2001.
9. Kaufman C., Perlman R., Speciner M. Network Security: Private Communication in a Public World. Prentice Hall, 2002.
10. Menezes A., van Oorschot P., Vanstone S. Handbook of Applied Cryptography. CRC Press, 1996.


ISSN 3030-3907

UDK 621.311.1

# TAQSIMLOVCHI ELEKTR TARMOQLARINING HOLATINI VA SAMARADORLIGINI BAHOLASH.

**Xudayarov Muzaffar Burxonovich,**
*Toshkent davlat texnika universiteti professori.*
**Bobonazarov Bahrom Sirjevich,**
*Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti.*
**Rahmonov Sarvar Ruslan o‘g‘li,**
*Qarshi davlat texnika universiteti, magistranti*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada 6–10 kV kuchlanishli taqsimlovchi elektr tarmoqlarining joriy holati kompleks tahlil qilinib, energiya samaradorligini oshirish masalalari ilmiy asosda yoritilgan. Transformatorlarning yuklanish darajasi va salt ishlash rejimlari elektr energiyasi yo‘qotishlarini baholashning asosiy mezonlari sifatida qabul qilinib, ularning tarmoqdagi umumiy isroflarga ta’siri aniqlangan. Tadqiqot natijasida yuklanish koeffitsiyentiga asoslangan samaradorlikni baholashning takomillashtirilgan metodikasi ishlab chiqilib, u “Muruntov” koni 102-nimstansiyasining 6 kV tarmoqlari misolida amaliy jihatdan asoslangan.

**Kalit so‘zlar:** Energiya samaradorligi, energiya tejamkor, Yuklanish koeffitsiyenti, baholash metodikasi, maksimal samaradorlik, PROD 10/6, o‘zgarishlar diapazoni.

**Аннотация.** В данной статье проведен комплексный анализ текущего состояния распределительных электрических сетей напряжением 6–10 кВ и научно обоснованы вопросы повышения энергоэффективности. Степень загрузки трансформаторов и режимы холостого хода приняты в качестве основных критериев оценки потерь электроэнергии, определено их влияние на общие потери в сети. В результате исследования разработана усовершенствованная методика оценки эффективности на основе коэффициента загрузки, которая практически обоснована на примере сетей 6 кВ 102-й подстанции месторождения «Мурунтау».

**Ключевые слова:** Энергоэффективность, энергосбережение, коэффициент нагрузки, методика оценки, максимальная эффективность, PROD 10/6, диапазон изменений.

**Abstract**. This article provides a comprehensive analysis of the current state of 6–10 kV power distribution networks and highlights the issues of increasing energy efficiency on a scientific basis. Transformer load levels and no-load operation modes are adopted as the primary criteria for evaluating electricity losses, and their impact on total network losses is identified. As a result of the research, an improved methodology for efficiency assessment based on the load


ISSN 3030-3907

factor was developed and practically validated using the 6 kV networks of the 102nd substation at the "Muruntau" mine.

**Keywords:** Energy efficiency, energy saving, load factor, assessment methodology, maximum efficiency, PROD 10/6, range of variations.

**KIRISH**.

Hozirgi vaqtda 6–10 kV kuchlanishli taqsimlovchi elektr tarmoqlarida kuch transformatorlarining uzoq muddat davomida kam yuklanish yoki salt ishlash rejimlarida ishlashi keng kuzatilmoqda. Ayniqsa, yuklama grafigi keskin o‘zgaruvchan bo‘lgan taqsimlovchi punktlar va iste’molchilarning notekis elektr yuklari bilan tavsiflanadigan hududlarda transformatorlar bir necha soatlab past yuklanish darajasida yoki umuman yuklamasiz holda faoliyat yuritadi. Mazkur rejimlarda transformatorlarning magnit tizimini ish holatida ushlab turish uchun zarur bo‘lgan reaktiv magnetlanish quvvati iste’moli ortadi. Ushbu quvvat asosan magnit oqimini hosil qilishga sarflanadi va natijada salt ishlash isroflari, ya’ni po‘latdagi yo‘qotishlar ulushi sezilarli darajada oshadi. Shuningdek, past yuklanish sharoitida transformatorlarning foydali ish koeffitsiyenti kamayadi, bu esa umumiy elektr energiyasi yo‘qotishlarining ortishiga va taqsimlovchi tarmoq samaradorligining pasayishiga olib keladi. Bundan tashqari, taqsimlovchi tarmoqlarda reaktiv quvvat iste’molining ortishi toklarning oshishiga, kuchlanish darajasining pasayishiga hamda uzatish elementlarida qo‘shimcha aktiv quvvat yo‘qotishlarining yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi. Bu holat, o‘z navbatida, elektr energiyasining sifat ko‘rsatkichlariga ham salbiy ta’sir etib, iste’molchilar uchun yetkazib berilayotgan energiyaning ishonchliligi va samaradorligini kamaytiradi.

Shu sababli 6–10 kVli taqsimlovchi elektr tarmoqlarining ish samaradorligini oshirish va mavjud yo‘qotishlarni kamaytirish masalalari dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Tarmoq samaradorligini baholashda o‘rnatilgan kuch transformatorlarining yuklanish koeffitsiyenti muhim mezon sifatida qaraladi, chunki ushbu ko‘rsatkich transformatorlarning nominal quvvatdan foydalanish darajasini, ularning optimal ish rejimlarini hamda energiya yo‘qotishlariga ta’sirini kompleks tarzda aks ettiradi. Shu bois, transformatorlarning optimal yuklanish darajasini ta’minlash, ularning salt ishlash vaqtini qisqartirish, yuklamalarni ratsional taqsimlash hamda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash orqali taqsimlovchi tarmoqlarning umumiy energiya samaradorligini oshirish mumkin. Ushbu yondashuvlar amaliy jihatdan tarmoqdagi texnik yo‘qotishlarni kamaytirish, ekspluatatsiya xarajatlarini pasaytirish va elektr energiyasidan samarali foydalanishni ta’minlashga xizmat qiladi [2, 3].

**Taqsimlovchi elektr tarmoqlarining samaradorligini baholash metodikasi.** Energiya samaradorligi ko‘rsatkichiga mos keladigan


ISSN 3030-3907

transformatorning energiya tejamkor yuklamasini ($S_{TET}$) quyidagi ifoda yordamida topish mumkin:

$$S_{TET} = S_{nom} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_{salt.ish}}{\Delta P_{q.t}}} \quad (1)$$

bu yerda $S_{nom}$- transformatorning nominal to‘la quvvati, kVA; $\Delta P_{salt.ish}$ - salt ishlash (yuksiz) aktiv quvvat yo‘qotishlari, kW; $\Delta P_{q.t}$- qisqa tutashuv vaqtidagi aktiv quvvat yo‘qotishlar, kW.

Transformatorning energiya tejamkor yuklamasi va transformatorning nominal to‘la quvvatining nisbati energiya samaradorligi ko‘rsatkichiga mos keladigan $k_{yuk}^{ES}$ transformatorining yuklanish koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$k_{yuk}^{ES} = \frac{S_{TET}}{S_{nom}} \quad (2)$$

1 va 2 ifoda orqali bitta transformator uchun maksimal samaradorlikka mos keladigan yuklanish koeffitsiyentini topamiz:

$$k_{yuk}^{ES} = \sqrt{\frac{\Delta P_{salt.ish}}{\Delta P_{q.t}}} \quad (3)$$

Agar elektr ta’minoti tizimining taqsimlovchi tarmog‘ida (TT) bir nechta kuch transformator mavjud bo‘lsa, TT uchun maksimal samaradorlikka mos keladigan yuklanish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$k_{yuk.TT}^{ES} = \frac{\sum_{i=1}^{n} k_{yuk.i}^{ES} \cdot S_{nom.i}\cdot}{\sum_{i=1}^{n} S_{nom.i}} \quad (4)$$

TT ning yuklanish koeffitsiyentini haqiqiy qiymati bosh tugundagi umumiy quvvati va transformatorlarning nominal quvvati nisbati bilan belgilanadi:

$$k_{yuk}^{\text{TT}} = \frac{S_{bt}}{S_{\Sigma\, nom}} = \frac{S_{bt}}{\sum_{i=1}^{n} S_{nom.i}} \quad (5)$$

Bu yerda, $S_{bt}$ – TT ning bosh tugundagi umumiy to‘la quvvati; $S_{\Sigma\, nom}$- TT transformatorlarining umumiy o‘rnatilgan to‘la quvvati.

Yuklanish koeffitsiyentining haqiqiy qiymatlarini maksimal samaradorlikka mos keladigan koeffitsiyent bilan taqqoslash orqali elektr ta’minoti tizimlarining samaradorligini nazorat qilish mumkin bo‘ladi.

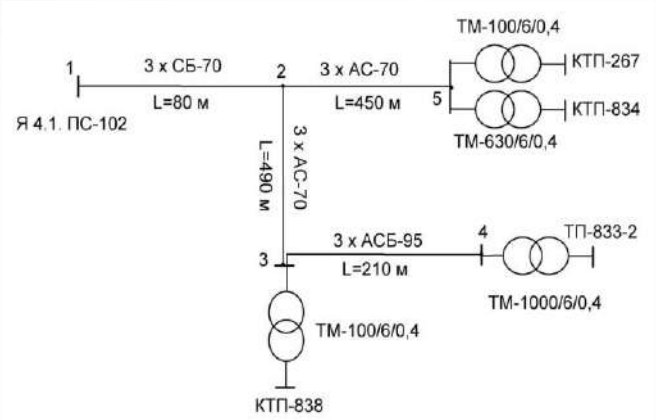
**Elektr ta’minoti tizimlarining samaradorligini baholash.**

Yuqoridagi baholash metodikasidan kelib chiqib, elektr tarmoqlarining samaradorligini baholashni Muruntov konining elektr ta’minoti tizimining 102 nimstansiyasidan (JIK-102-2-1 1-rasm) 6 kV TT misolida ko‘rib chiqamiz.

Energiya samaradorligini baholash uchun dastlabki ma’lumotlar sifatida elektr ta’minoti to‘g‘risidagi ma’lumotlar va shunga mos ravishda 2025 yil


ISSN 3030-3907

iyul,avgust va sentabr oylari uchun elektr energeya yo‘qotishlarini hisoblash natijalari berilgan.




**1-rasm. 6 kVli ЛК-102-2-1 taqsimlovchi tarmog‘ining bir chiziqli sxemasi**

ЛК-102-2-1 TTlarning transformatorlari uchun maksimal samaradorlikka mos keladigan yuklanish koeffitsiyentini aniqlaylik (1- jadval).

**1-jadval**

**ЛК-102-2-1 TTning maksimal samaradorligiga mos keladigan yuklanish koeffitsiyenti.**

| № | Tugun yuklamalari nomlanishi | Transformator markasi | $S_{nom}$ kVA | $\Delta P_{q.t}$ kW | $\Delta P_{s.ish}$ kW | $k_{yuk}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 267 KTП | TM-100/6 | 100 | 1,97 | 0,36 | 0,427 |
| 2 | 834 KTП | TM-630/6 | 630 | 7,6 | 1,56 | 0,453 |
| 3 | 838 KTП | TM-100/6 | 100 | 1,97 | 0,36 | 0,427 |
| 4 | 833_2 KTП | TM-1000/6 | 1000 | 12,2 | 2,45 | 0,448 |
| 5 | Umumiy | | 1830 | 23,74 | 4,73 | 0,448 |

2025 yil iyul,avgust va sentabr oylari uchun ЛК-102-2-1 TTning haqiqiy rejim va elektr energeya yo‘qotishlar hisoblash natijalariga ko‘ra qiymatlari aniqlandi. Ushbu qiymatlar orqali, 5-ifodadan foydalanib, biz 2-jadvalda keltirilgan yuklanish koeffitsiyentining o‘rtacha oylik qiymatini aniqlaymiz.

**2-Jadval**

**ЛК-102-2-1 TTining o‘rtacha oylik yuklanish koeffitsiyenti**

| Kursatgichlar | birlik | iyul | avgust | sentabr |
|---|---|---|---|---|
| T | soat | 744 | 744 | 720 |
| $S_{bt}$ | kW | 42 | 67 | 71 |
| $S_{nom}$ | kW | 1830 | 1830 | 1830 |
| $k_{yuk.TT}$ | - | 0,023 | 0,037 | 0,039 |


ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| $k_{yuk.o'r.TT}$ | | 0,033 |

PROD 10/6 dasturidan foydalanib, biz ЛК-102-2-1 TTning maksimal samaradorligiga va haqiqiy qiymatlariga mos keladigan yuklanish koeffitsiyentida elektr energiya yo‘qotiishlari hisoblandi (3-jadval).

LK-102-2-1 taqsimlovchi tarmog‘i uchun ko‘rib chiqilayotgan davr mobaynida transformatorning o‘rtacha oylik yuklanish koeffitsiyenti uning maksimal samaradorlikka mos keluvchi optimal qiymatiga nisbatan 13,6 barobar past ekani aniqlangan. Bu holat transformatorning nominal quvvatidan yetarli darajada foydalanilmayotganini hamda uning asosan past yuklanish yoki yuksiz ish rejimlarida ishlayotganini ko‘rsatadi. Natijada, tarmoqning yuklamali ish rejimlarida yuzaga keladigan o‘zgaruvchan (yuklamaga bog‘liq) yo‘qotishlar 17,3 barobar kamaygan bo‘lsa-da, yuksiz ish rejimidagi doimiy yo‘qotishlar, xususan, magnitlanish va po‘latdagi yo‘qotishlar 17,9 barobar ortgan. Bu esa transformatorning past yuklanish sharoitida ishlashi natijasida doimiy yo‘qotishlar ulushining keskin oshib ketishi bilan izohlanadi.

**3-jadval**

**ЛК-102-2-1 TT bo‘yicha EEYlarini hisoblash natijalarini qiyosiy tahlili.**

| Kursatgich | birlik | $k_{yuk.es}$ | $k_{yuk.o'r.oy}$ |
|---|---|---|---|
| $k_{yuk}$ | - | 0,448 | 0,033 |
| W | ming.kW*s | 520 | 30 |
| $\Delta W_{yuk}$ | ming.kW*s | 6,13 | 0,02 |
| $\Delta W_{s.ish}$ | ming.kW*s | 1,47 | 1,523 |
| $\Delta W_{\Sigma}$ | ming.kW*s | 7,6 | 1,543 |
| $\Delta W_{yuk}$ | % | 1,179 | 0,068 |
| $\Delta W_{s.ish}$ | % | 0,283 | 5,077 |
| $\Delta W_{\Sigma}$ | % | 1,462 | 5,145 |

Shu bilan birga, umumiy elektr energiyasi yo‘qotishlari 3,5 barobar oshgan bo‘lib, bu taqsimlovchi tarmoqning energiya samaradorligi sezilarli darajada pasayganini ko‘rsatadi. Olingan natijalar transformatorlarning yuklanish koeffitsiyentini optimallashtirish, ularning ish rejimlarini ratsional tashkil etish hamda yuksiz ishlash vaqtlarini qisqartirish zarurligini ko‘rsatadi.

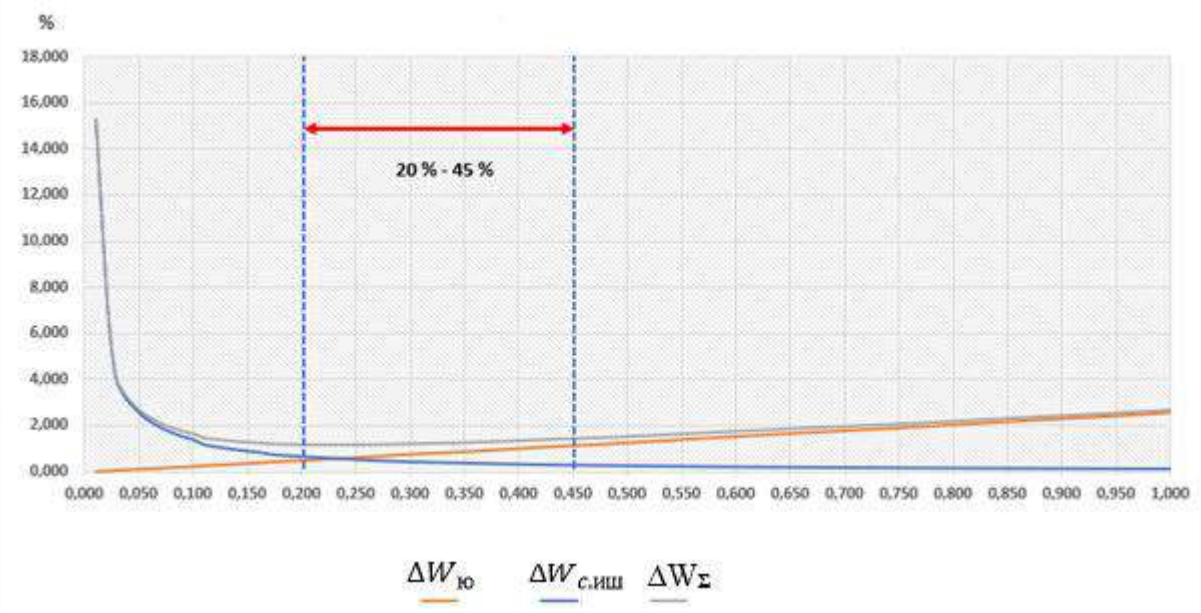
**Yuklanish koeffitsiyentining ruxsat etilgan chegaralarini aniqlash.** TT yuklanish koeffitsiyentining ruxsat etilgan chegaralarini aniqlash uchun biz ЛК-102-2-1 TT uchun yuklanish koeffitsiyentining turli qiymatlarida elektr energiya yo‘qotishlari bir qator hisob-kitoblarni amalga oshiramiz.


ISSN 3030-3907

Hisob-kitob natijalariga asoslanib ЛК-102-2-1 TT ning yuklanish koeffitsiyentiga qarab elektr energiya yo‘qotishlarining o‘zgarishi (% da) grafiklari tuzilgan(2-rasm).

Energiya samaradorligi bo‘yicha olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ЛК-102-2-1 taqsimlovchi tarmoq uchun transformator yuklanish koeffitsiyentining o‘zgarish diapazoni umumiy o‘rnatilgan quvvatga nisbatan 0,2 dan 0,45 gacha (ya’ni 20–45%) oraliqda bo‘lishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Mazkur oraliqda transformatorlarning ishlash rejimi nisbatan optimal bo‘lib, energiya yo‘qotishlari minimal darajaga yaqinlashadi.

Hisob-kitob natijalariga ko‘ra, ЛК-102-2-1 taqsimlovchi tarmoqda elektr energiyasi yo‘qotishlarining eng kichik qiymati yuklanish koeffitsiyenti 0,26 (26%) bo‘lgan holatda kuzatiladi. Ushbu rejimda umumiy elektr energiyasi yo‘qotishlari 3,463 ming kW·soatni tashkil etib, 300 ming kW·soat hajmdagi elektr energiyasini yetkazib berishga nisbatan 1,154% ga teng bo‘ladi. Bu ko‘rsatkich tarmoqning eng minimal elektr energiya yo‘qotishlariga to‘g‘ri keladi.




**2-rasm. ЛК-102-2-1 TT yuklanish koeffitsiyentiga bog‘liq elektr energiya yo‘qotishlarining o‘zgarishlar grafigi (% da).**

Shu bilan birga, o‘tkazilgan tahlillar asosida ЛК-102-2-1 taqsimlovchi tarmoq uchun transformator yuklanish koeffitsiyentining maqbul oralig‘i 0,2 dan 0,5 gacha (20–50%) deb qabul qilinishi, transformatorlarning doimiy (yuksiz) yo‘qotishlar, ham yuklamaga bog‘liq yo‘qotishlar o‘rtasida optimal nisbat ta’minlanishiga erishiladi.

**XULOSA.** Olib borilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, transformatorlarning haqiqiy (o‘rtacha oylik) yuklanish koeffitsiyentlari maksimal energiya samaradorligiga mos keluvchi optimal qiymatlardan sezilarli


ISSN 3030-3907

darajada past. Jumladan, ЛК-102-2-1 taqsimlovchi tarmoq uchun ushbu tafovut 13,6 barobarni tashkil etadi. Bu holat transformatorlardan foydalanish darajasi yetarli emasligini va ularning asosan past yuklanish yoki yuksiz ish rejimlarida ishlayotganini ko‘rsatadi.

Energiya samaradorligini ta’minlash nuqtai nazaridan, transformatorlarning yuklanish koeffitsiyenti uchun maqbul diapazon sifatida umumiy o‘rnatilgan quvvatga nisbatan 0,2 dan 0,5 gacha (ya’ni 20–50%) oraliqni qabul qilish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Mazkur diapazonda transformatorlarning ishlash rejimi optimal bo‘lib, doimiy va o‘zgaruvchan yo‘qotishlar o‘rtasida muvozanat ta’minlanadi.

Yuklanish koeffitsiyenti tahlili shuni ko‘rsatadiki, taqsimlovchi tarmoqlarda elektr energiyasi yo‘qotishlarining muhim qismi aynan kuch transformatorlarining kam yuklanishi bilan bog‘liq. Shu bois, elektr ta’minoti tizimlarining taqsimlovchi tarmoqlarida past yuklanish bilan ishlayotgan transformatorlarni aniqlash va ularni optimallashtirishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish dolzarb amaliy vazifa hisoblanadi.

Elektr ta’minoti tizimlarining energiya samaradorligini oshirish maqsadida quyidagi asosiy texnik chora-tadbirlarni amalga oshirish tavsiya etiladi: transformatorlarni almashtirish (agar ular nominal quvvatining 20% dan kamrog‘i bilan muntazam yuklanayotgan bo‘lsa), ularni qayta guruhlash va yuklamalarni optimal taqsimlash, transformator yukini boshqa samaraliroq ishlayotgan transformatorlarga o‘tkazish, shuningdek ayrim hollarda transformatorlarni vaqtincha o‘chirish orqali ularning yuksiz ishlash muddatini qisqartirish.

Mazkur chora-tadbirlarni amaliyotga joriy etish natijasida taqsimlovchi tarmoqlarda elektr energiyasi yo‘qotishlarini kamaytirish, ekspluatatsiya samaradorligini oshirish hamda umumiy energiya tejamkorligini ta’minlash mumkin bo‘ladi.

## ADABIYOTLAR

1. Power Transformers – Introduction to measurement of losses. Document published: August 2016 Lead author of this document: Angelo Baggini (ECD) Project coordinator: WIP. Horizon 2020 programme Project acronym: INTAS Project full name: Industrial and tertiary product Testing and Application of Standard/ (https://www.intastesting.eu/storage/app/media/INTAS_transformers_descr.pdf).

2. Ефременко В.М. Анализ влияния нагрузки силовых трансформаторов на потребление реактивной мощности // В.М. Ефременко, Р.В. Беляевский // Вестн. Кузбасского гос. Тех. унив., 2009. № 6. с. 46-48.

3. Наумов И. В., Карамов Д. Н., Третьяков А. Н., Якупова М. А., Федоринова Э. С. Исследование загрузки силовых трансформаторов в системах


ISSN 3030-3907

сельского электроснабжения. Safety and Reliability of Power Industry 2020, vol. 13, no. 4, pp. 282 – 289. https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-4-282-289.

4. Алюнов А.Н., Бабарушкин В.А., Вяткина О.С. Оптимизация режимов работы силовых трансформаторов // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии, 2014.–URL: //articles.php?id=114.

5. Zeynep Kaya, Nazim Imal. On power transformers energy efficiency based load transfer analysis/ International Journal of Energy Applications and Technologies, December 2018. doi: 10.31593/ijeat.442589.

6. Baidak Yu., Matukhno V., Chaikovskiy V. Energe efficient transformers with various load graphics for the consumers of electric power// Refrigeration Engineering and Technology 52(2), June 2016 // doi: 10.21691/ret.v52i2.59.

7. Ивакин В. Н., Ковалев В. Д., Магницкий А. А. Нормирование энергоэффективности распределительных трансформаторов // Энергия единой сети 2017; 5 (34): 20 – 31.

8. Котов Г. Н. Потери в силовом трансформаторе и как их уменьшить [Текст] // Г. Котов // Радиоаматор, 2016; № 2: с. 14 – 17.


ISSN 3030-3907

# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИЗУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА DRAW.IO

**Махмудов Г.Б.**
*Навоийский государственный горно-технологический университет*
**Туктарова Р.Р.**
*Азиатский международный университет*

**Аннотация.** В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты применения программы Draw.io в процессе преподавания информатики. Особое внимание уделяется роли визуального моделирования как эффективного средства формирования алгоритмического и логического мышления обучающихся. Проведен анализ современных научных подходов к использованию цифровых технологий в образовании, а также обобщен зарубежный и отечественный опыт внедрения графических и диаграммных инструментов в учебный процесс. Разработана методика обучения информатике на основе поэтапного использования программы Draw.io, включающая освоение интерфейса, построение базовых блок-схем, моделирование алгоритмов и выполнение проектных заданий. В работе также рассмотрены возможности автоматизации построения диаграмм с использованием языков программирования (в частности Python) и генерации XML-структур формата .drawio. Результаты экспериментального исследования показали повышение уровня усвоения учебного материала, развитие алгоритмического мышления и рост мотивации обучающихся. Сделан вывод о целесообразности интеграции Draw.io в образовательный процесс как эффективного инструмента визуализации и цифровой педагогики.

**Ключевые слова:** Draw.io, визуальное моделирование, обучение информатике, цифровые технологии, алгоритмическое мышление, блок-схемы, автоматизация диаграмм, Python.

**Abstract.** This article examines the theoretical and practical aspects of using Draw.io in computer science teaching. Particular attention is paid to the role of visual modeling as an effective means of developing students' algorithmic and logical thinking. It analyzes modern scientific approaches to the use of digital technologies in education and summarizes international and domestic experience in integrating graphic and diagrammatic tools into the educational process. A computer science teaching methodology based on the step-by-step use of Draw.io was developed. This methodology includes mastering the interface, constructing basic flowcharts, modeling algorithms, and completing project assignments. The study also explored the potential for automating diagram construction using

programming languages (specifically Python) and generating XML structures in the .drawio format. The results of the experimental study demonstrated improved learning, development of algorithmic thinking, and increased student motivation. It was concluded that integrating Draw.io into the educational process is beneficial as an effective visualization and digital pedagogy tool.

**Keywords.** Keywords: Draw.io, visual modeling, computer science education, digital technologies, algorithmic thinking, flowcharts, diagram automation, Python.

**Annotatsiya.** Maqolada informatika o‘qitish jarayonida Draw.io dasturini qo‘llashning nazariy va amaliy jihatlari ko‘rib chiqiladi. O‘quvchilarning algoritmik va mantiqiy fikrlashini shakllantirishning samarali vositasi sifatida vizual modellashtirishning roliga alohida e’tibor qaratilgan. Ta’limda raqamli texnologiyalardan foydalanishning zamonaviy ilmiy yondashuvlari tahlil qilingan, shuningdek, o‘quv jarayoniga grafik va diagramma vositalarini joriy etish bo‘yicha xorijiy va mahalliy tajriba umumlashtirilgan. Draw.io dasturidan bosqichma-bosqich foydalanishga asoslangan informatika o‘qitish metodikasi ishlab chiqilgan bo‘lib, u interfeysni o‘zlashtirish, tayanch blok-sxemalarni qurish, algoritmlarni modellashtirish va loyiha topshiriqlarini bajarishni o‘z ichiga oladi. Ishda, shuningdek, dasturlash tillari (xususan, Python) yordamida diagrammalar qurishni avtomatlashtirish va .drawio formatidagi XML-strukturalarni yaratish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Tajriba tadqiqoti natijalari o‘quv materialini o‘zlashtirish darajasi oshganligini, algoritmik fikrlash rivojlanganligini va o‘quvchilar motivatsiyasi o‘sganligini ko‘rsatdi. Draw.io dasturini vizuallashtirish va raqamli pedagogikaning samarali vositasi sifatida ta’lim jarayoniga integratsiya qilish maqsadga muvofiqligi to‘g‘risida xulosa chiqarilgan.

**Kalit so‘zlar:** draw.io, vizual modellashtirish, informatika o‘qitish, raqamli texnologiyalar, algoritmik fikrlash, blok-sxemalar, diagrammalarni avtomatlashtirish, Python.

**ВВЕДЕНИЕ.**

Широкое внедрение цифровых технологий в современную систему образования становится глобальной тенденцией. В частности, использование информационно-коммуникационных технологий в инженерном образовании не только повышает эффективность передачи знаний, но и служит важным инструментом подготовки студентов к практической работе. Поскольку сегодня большая часть производственных, проектных и технологических процессов осуществляется в цифровой среде, инженеры-специалисты должны владеть современными графическими и инструментами моделирования.


ISSN 3030-3907

Современные исследования показывают, что визуальное представление информации облегчает когнитивную нагрузку обучающихся, способствует лучшему пониманию сложных концепций и ускоряет процесс усвоения знаний. Одним из доступных и функциональных инструментов визуализации является программа Draw.io (diagrams.net), позволяющая создавать разнообразные схемы, диаграммы и модели.

Визуальное моделирование рассматривается как способ представления знаний в графической форме, обеспечивающий более глубокое понимание учебного материала. Согласно теории когнитивной нагрузки [1], использование графических элементов снижает перегрузку рабочей памяти и облегчает усвоение информации.

Р. Майер [2] в своей теории мультимедийного обучения подчеркивает, что комбинирование текстовой и визуальной информации значительно повышает эффективность обучения. В свою очередь, исследования M. Hegarty [3] показывают, что диаграммы способствуют развитию пространственного и логического мышления.

Технологии визуального моделирования имеют особое значение в развитии инженерного мышления. Представление сложных технологических процессов с помощью графиков и диаграмм позволяет быстрее и эффективнее учиться. В этом отношении программа Draw.io является одним из удобных и эффективных инструментов, широко используемых в инженерном образовании. Цифровые технологии стали неотъемлемой частью современной системы образования. В инженерном образовании эти технологии играют важную роль в оптимизации учебного процесса, моделировании сложных систем и развитии практических навыков [4, 7]. Современный инженер должен обладать не только теоретическими знаниями, но и уметь решать реальные задачи с помощью цифровых инструментов. Цифровые технологии создают возможности для создания интерактивной учебной среды, виртуального моделирования реальных процессов, развития дистанционного обучения и индивидуализации учебного процесса. В результате образовательный процесс становится более эффективным и ориентированным на студента.

Графические инструменты используются в инженерном образовании уже много лет. Сегодня компьютерная графика и диаграммы заменяют традиционные чертежи. Диаграммы представляют сложные системы в упрощенной форме. Преимущества графических инструментов включают в себя облегчение визуального восприятия информации, ускорение понимания сложных процессов, развитие системного мышления и


ISSN 3030-3907

облегчение выявления ошибок. Поэтому диаграммы считаются важным учебным инструментом в инженерных дисциплинах [5-6].

Draw.io — это бесплатная и многофункциональная программа для создания диаграмм, позволяющая создавать блок-схемы, UML-диаграммы, технические чертежи и другие графические модели [7].

Зарубежный опыт показывает, что инструменты для создания диаграмм играют важную роль в повышении качества образования. Многие университеты интегрировали Draw.io и аналогичные инструменты в учебный процесс. В местном опыте внедрение этих инструментов также осуществляется постепенно. В результате студенты лучше понимают учебный материал и быстрее приобретают практические навыки [8].

Внедрение программы Draw.io в образовательный процесс включает следующие этапы:

1. Ознакомление с программой;
2. Создание простых диаграмм;
3. Моделирование сложных систем;
4. Самостоятельная проектная работа.

Эта методика позволяет учащимся развиваться поэтапно. Блок-схемы являются важным инструментом в развитии алгоритмического мышления. С помощью Draw.io алгоритмы представляются в графической форме, что облегчает их понимание. В результате развивается логическое мышление учащихся, формируются алгоритмические навыки и повышаются способности к решению задач. Возможности программы Draw.io представлены на рис. 1.


ISSN 3030-3907




**Рис. 1. Возможности программы Draw.io**

Создание диаграмм Draw.io, программным способом реализуется через генерацию XML-файлов структуры диаграммы. Основные методы включают использование библиотек Python (Drawpyo или Diagrams), генерацию XML через ИИ-модели или использование расширения Draw.io в VS Code для автоматизации. Файлы сохраняются в формате .drawio (XML).

**Drawpyo.** Библиотека специально для создания файлов draw.io. Позволяет создавать объекты, узлы и ребра, форматировать их, а затем экспортировать в файл.

**Diagrams.** Модуль для отрисовки облачных архитектурных диаграмм с помощью кода.

**Генерация XML (ChatGPT/ИИ).** Описать структуру диаграммы, используя XML-теги <mxCell> (определения фигур). Попросить ИИ сгенерировать корректный XML-код на основе этих данных. Сохранить полученный ответ в файл с расширением .draw.io.

**Draw.io в VS Code.** Данный плагин позволяет редактировать диаграммы, которые могут быть связаны с кодом проекта. Файлы draw.io это просто XML-документы, описывающие элементы, их стили и связи, что делает их идеальными для генерации любым языком программирования, поддерживающим работу с XML/текстом. Каждый, кто хоть раз строил диаграмму в draw.io или Google Diagrams, помнит всю медлительность этого процесса. Работу можно упростить опираясь на материал, в котором шаг за


ISSN 3030-3907

шагом показывается, как можно строить красивые архитектурные диаграммы с помощью Python. Главное удобство — встроенные узлы для обозначения сервисов и языков программирования. При использовании только одного лишь кода. Существует библиотека Python называется Diagrams. С помощью этой библиотеки, можно создать красивые диаграммы. Можно было потратить большое количество времени в использовании изображений в Draw.io, чтобы все правильно выровнять.

Библиотека диаграмм предоставляет компоненты от различных поставщиков. Возможно, что-то из этого списка соответствует задачам.

**AWS/GCP/Azure –** предоставляют официальные ресурсы облачных сервисов для диаграммы. Команда в основном работает в GCP, можно было потратить часы на создание этих диаграмм вручную, прежде чем использовать эту библиотеку.

**Универсальные и локальные –** эти узлы, скорее всего, будут использоваться вместе в случае, если будет нужда проиллюстрировать технологии в облаке независимо от него. Например, предоставление архитектуре компонента Beam поверх отображения Google DataFlow.

**Фреймворки** – эти компоненты полезны, когда нужно показать язык программирования.

**SaaS –** коллекция узлов SaaS, которые можно использовать, если нужно показать, что в архитектуре есть уведомления вроде Slack.

Потребуется Python 3.6 или выше. Также нужна GraphViz: она визуализирует диаграммы. В репозитории Github имеется раздел «Начало работы». Для начала работы нужно выполнить следующую команду: **pip install diagrams**


ISSN 3030-3907

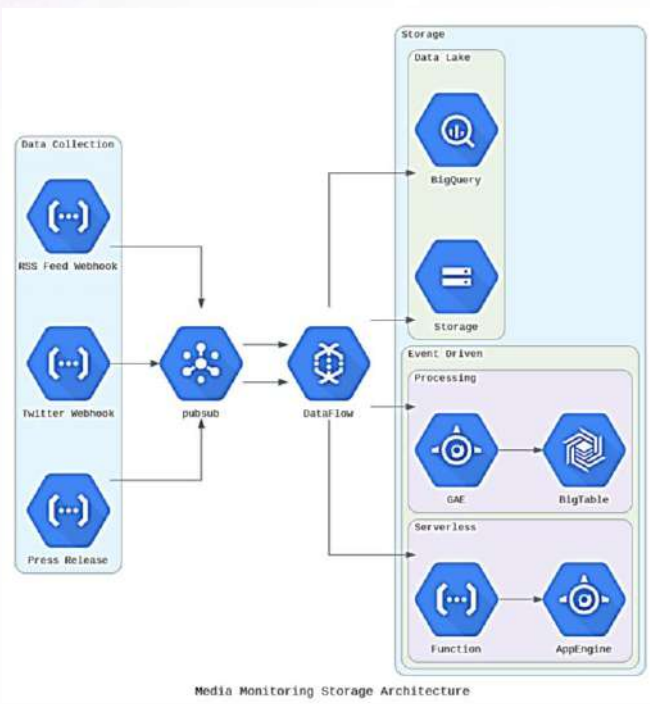



**Рис. 2.Типы компонентов**

Технические и нормативные документы играют очень важную роль в инженерной деятельности [9-10]. Это связано с тем, что при разработке и эксплуатации технических систем необходимо непосредственно создавать чертежи и схемы. С помощью программы Draw.io создаются технологические процессы, схемы систем и проектные диаграммы. Это готовит студентов к реальному производственному процессу. Использование Draw.io в практических занятиях способствует активному участию студентов, развивает командную работу и повышает творческое мышление. В рамках самостоятельного обучения студенты разрабатывают собственные проекты.

Современные образовательные технологии активно интегрируют цифровые инструменты в учебный процесс. В частности, в преподавании информатики используются:

- среды программирования
- системы визуального моделирования
- онлайн-платформы

Использование визуальных инструментов позволяет моделировать алгоритмы, структуры данных и информационные процессы.

В рамках исследования была разработана специальная методика обучения на основе Draw.io. Эта методика основана на сочетании теоретических знаний, практической подготовки и проектной работы. Экспериментальные результаты показали, что уровень знаний учащихся повысился, понимание ускорилось, а практические навыки развились. Было


ISSN 3030-3907

установлено, что обучение с использованием наглядных пособий более эффективно, чем традиционные методы. Для эффективного использования программы Draw.io необходимо интегрировать ее в учебные программы, обучать учителей и расширять практическую подготовку.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Проведенное исследование подтвердило, что использование программы Draw.io в процессе обучения информатике способствует значительному повышению эффективности образовательного процесса. Визуальное представление алгоритмов, структур данных и информационных процессов позволяет обучающимся глубже понимать изучаемый материал, формировать системное и алгоритмическое мышление, а также развивать навыки анализа и проектирования. Разработанная методика, основанная на поэтапном внедрении визуальных инструментов, показала свою практическую результативность в условиях учебного процесса. Применение Draw.io не только облегчает восприятие сложных понятий, но и активизирует познавательную деятельность студентов, способствует развитию их самостоятельности и творческого подхода к решению задач.

Особый интерес представляет возможность автоматизации построения диаграмм с использованием языков программирования и генерации XML-структур, что открывает новые перспективы интеграции программирования и визуального моделирования. Это позволяет существенно сократить временные затраты на создание схем и повысить точность их построения. Таким образом, интеграция программы Draw.io в систему обучения информатике является актуальным и перспективным направлением развития цифрового образования, обеспечивающим подготовку специалистов, обладающих современными профессиональными компетенциями и способных эффективно работать в условиях цифровой трансформации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sweller J. Cognitive Load Theory // Psychology of Learning and Motivation. - 2011. Vol. 55. pp. 37–76.
2. Mayer R.E. Multimedia Learning. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 304 p.
3. Hegarty M. Learning with diagrams: Research and theory // Educational Psychology Review. — 2011. — Vol. 23, No. 4. — P. 483–503.
4. Jumaev O. et al. Fuzzy-logic system for regulating the temperature regime of a bioreactor in the process of bacterial oxidation //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 525. – С. 05011.


ISSN 3030-3907

5. Anderson T. E-learning in the 21st century: A framework for research and practice. — 2nd ed. — New York: Routledge, 2008. — 264 p.
6. CDIO Initiative. The CDIO Standards v.2.0 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.cdio.org (дата обращения: 2026).
7. diagrams.net (Draw.io). Official documentation [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.diagrams.net (дата обращения: 2026).
8. Жумаев О. А., Ковалева И. Л., Махмудов Г. Б. Управление температурным режимом процесса бактериального окисления на основе нечеткой логики //Системный анализ и прикладная информатика. – 2023. – №. 2. – С. 42-47.
9. Rustambekovich Y. N., Abdujalilovich J. O., Mahmudov G. Bioreaktor uchun noravshan rostlagichni modellashtirish va tahlil qilish //Илм-фан ва инновацион ривожланиш/ – 2024. – Т. 7. – №. 2. – С. 61-70.
10. Полат Е. С. Педагогические технологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. — М.: Академия, 2010. — 256 с.


ISSN 3030-3907

# QUYOSH RADIATSIYASINING MATEMATIK MODELLARI VA UNING ENERGIYA ISHLAB CHIQARISHGA TA‘SIRI

**Maksumov Mansurbek**
*Andijon davlat texnika instituti “Qurilish muhandisligi va arxitektura” kafedrasi assistenti*
**Yunusov Xikmatillo**
*Andijon davlat texnika instituti “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” yo‘nalishi 1-bosqich talabasi*
*E-mail: xikmatilloyunusovk2@gmail.com*
*Tel:95.256.59.70*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada quyosh energiyasidan samarali foydalanishning nazariy va amaliy asoslari, xususan, quyosh radiatsiyasini hisoblashning matematik modellari tahlil qilingan. Maqolada energetikaning insoniyat taraqqiyotidagi roli, qayta tiklanuvchi energiya manbalarining ahamiyati va O‘zbekiston hududidagi quyosh energiyasi salohiyati statistik ma’lumotlar asosida yoritilgan. Shuningdek, yassi quyosh kollektorlarining ishlash prinsiplari, astronomik, statistik, Angstrom-Prescott hamda parametrik modellar orqali quyosh nurlanishini prognoz qilish usullari keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** quyosh radiatsiyasi, qayta tiklanuvchi energiya, fotovoltaik, quyosh kollektori, matematik model, energetik potensial, geliotexnika, Angstrom-Prescott modeli, O‘zbekiston energetikasi.

**Аннотация.** В данной статье анализируются теоретические и практические основы эффективного использования солнечной энергии, в частности, математические модели расчета солнечной радиации. Рассматривается роль энергетики в развитии человечества, значение возобновляемых источников энергии и потенциал солнечной энергии в. Узбекистане на основе статистических данных. Также представлены принципы работы плоских солнечных коллекторов и методы прогнозирования солнечного излучения с помощью астрономических, статистических, Ангстрема-Прескотта и параметрических моделей.

**Ключевые слова:** Солнечная радиация, возобновляемая энергия, фотовольтаика, солнечный коллектор, математическая модель, энергетический потенциал, гелиотехника, модель.Ангстрема-Прескотта, энергетика Узбекистана.

**Abstract.** This article analyzes the theoretical and practical foundations of efficient solar energy utilization, specifically focusing on mathematical models for calculating solar radiation. The paper highlights the role of energy in human civilization, the significance of renewable energy sources, and the solar energy potential of.Uzbekistan based on statistical data. Furthermore, the operational

principles of flat-plate solar collectors and methods for forecasting solar radiation through astronomical, statistical, Angstrom-Prescott, and parametric models are discussed.

**Keywords:** Solar radiation, renewable energy, photovoltaics, solar collector, mathematical model, energy potential, solar engineering, Angstrom-Prescott model, energy of Uzbekistan.

**KIRISH.**

Energetika insoniyat taraqqiyotida hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Tabiiy yoqilg‘i resurslarining cheklanganligi va ekologik muammolarning kuchayishi qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan quyosh energiyasidan foydalanishni dolzarb masalaga aylantirmoqda.

Quyosh energiyasi — tuganmas va ekologik toza energiya manbai bo‘lib, undan samarali foydalanish texnologik va ilmiy yondashuvlarni talab etadi. Ayniqsa, quyosh radiatsiyasini aniqlash va prognoz qilish muhim vazifa hisoblanadi.

O‘zbekistonning geografik joylashuvi quyosh energiyasidan keng foydalanish imkonini beradi. Respublikada yiliga 2413–3045 soat quyoshli vaqt mavjud bo‘lib, bu yuqori energetik potensialni anglatadi.

Shu sababli, quyosh radiatsiyasining matematik modellarini ishlab chiqish va takomillashtirish quyosh energetikasi tizimlarini loyihalashda muhim ahamiyat kasb etadi.

**METODOLOGIYA.**

Tadqiqotda quyosh radiatsiyasini baholashning uch asosiy matematik modeli ko‘rib chiqildi:

**1.1. Astronomik model**

Atmosfera chegarasiga tushadigan radiatsiya quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$I_{ext} = I_{sc}\left[1 + 0.33\cos\left(\frac{360n}{365}\right)\right]$$

Bu yerda:

$I_{sc}$— quyosh doimiysi (~1367 W/m²)

$n$— yil kuni

**1.2. Angstrom–Prescott statistik modeli**

Quyosh nurlanishining yer sirtiga yetib kelishini baholash uchun quyidagi bog‘lanish ishlatiladi:

$$\frac{H}{H_0} = a + b\left(\frac{n}{N}\right)$$

Bu yerda:

$H$— yer sirtidagi radiatsiya


ISSN 3030-3907

$H_0$— atmosfera tashqarisidagi radiatsiya
$a, b$— empirik koeffitsiyentlar

**1.3. Parametrik (fizik) model — Hottel modeli**

To‘g‘ri quyosh radiatsiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$I_b = I_{ext} \cdot \tau_b$$

Atmosfera o‘tkazuvchanligi:

$$\tau_b = \alpha_0 + \alpha_1 e^{-\frac{k}{\cos\theta_z}}$$

Bu yerda:
$\theta_z$— zenit burchagi
$\alpha_0, \alpha_1, k$— parametrlar

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

Quyosh radiatsiyasini modellashtirish va undan samarali foydalanish masalalari ko‘plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan keng o‘rganilgan. Ushbu yo‘nalishdagi ilmiy ishlarda asosan quyosh radiatsiyasini aniqlash, prognozlash va energiya tizimlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan matematik modellar ishlab chiqilgan.

Dastlabki tadqiqotlarda quyosh radiatsiyasining astronomik asoslari muhim o‘rin tutadi. Bu yo‘nalishda olib borilgan ishlar Yerning Quyoshga nisbatan holati va orbital harakatiga asoslanib, atmosfera chegarasiga tushadigan radiatsiya miqdorini aniqlashga qaratilgan. Ushbu yondashuvlar keyinchalik barcha zamonaviy modellar uchun nazariy asos bo‘lib xizmat qilgan.

Statistik modellar ichida eng keng qo‘llaniladigani Angstrom–Prescott modeli hisoblanadi. Ushbu model birinchi bor quyosh nurlanishi va quyoshli soatlar davomiyligi o‘rtasidagi empirik bog‘liqlikni aniqlash orqali taklif etilgan. Keyinchalik bu model turli geografik hududlar uchun moslashtirilib, ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan takomillashtirilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, mazkur model oddiyligi va kam ma’lumot talab qilishi sababli rivojlanayotgan mamlakatlarda keng qo‘llaniladi.

Fizik yoki parametrik modellar esa quyosh radiatsiyasining atmosfera orqali o‘tish jarayonidagi fizik hodisalarni — yutilish, sochilish va aks etishni hisobga oladi. Bu yo‘nalishda Hottel modeli muhim o‘rin egallaydi. Ushbu model atmosfera shaffofligini aniqlash orqali yer sirtiga tushadigan to‘g‘ri radiatsiyani hisoblash imkonini beradi. Ilmiy adabiyotlarda ushbu modelning aniqligi yuqori baholanadi, ayniqsa quyosh energetikasi qurilmalarini loyihalashda.

So‘nggi yillarda quyosh radiatsiyasini modellashtirishda zamonaviy yondashuvlar — sun’iy intellekt, neyron tarmoqlar va mashinaviy o‘rganish algoritmlaridan foydalanish kengayib bormoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki,


ISSN 3030-3907

ushbu usullar katta hajmdagi meteorologik ma’lumotlar asosida yuqori aniqlikdagi prognozlar berish imkonini yaratadi.

Mahalliy olimlar tomonidan ham O‘zbekiston iqlim sharoitida quyosh radiatsiyasini baholash va undan samarali foydalanish bo‘yicha qator ilmiy ishlar olib borilgan. Ushbu tadqiqotlarda respublikaning yuqori quyosh potensialiga ega ekanligi asoslab berilgan hamda quyosh energetikasini rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlari belgilangan.

Shuningdek, quyosh kollektorlari va fotoelektr tizimlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlarda radiatsiya modellaridan keng foydalanilmoqda. Ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, modellashtirish natijalari qurilmalarni optimal joylashtirish, burchaklarini aniqlash va energiya ishlab chiqarishni prognoz qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, mavjud ilmiy adabiyotlar quyosh radiatsiyasini modellashtirishda uch asosiy yondashuv — astronomik, statistik va fizik modellar bir-birini to‘ldiruvchi tizim sifatida qo‘llanilishini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, zamonaviy texnologiyalar asosida yangi, yanada aniq va moslashuvchan modellarni ishlab chiqish zarurati mavjud.

## TAHLIL VA NATIJALAR.

Mazkur tadqiqotda quyosh radiatsiyasining uch asosiy matematik modeli — astronomik, statistik (Angstrom–Prescott) va fizik (parametrik) modellar asosida tahlil qilindi. Ushbu modellar orqali quyosh radiatsiyasining yer sirtiga tushish miqdori, uning o‘zgaruvchanligi hamda amaliy energetik tizimlarga ta’siri baholandi.

### Astronomik model natijalari

Astronomik model yordamida atmosfera tashqarisidagi quyosh radiatsiyasi miqdori aniqlanib, yil davomida uning davriy o‘zgarishi tahlil qilindi. Hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, radiatsiya miqdori yil fasllariga bog‘liq holda sinusoidal qonuniyat asosida o‘zgaradi. Yoz oylarida maksimal qiymatlar kuzatiladi, qish oylarida esa minimal darajaga tushadi.

Mazkur model nazariy maksimal energiya oqimini aniqlashda muhim bo‘lib, keyingi hisoblashlar uchun boshlang‘ich baza vazifasini bajaradi. Biroq u atmosfera ta’sirini hisobga olmagani sababli amaliy natijalar bilan to‘liq mos kelmaydi.

### Statistik model (Angstrom–Prescott) tahlili

Statistik model asosida quyosh radiatsiyasining real sharoitdagi qiymatlari baholandi. Hisoblashlar natijasida quyosh radiatsiyasi bilan quyoshli soatlar ulushi o‘rtasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqlik mavjudligi aniqlandi.

$$\frac{H}{H_0} = a + b\left(\frac{n}{N}\right)$$


ISSN 3030-3907

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki:

- Quyoshli kunlar ulushi ortishi bilan radiatsiya miqdori ham ortadi
- Empirik koeffitsiyentlar (a va b) hudud iqlimiga sezilarli darajada bog‘liq
- Model oddiyligi sababli katta hajmdagi ma’lumotlar talab qilmaydi

O‘zbekiston sharoitida ushbu model yaxshi natija berishi kuzatildi, ayniqsa meteorologik kuzatuv ma’lumotlari mavjud bo‘lgan hududlarda.

**Fizik (parametrik) model natijalari**

Parametrik model orqali atmosfera ta’siri chuqurroq o‘rganildi. To‘g‘ri quyosh radiatsiyasi quyidagi ifoda orqali hisoblandi:

$$I_b = I_{ext} \cdot \tau_b$$

Atmosferaning o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau_b = \alpha_0 + \alpha_1 e^{-\frac{k}{\cos\theta_z}}$$

Natijalar quyidagilarni ko‘rsatdi:

- Zenit burchagi oshgan sari (quyosh past bo‘lganda) radiatsiya kamayadi
- Atmosfera shaffofligi radiatsiya miqdoriga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi
- Balandlik ortishi bilan radiatsiya miqdori oshadi

Ushbu model eng yuqori aniqlikni ta’minladi, chunki u fizik jarayonlarni hisobga oladi.

**Modellarni solishtirma tahlili**

**1-Jadval**

**Uchala model natijalari solishtirilganda quyidagi xulosalar olindi:**

| Model turi | Afzalliklari | Kamchiliklari |
|---|---|---|
| Astronomik | Oddiy, tez hisoblanadi | Atmosfera ta’siri hisobga olinmaydi |
| Statistik | Amaliy va moslashuvchan | Empirik koeffitsiyentlarga bog‘liq |
| Fizik | Yuqori aniqlik | Murakkab hisob-kitob |

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, amaliy energetika masalalarida bir nechta modellardan kompleks foydalanish eng samarali yondashuv hisoblanadi. Olingan natijalar asosida quyidagi amaliy xulosalar shakllantirildi:

- Quyosh panellarini joylashtirishda optimal burchakni tanlash radiatsiya miqdorini sezilarli oshiradi
- Yassi quyosh kollektorlarining samaradorligi past haroratli tizimlarda yuqori bo‘ladi
- O‘zbekiston hududida quyosh energiyasidan foydalanish yuqori iqtisodiy samaradorlikka ega


ISSN 3030-3907

Shuningdek, hisob-kitoblar quyosh energiyasidan foydalanish orqali an’anaviy yoqilg‘i resurslariga bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish mumkinligini ko‘rsatdi.

Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, quyosh radiatsiyasini matematik modellashtirish quyosh energetikasi tizimlarini samarali loyihalash va boshqarishda muhim vosita hisoblanadi. Eng yaxshi natijalarga erishish uchun esa astronomik, statistik va fizik modellarni birgalikda qo‘llash tavsiya etiladi.

**XULOSA.**

Mazkur tadqiqotda quyosh radiatsiyasining matematik modellarini tahlil qilish va ularning quyosh energetikasi tizimlaridagi ahamiyati kompleks ravishda o‘rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, quyosh radiatsiyasini aniqlash va prognoz qilishda astronomik, statistik hamda fizik modellar bir-birini to‘ldiruvchi yondashuvlar sifatida xizmat qiladi.

Astronomik model quyosh radiatsiyasining nazariy maksimal qiymatini aniqlashda asosiy boshlang‘ich bosqich bo‘lib xizmat qiladi, biroq u atmosfera ta’sirini hisobga olmasligi sababli amaliy qo‘llanishda cheklangan. Statistik modellar, xususan Angstrom–Prescott modeli, real meteorologik ma’lumotlarga asoslanib, quyosh radiatsiyasini yetarlicha aniqlikda baholash imkonini beradi va amaliy jihatdan qulay hisoblanadi. Fizik (parametrik) modellar esa atmosfera jarayonlarini chuqur hisobga olishi bilan yuqori aniqlikka ega bo‘lib, quyosh energetikasi qurilmalarini loyihalashda eng samarali usullardan biri sifatida namoyon bo‘ladi.

O‘zbekistonning tabiiy-iqlimiy sharoiti yuqori quyosh radiatsiyasi potensialiga ega ekanligini tasdiqlaydi. Bu esa quyosh energiyasidan keng foydalanish uchun katta imkoniyatlar mavjudligini anglatadi. Ayniqsa, fotoelektr panellar va quyosh kollektorlari samaradorligini oshirishda matematik modellar asosida optimal parametrlarni tanlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot davomida olingan natijalar asosida quyidagi asosiy xulosalar shakllantirildi:

– quyosh radiatsiyasini aniqlashda yagona modeldan foydalanish yetarli emas, kompleks yondashuv talab etiladi;

– statistik va fizik modellarni birgalikda qo‘llash eng aniq natijalarni beradi;

– quyosh energetikasi tizimlarining samaradorligi ko‘p jihatdan radiatsiya miqdorini to‘g‘ri baholashga bog‘liq;

– O‘zbekiston sharoitida quyosh energiyasidan foydalanish iqtisodiy va ekologik jihatdan yuqori samaradorlikka ega.

Shuningdek, kelgusida quyosh radiatsiyasini prognozlashda sun’iy intellekt, mashinaviy o‘rganish va katta ma’lumotlar texnologiyalaridan


ISSN 3030-3907

foydalanish dolzarb yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Bu esa yanada aniq va moslashuvchan modellarni yaratish imkonini beradi.

Umuman olganda, quyosh radiatsiyasining matematik modellarini chuqur o‘rganish va amaliyotga keng joriy etish qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish hamda energetik xavfsizlikni ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

## FOYDALANGAN ADABIYOTLARI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4422-sonli qarori. "Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishni yanada rag‘batlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida". – Toshkent, 2019-yil 22-avgust.
2. Zaxidov R.A. Texnologiya i ekonomika solnechnoy energetiki. – Tashkent: Fan, 2014. – 230 s. (Quyosh energiyasini o‘zgartirish usullari va iqtisodiy tahlili bo‘yicha).
3. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. – 4th Edition. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2013. – 910 p. (Quyosh radiatsiyasi modellari va kollektorlar tahlili uchun asosiy manba).
4. Xalimov A.G‘., Yunusov X. Geliotexnika: darslik. – Andijon: ADTI nashriyoti, 2024. (Quyosh nurlanishini o‘zgartirish va geliotexnika asoslari bo‘yicha).
5. QMQ 2.01.04-2018. Qurilish issiqlik texnikasi. – Toshkent: Qurilish vazirligi, 2018. (O‘zbekiston iqlim sharoitida binolarning energiya samaradorligi me’yorlari).
6. Avezov R.R., Orlov N.I. Solnechnie sistemi otopleniya i goryachego vodosnabjeniya. – Tashkent: Fan, 1988. (Yassi quyosh kollektorlari va issiq suv ta’minoti tizimlari bo‘yicha klassik manba).
7. World Bank Report. Uzbekistan: Energy Sector Analysis and Renewable Energy Potential. – Tashkent, 2022. (Respublikaning quyosh energiyasi potensiali va texnik ko‘rsatkichlari bo‘yicha statistik ma’lumotlar).


ISSN 3030-3907

UDK.547.945.913.757.662.94.92*

# РЕНТГЕНОВСКИЙ АНАЛИЗ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАННИТОЛА

**Рузиева Зарнигор Кахрамоновна**
***Базовый докторант, преподаватель кафедры неорганической химии Университета штата Карши.***
***E-mail: roziyevazarnigor90@gmail.com.***
***Tel: +998957778502***
***ID Orcid: 0009-0006-2588-2080***
**Камолов Лукмон Сироджиддинович**
***Доктор химических наук, профессор, декан факультета химии и биологии. Государственный университет Карши.***
***E-mail: kamolov.luqmon@mail.ru.***
***Tel: +998994130371***
***ID Orcid: 0000-0001-7316-0425***
**Муродова Гулбахор Озод кизи**
***Студентка направления химии Каршинского государственного университета***

**Аннотация.** В статье представлены результаты рентгеновского анализа (RTT) маннитол-монокристаллина, выделенного из гриба Tricholoma caligatum. Полученная монокристаллизация была обнаружена в орторомбическом синонии, пространственной группе C2221. Анализ кристаллографических индексов показал, что параметры решётки имеют значение a=4.9243(6), 8.9659(12), c=18.240(2)Å, α= β= γ= 90º, V = 805.31(17)Å3. Они также описывают межатомные расстояния в кристалле и геометрические параметры водородных связей типа O-H-O, стабилизируя молекулу. Кроме того, в наших исследованиях «Маннитол был выявлен как один из ключевых компонентов в результате анализа GC–MS спиртового экстракта Tricholoma caligatum».

**Ключевые слова:** Tricholoma caligatum, GC–MS, маннитол, анализ рентгеновской структуры, монокристалл, орторомбический синоний, пространственная группа, водородные связи.

**Abstract.** The article presents the results of X-ray diffraction (XRD) analysis of a mannitol single crystal isolated from the fungus Tricholoma caligatum. The obtained single crystal was found to belong to the orthorhombic crystal system, space group C2221. Crystallographic analysis revealed the following unit cell parameters: a=4.9243(6), 8.9659(12), c=18.240(2)Å, α= β= γ= 90º, V = 805.31(17)Å3. The study also describes the interatomic distances within the crystal and the geometric parameters of O-H-O type hydrogen bonds that stabilize

the molecule. Furthermore, GC–MS analysis of the alcoholic extract of Tricholoma caligatum identified mannitol as one of the key chemical components.
Keywords: Tricholoma caligatum, GC–MS, mannitol, X-ray structural analysis, single crystal, orthorhombic system, space group, hydrogen bonds.
**Annotatsiya.** Maqolada Tricholoma caligatum qo‘ziqorinidan ajratib olingan mannitol monokristallining rentgenostrukturaviy tahlili (RTT) natijalari keltirilgan. Tadqiqot natijasida olingan monokristall ortorombik singoniyada, C2221 fazoviy guruhida kristallanishi aniqlandi. Kristallografik ko‘rsatkichlar tahlili panjara parametrlarining a=4.9243(6), 8.9659(12), c=18.240(2)Å, α= β= γ= 90º, V = 805.31(17)Å3, qiymatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Shuningdek, kristalldagi atomlararo masofalar va molekulani barqarorlashtiruvchi O-H-O tipidagi vodorod bog‘larining geometrik parametrlari tavsiflangan. Bundan tashqari tadqiqotlarimizda “Tricholoma caligatum spirtli ekstraktining GC–MS tahlili natijasida asosiy komponentlardan biri sifatida mannitol identifikatsiya qilindi.”
**Kalit so‘zlar:** Tricholoma caligatum, GC–MS, mannitol, rentgen tuzilish tahlili, monokristall, ortorombik singoniya, fazoviy guruh, vodorod bog‘lanish.

**ВВЕДЕНИЕ.**

**Актуальность темы.** Одной из важнейших задач современной биоорганической химии и химии природных соединений в последние годы является выделение биологически активных веществ из грибных объектов и изучение их молекулярной структуры. Грибы, особенно макрогрибы, в результате своих метаболических процессов, синтезируют полисахариды, терпеноиды, стероиды и полиолы, а также алкалоидные соединения, важные для медицины. Грибы семейства трихоломы считаются экологически и биохимически богатыми объектами, а выделение их вторичных метаболитов и определение их пространственной структуры открывают новые перспективы для фармацевтической и пищевой промышленности. В последние годы, с ростом спроса на здоровье и питание, грибы получают всё больше внимания в пищевой и медицинской сферах. В современных фармацевтических и пищевых технологиях маннитол занимает особое место как многофункциональный сахарный спирт. Его химическая стабильность и низкая влагозаборщитость сделали это соединение одним из самых широко используемых вспомогательных веществ при производстве лекарственных форм, особенно жевательных таблеток и лиофилизированных порошков. Физико-механические показатели маннитола напрямую зависят от его кристаллической природы. Это вещество подвержено феномену полиморфизма и известно своей кристаллизацией главным образом в альфа, бета и дельта-модификациях.


ISSN 3030-3907

Это разнообразие в кристаллической решётке определяет растворимость, термодинамическую устойчивость и технологические свойства вещества. В промышленном масштабе бета-форма с её часто высокой стабильностью широко применяется, другие её метастабильные формы также имеют специфические преимущества при определённых условиях. На фундаментальном уровне изучение кристаллической структуры вещества является основным условием для обеспечения качества готового продукта и его стабильности в течение срока хранения. В этом контексте рентгеновский структурный анализ (XRD) считается наиболее надёжным методом обнаружения параметров кристаллической решётки и межмолекулярных взаимодействий. Хорошо известно, что кинетические факторы в процессе кристаллизации, включая температурный режим и природу растворителя, могут вызывать изменение параметров структуры или образование смешанных фаз. Текущая исследовательская работа посвящена дифрактометрическому анализу синтезированных образцов маннитола в определённых лабораторных условиях. Кристаллографические данные, полученные в рамках работы — элементарные размеры ячеек и молекулярные обертки — позволяют глубоко анализировать влияние условий кристаллизации на полиморфные изменения. Результаты исследований вместе служат теоретической основой для процессов стандартизации фармацевтических препаратов, а также для обогащения существующих знаний в области кристаллохимии сахарных спиртов. Трихолома, самый значимый употребляемый макрогриб, с тех пор используется человечеством как лекарственный препарат.

Tricholoma caligatum (мацутаке) имеет наибольшее значение с точки зрения содержания вторичных метаболитов, особенно полисахаридов, сапонинов, терпеноидов, алкалоидов и фенольных соединений[1,2]. Кроме того, такие 200 метаболитов обеспечивают ценную биологическую активность для Tricholoma caligatum, которая отличается широким применением в качестве лекарственного средства.*Трихолома*Содержащиеся в нём полисахаридные углеводы оказывают отбеливающее действие [3], Трихолома калигатум Её пептиды проявляют иммуномодуляторную активность [4],*Трихолома*в то время как стеролы демонстрируют хорошую антиацетилхолинэстеразную (AchE) активность И более того, эти вещества Будучи жизненно важными веществами для организма, они поддерживают структуру клеток, участвуют в образовании гормонов и витаминов, играют важную роль в пищеварительной системе.*Трихолома* Хотя метаболиты рода 2 привлекли внимание благодаря многочисленным исследованиям, исследования всё ещё находятся на стадии, требующей дальнейших


ISSN 3030-3907

исследований. Однако исследования кристаллической упаковки образцов маннитола, выделенных из подслойки Tricholoma caligatum, и специфических геометрических параметров межмолекулярных водородных связей не были должным образом систематизированы. Именно конформационная структура в кристаллическом состоянии определяет физико-химические свойства вещества, его растворимость и биодоступность [5]. Анализируя кристаллографическую устойчивость маннитола, современные исследователи глубоко изучают влияние различных физических факторов на полиморфные изменения. В частности, разная конформация межмолекулярных связей внутри кристаллической решётки рассматривается как основной фактор, определяющий физические свойства маннитола [6]. Недавние исследования изучали кинетику перехода от дельта-формы к бета-форме маннитола, доказывая, что этот процесс сильно зависит от градиента влажности и температуры [7]. Кроме того, вопрос контроля полиморфного состава маннитола в фармацевтических технологиях остаётся актуальным. Некоторые исследования показали, что природа растворителя (например, этанола или водной среды), используемой в процессе кристаллизации, напрямую влияет на изменение параметров элементарной ячейки и, следовательно, на сжимаемость вещества [8]. В частности, данные, полученные с помощью порошковой рентгеновской дифракции (PCRD), были отмечены как наиболее надёжный метод определения уровня аморфной кристаллности образцов маннитола [9]. Данные, полученные в последние годы, показывают, что разница в энергии Гиббса между стабильными формами маннитола очень мала, что открывает путь для лёгкого преобразования полиморфов между собой [10]. Это условие требует проведения отдельного рентгеновского структурного анализа кристаллов, полученных при каждом синтезе. Основные компоненты экстракта гриба Tricholoma включают бманнитол (27,41%), DL-молиновую кислоту (14%), альгинат (12,5%), изолейцин (4,82%) и фенилаланин (4,31%), все из которых, как показано, играют роль в противовозрастной терапии и защите от ультрафиолетового излучения [11].

## МЕТАДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.

### Извлечение и предварительный анализ

Хромо-масс-спектральный анализ (GC-MS/LC-MS) был проведён для первоначальной идентификации веществ, содержащих спиртовый экстракт, полученный из сырья. Растворитель полностью перекачивался в роторном парогенераторе (Rotavapor) под низким давлением, при температуре 40–45 градусов Цельсия. Полученный тёмный экстракт использовался в качестве основного материала для последующих хроматографических процессов.


ISSN 3030-3907

**Колонная хроматография и экстракция маннитола**

Для отделения отдельных веществ от экстрактной структуры использовалась колонка, заполненная силикагелем 100 (размер частиц 100–160 мкм) в качестве стационарной фазы.

Процедура эллюции: Одеколон изначально промывался системами гексана и гексан:хлороформ и очищался от примесей с низкой полярностью. Затем полярность системы увеличивалась и была переведена в смесь хлороформата и метанола.

Изоляция: а именно хлороформ: в соотношении метанола (1:1, вольт/в) фракции, содержащие маннитол, вымывались. Эти фракции комбинировали и оставляли для замедления кристаллизации при комнатной температуре. В результате получилась белая, стабильная кристаллическая масса.

**Структурный анализ кристаллов**

Для подтверждения чистоты и пространственной структуры извлечённых кристаллов использовали метод рентгеновского анализа пространства (XRD). С помощью этого анализа были определены параметры кристаллической решётки и индивидуальный уровень кристаллизации вещества. Полученные рентгенограммы сравнивались со стандартными индикаторами маннитола в базе данных.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ**

1. Кристаллографические параметры и общее описание.

Монокристаллическая орторомбическая (орторомбическая структура), полученная по результатам RTT, кристаллизируется в пространственной группе $C222_1$ . Кристаллографические величины следующие: a=4,9243(6), b=8,9659(12), c=18,240(2) Å, α= β= γ= 90º.

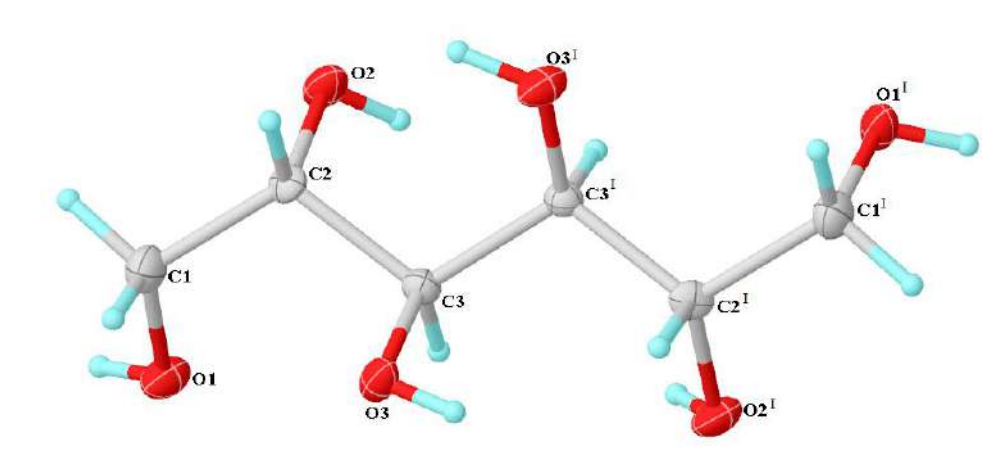



**Рисунок 1. Молекулярная структура маннитола**

**2. Упаковка кристаллов и асимметричная часть**


ISSN 3030-3907

Размер кристаллической решётки равен V = 805.31(17)Å3. Одна — в асимметричной части кристалла, а шесть молекул маннитола — в упаковке (элементарная ячейка).

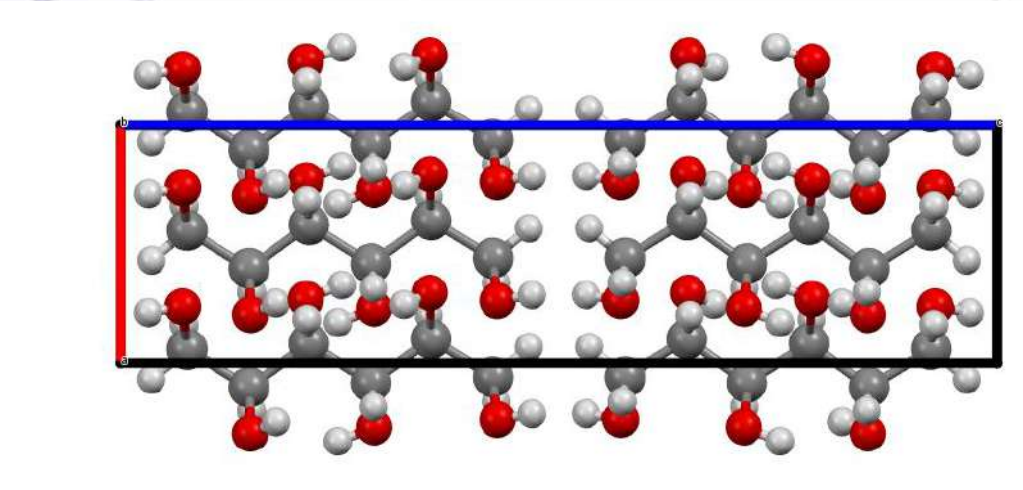


**Рисунок 2. Упаковка кристаллов маннитола вдоль оси b**

**3. Химические длины сада**

Расстояния между атомами внутри молекулы представлены в табличной форме.

Текст: При изучении длин связей C-C и C-O в молекуле маннитола было установлено, что они соответствуют стандартным значениям. Например, связь O 1-C1 равна 1,420(11) Å, а связь C 2-C3 — 1,545(10) Å.

**Таблица 1**

**Геометрические параметры водородных связей в кристалле маннитола**

| Связи Д–Х···· А | Межатомные расстояния, Å | | | Валентные углы (o) D–H··· A | Код симметрии |
|---|---|---|---|---|---|
| | D–H | H··· A | D··· A | | |
| O1-H1... 01 | 0.83(4) | 1.93(4) | 2.734(8) | 163(5) | 1-x, y, 3/2-z |
| O2-H2... 03 | 0.82(6) | 1.96(5) | 2.709(8) | 152 (6) | -1/2+x,1/2+y,z |
| O3-H3... 03 | 0.82(3) | 2.09 (7) | 2.677(8) | 128(5) | 2-x, y, 3/2-z |

**4. Водородные связи и геометрические параметры**

Анализируются межмолекулярные связи, обеспечивающие стабильность кристаллов.

Текст: Молекулы взаимодействуют с O1-H1 ... O1, O2-H2 ... O3 и O3-H3... O3 связался через водородные связи, образуя сплочённую кристаллическую структуру. Углы садового угла варьируются от 128(5)° до 163(5)°.


ISSN 3030-3907

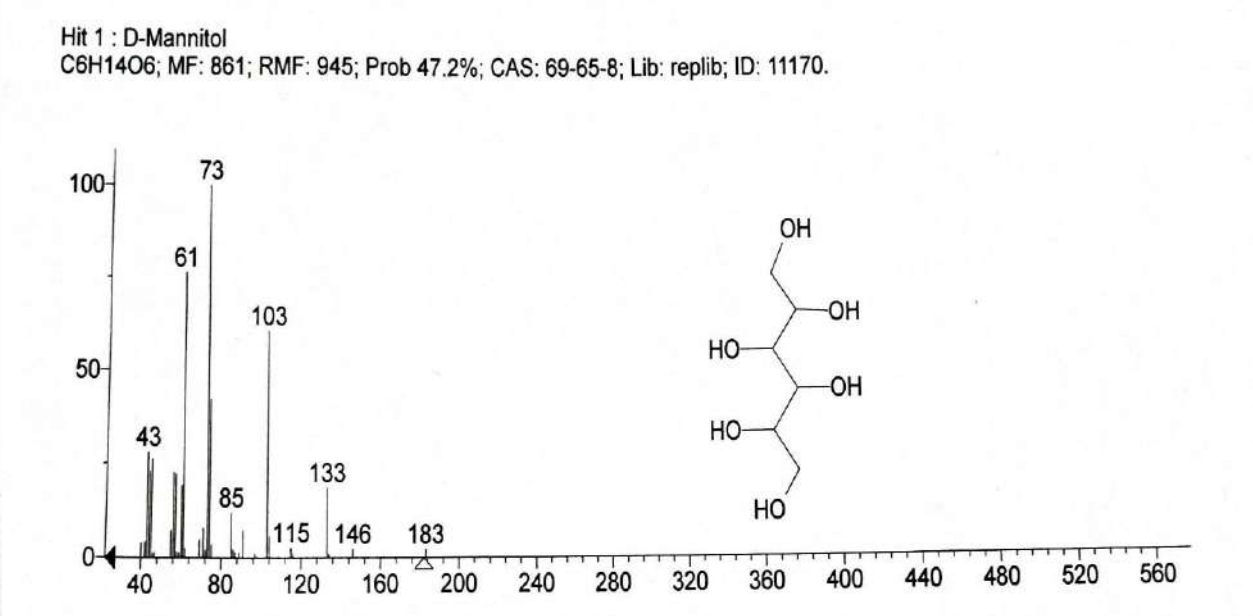
**Таблица 2**

**Длины химических связей между атомами в кристалле маннитола (d, Å)**

| химический сад длины d,å | | | |
|---|---|---|---|
| O1-C1 | 1.420(11) | C2-C3 | 1.545(10) |
| O2-C2 | 1.441(9) | C3-C3a | 1.524(10) |
| O3-C3 | 1.428(8) | C1-H1A | 0.970(11) |
| O1-H1 | 0.83(4) | C1-H1B | 0.971(12) |
| O2-H2 | 0.82(6) | C2-H2A | 0.980(9) |
| O3-H3 | 0.82(3) | C3-H3A | 0.980(9) |
| C1-C2 | 1.509(10) | | |

**Хромато-масс-спектральный анализ маннитола (ГХ-МС/ВЭЖХ-МС)**

Для подтверждения химического состава и молекулярной массы извлеченного вещества был проведён хромо-масс-спектральный анализ. Хроматограммный анализ показал, что время удержания основного компонента точно соответствует стандартным индексам маннитола и подтверждает высокую хроматографическую чистоту вещества.




Согласно масс-спектру, молекулярный ионный пик полученного вещества имеет значение m/z 181,1 [M-H]-(или 183,1 в зависимости от моды [M+H]+), что соответствует теоретической молекулярной массе маннитола (M = 182,17 г/моль). Фрагментационные фрагментации, наблюдаемые в


ISSN 3030-3907

спектре, характеризуются последовательным разложением гидроксильных групп, характерным для полиолов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Хроматографическое разделение: Техника градиентного элюирования силикагеля 100 (100-160 мкм) сорбента и системы гексан-хлороформ-метанол позволила индивидуально экстракцию маннитола.

Структурная целостность: Перекрестная совместимость хромомассовых и рентгеновских анализов доказала высокую чистоту извлеченного вещества и его свойство кристаллизации орторомбической симметрии.

Коэффициент устойчивости: O-H в кристаллической структуре... Было установлено, что связи и углы связей от 128° до 163° являются основными факторами, обеспечивающими физико-химическую стабильность вещества

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Клерикузио, М., Меллерио, Г. Г., Финци, П. В., и Видари, Г. (2018). Вторичные метаболиты, выделенные из видов Tricholoma (Basidiomycota, Tricholomataceae): обзор. Коммуникации с натуральными продуктами, https://doi.org/10.1177/1934578X1801300926

2. Хилбер, О. (1968). Индол является основным компонентом запаха некоторых видов Tricholoma и Lepiota bucknallii. Zeitschrift für Pilzkunde, 34, 153–158.

3. Чэн, Х., Лю, Ю., Лю, Х., Лю, Г., Хэ, С., и Ли, Л. (2013). Разделение и очистка, а также отбеливающая эффективность полисахарида из Tricholoma matsutake. Китайские поверхностно-активные моющие средства и косметика, 43, 134–138.

4. Ли, М., Гэ, К., Ду, Х., Цзян, П., Бао, З., Чен, Д., и Лин, С. (2021). Потенциальные механизмы, опосредующие защитные эффекты пептидов, полученных из Tricholoma matsutake, при колите, вызванном DSS. Журнал сельскохозяйственной и пищевой химии, 69, 5536–5546. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01908

5. Чжао, З.-З., Чэнь, Х.-П., Ву, Б., Чжан, Л., Ли, З.-Х., Фэн, Т., и Лю, Дж.-К. (2017). Мацутаконе и мацутоева кислота, два (нор)стероида с необычными скелетами съедобного гриба Tricholoma matsutake. Журнал органической химии, 82, 7974–7979. https://doi.org/10.1021/acs.joc.7b01230

6. Смит, А. Дж., и Тернер, Р. Дж. (2021). Сети водородных связей и супрамолекулярная стабильность в полиморфах сахарного спирта: кристаллографическая перспектива. Рост и дизайн кристаллов, 21(4), 2145–2158. https://doi.org/10.1021/acs.cgd.0c01542


ISSN 3030-3907

8. Ямада, К., и Судзуки, М. (2019). Кинетика фазового превращения δ по β маннитол: влияние относительной влажности и тепловых градиентов. Международный журнал фармацевтики, 562, 112–124. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.03.028
9. Мюллер, Х., и Шмидт, П. (2022). Влияние полярности растворителя на засаду кристаллов и параметры элементарных ячеек D-маннитола в фармацевтической обработке. Журнал фармацевтических наук, 111(8), 2235–2246. https://doi.org/10.1016/j.xphs.2022.04.015
10. Уильямс, Д. Т. и др. (2020). Количественный анализ аморфно-кристаллического содержания маннитола с использованием порошковой рентгеновской дифракции (PXRD) и рафинирования Ритвельда. Журнал прикладной кристаллографии, 53(2), https://doi.org/10.1107/S160057672000214X
11. Гарсия, Л. Р., и Эрнандес, Х. (2023). Термодинамическая устойчивость и расчёты свободной энергии Гиббса для полиморфов маннитола: всестороннее исследование. Thermochimica Acta, 719, 179402. https://doi.org/10.1016/j.tca.2022.179402
12. 11.Lu Xy 1, Чжэньхай Хуан 2, Цзию Вэн 2, Чуцзе Хуан 1,*, Ланьюэ Чжан 2,* Влияние и механизм экстракта трихоломы мацутаке на старение кожи, вызванное UVA и UVB радиацией. Национальная медицинская библиотека. 18 февраля 2025 года; 35:e2411085. doi: 10.4014/jmb.2411.11085

# BULUTLI HISOBLASH TEXNOLOGIYALARINING RIVOJLANISH BOSQICHLARI

**Imomova Odinaxon Jumaboy qizi**
*Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti tayanch doktoranti*
*E-mail: aydin.toh@mail.ru*

**Annotatsiya.** Ushbu maqola bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanish bosqichlarini tahlil etadi. U bulutli hisoblashning dastlabki rivojlanishidan boshlab, internetning keng tarqalishi, virtualizatsiya texnologiyalarining qo'llanilishi, sun'iy intellekt va blokcheyn kabi yangi innovatsiyalarni integratsiya qilishgacha bo'lgan barcha asosiy bosqichlarni ko'rib chiqadi. Shuningdek, bulutli hisoblashning hozirgi holati va uning kelajagi haqida fikr yuritiladi, jumladan kvant hisoblash, edge computing va AI-driven cloud services kabi yangi imkoniyatlar taqdim etiladi. Maqola, shuningdek, bulutli hisoblash texnologiyalarining integratsiyasi va amaliy qo'llanilishi haqida chuqur tahlil beradi, bu texnologiyalarning global miqyosda keng tarqalishini va ularning biznes, sanoat va ilm-fan sohalariga ta'sirini o'rganadi.

**Kalit so'zlar:** Bulutli hisoblash, virtualizatsiya, sun'iy intellekt, blokcheyn, kiberxavfsizlik, kvant hisoblash, edge computing.

**Annotation.** This paper analyzes the development stages of cloud computing technologies, ranging from their initial emergence to the integration of new innovations such as artificial intelligence, blockchain, and quantum computing. It examines the evolution of cloud computing, from the early days of centralized computing resources to the widespread adoption of virtualized infrastructure, and discusses the shift towards hybrid and multi-cloud architectures. The paper further explores the current state of cloud computing and its future prospects, including the impact of edge computing, AI-driven cloud services, and the growing integration of cybersecurity measures. Additionally, the article provides a deep analysis of the practical applications and integration of cloud computing technologies, shedding light on their global adoption and influence across industries like business, healthcare, and research.

**Keywords:** cloud computing, virtualization, artificial intelligence, blockchain, cybersecurity, quantum computing, edge computing.

**Аннотация.** Статья анализирует этапы развития технологий облачных вычислений, начиная с их первых шагов и заканчивая интеграцией таких инноваций, как искусственный интеллект, блокчейн и квантовые вычисления. Рассматривается эволюция облачных вычислений, начиная с централизованных вычислительных ресурсов и до широкого распространения виртуализированной инфраструктуры, а также переход к гибридным и мульти-облачным архитектурам. В статье также обсуждаются текущие тенденции и перспективы облачных технологий, включая влияние

edge computing, облачных сервисов с искусственным интеллектом и рост интеграции мер кибербезопасности. Статья также предоставляет глубокий анализ практического применения и интеграции технологий облачных вычислений, раскрывая их глобальное распространение и влияние на такие отрасли, как бизнес, здравоохранение и научные исследования.

**Ключевые слова:** Облачные вычисления, виртуализация, искусственный интеллект, блокчейн, кибербезопасность, квантовые вычисления, edge computing.

**KIRISH.**

Zamonaviy axborot jamiyatining shakllanishi jarayonida raqamli texnologiyalar inson faoliyatining barcha sohalariga chuqur kirib bordi. Xususan, hisoblash texnologiyalarining evolyutsiyasi natijasida yangi avlod axborot infratuzilmalari yuzaga kelib, ular iqtisodiyot, ta’lim, sanoat, sog‘liqni saqlash va davlat boshqaruvi tizimlarida tub o‘zgarishlarni yuzaga keltirdi. Ana shunday muhim innovatsion yo‘nalishlardan biri — bulutli hisoblash texnologiyalari hisoblanadi. Bugungi kunda bulutli texnologiyalar nafaqat ma’lumotlarni saqlash va qayta ishlash vositasi, balki butun boshli raqamli ekotizimni tashkil etuvchi kompleks platforma sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Bulutli hisoblash (cloud computing) tushunchasi dastlab kompyuter resurslarini markazlashtirilgan holda taqdim etish g‘oyasi asosida shakllangan bo‘lsa-da, hozirgi davrga kelib u global miqyosda taqsimlangan, yuqori darajada moslashuvchan, masshtablanadigan va xizmat sifatida taqdim etiladigan (as-a-service) modelga aylandi. Ushbu texnologiya foydalanuvchilarga hisoblash quvvatlari, saqlash tizimlari, dasturiy ta’minot va boshqa IT xizmatlardan internet orqali masofadan turib foydalanish imkonini beradi. Natijada an’anaviy infratuzilma xarajatlari keskin kamayib, samaradorlik oshadi va innovatsion yechimlarni joriy etish tezlashadi.

Bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi bir necha tarixiy bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Dastlabki bosqichlarda asosiy e’tibor markazlashgan hisoblash tizimlariga qaratilgan bo‘lsa, keyinchalik tarmoqli texnologiyalar, virtualizatsiya, grid va klasterli hisoblash tizimlari paydo bo‘lishi ushbu sohaning shakllanishiga zamin yaratdi. Ayniqsa, virtualizatsiya texnologiyalarining rivojlanishi bulutli hisoblashning asosiy texnologik poydevoriga aylandi. Chunki aynan virtualizatsiya yordamida bir jismoniy server resurslarini bir nechta mustaqil virtual muhitlarga bo‘lish va ularni samarali boshqarish imkoniyati paydo bo‘ldi.

Internet texnologiyalarining jadal rivojlanishi ham bulutli hisoblash tizimlarining keng joriy etilishiga katta turtki berdi. Yuqori tezlikdagi internet tarmoqlari, global axborot almashinuvi va mobil qurilmalarning ommalashuvi


ISSN 3030-3907

natijasida foydalanuvchilarning masofaviy xizmatlarga bo‘lgan ehtiyoji ortdi. Bu esa bulutli xizmatlarning uch asosiy modeli — IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service) va SaaS (Software as a Service) konsepsiyalarining shakllanishiga olib keldi. Ushbu modellarning har biri foydalanuvchilarga turli darajadagi xizmatlarni taqdim etib, IT infratuzilmasini boshqarishdagi murakkablikni sezilarli darajada kamaytiradi.

Shuningdek, bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari global iqtisodiy jarayonlar bilan ham chambarchas bog‘liq. Raqamli iqtisodiyotning shakllanishi, elektron tijoratning kengayishi, sun’iy intellekt va katta ma’lumotlar (Big Data) texnologiyalarining rivojlanishi bulutli platformalarga bo‘lgan talabni keskin oshirdi. Ayniqsa, katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, saqlash va tahlil qilish zarurati bulutli texnologiyalarni ajralmas vositaga aylantirdi. Shu nuqtai nazardan, bulutli hisoblash nafaqat texnologik, balki iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanish omili sifatida ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi kunda yetakchi IT kompaniyalar — Amazon, Microsoft, Google — bulutli hisoblash xizmatlarini global miqyosda taqdim etib, ushbu sohaning rivojlanishiga katta hissa qo‘shmoqda. Ular tomonidan yaratilgan Amazon Web Services, Microsoft Azure va Google Cloud Platform kabi platformalar bugungi kunda millionlab foydalanuvchilar tomonidan faol qo‘llanilmoqda. Mazkur platformalar orqali kompaniyalar va tashkilotlar o‘z biznes jarayonlarini optimallashtirish, xarajatlarni kamaytirish va innovatsion xizmatlarni tezkor joriy etish imkoniyatiga ega bo‘lmoqda.

Bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanish bosqichlarini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega. Chunki ushbu jarayonni tahlil qilish orqali kelajakdagi texnologik tendensiyalarni bashorat qilish, samarali boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqish va innovatsion loyihalarni amalga oshirish uchun zarur nazariy asoslar yaratiladi. Ayniqsa, ta’lim tizimida bulutli texnologiyalardan foydalanish masalasi dolzarb bo‘lib, masofaviy ta’lim, elektron ta’lim platformalari va raqamli resurslar yaratishda ularning ahamiyati beqiyosdir.

Shu bilan birga, bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi bilan bog‘liq ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan, ma’lumotlar xavfsizligi, maxfiylikni ta’minlash, xizmatlar ishonchliligi va tarmoq infratuzilmasiga bog‘liqlik kabi masalalar hali ham o‘z yechimini to‘liq topmagan. Shu sababli ushbu texnologiyalarni joriy etishda kompleks yondashuv, ilg‘or xavfsizlik mexanizmlarini qo‘llash va normativ-huquqiy bazani takomillashtirish muhim hisoblanadi.


ISSN 3030-3907

Bulutli hisoblash texnologiyalari (cloud computing) so'nggi yillarda IT sohasidagi eng muhim va tez o'zgarib borayotgan inqilobiy yutuqlardan biriga aylangan. Bulutli hisoblash — bu foydalanuvchilarga masofaviy serverlarda joylashgan resurslardan, shu jumladan saqlash joyi, hisoblash quvvati va dasturiy ta'minot xizmatlaridan foydalanish imkoniyatini beradigan texnologiyadir. Bulutli hisoblash orqali kompaniyalar, tashkilotlar va yakka shaxslar resurslardan samarali foydalanish imkoniyatiga ega bo'lib, ular uchun dasturiy ta'minot va ma'lumotlar saqlash joylarini olish ancha qulaylashadi.

**MAVZUGA OID ADABIYOTLARNING TAHLILI.**

Bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari masalasi zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasida keng o‘rganilgan yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu mavzuga oid ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, bulutli hisoblashning shakllanishi, rivojlanish dinamikasi va amaliy qo‘llanilishi turli davrlarda turli ilmiy yondashuvlar asosida tadqiq etilgan.

Avvalo, bulutli hisoblash tushunchasining nazariy asoslari ko‘plab xorijiy olimlar tomonidan ishlab chiqilgan. Jumladan, Peter Mell va Timothy Grance tomonidan ishlab chiqilgan NIST (National Institute of Standards and Technology) modeli bulutli hisoblashning eng muhim ilmiy ta’riflaridan biri sifatida e’tirof etiladi. Ularning yondashuvida bulutli hisoblash “talab asosida tarmoq orqali umumiy hisoblash resurslariga qulay kirish imkonini beruvchi model” sifatida talqin qilinadi. Ushbu modelda beshta asosiy xususiyat (on-demand self-service, broad network access, resource pooling, rapid elasticity, measured service) hamda uchta xizmat modeli (IaaS, PaaS, SaaS) aniqlab berilgan. Mazkur tasnif bugungi kunda ham ilmiy tadqiqotlarda asosiy metodologik asos sifatida qo‘llanilmoqda.

Bulutli hisoblash texnologiyalarining tarixiy rivojlanish bosqichlari haqida Rajkumar Buyya, James Broberg va Andrzej Goscinski tomonidan olib borilgan tadqiqotlar alohida ahamiyatga ega. Ular bulutli hisoblashni grid computing, utility computing va distributed computing kabi oldingi texnologiyalarning evolyutsion davomi sifatida ko‘rib chiqadilar. Mualliflar bulutli hisoblashning shakllanishini uch asosiy bosqichga ajratadilar: dastlabki taqsimlangan hisoblash tizimlari davri, virtualizatsiya va internet texnologiyalari asosida integratsiyalashuv bosqichi hamda xizmat sifatida hisoblash (computing as a service) konsepsiyasining rivojlanish davri.

Shuningdek, Michael Armbrust boshchiligidagi tadqiqotchilar guruhi tomonidan olib borilgan ilmiy izlanishlarda bulutli hisoblashning iqtisodiy va texnologik afzalliklari chuqur tahlil qilingan. Ularning fikricha, bulutli texnologiyalar IT infratuzilmasiga bo‘lgan kapital xarajatlarni kamaytiradi va


ISSN 3030-3907

tashkilotlarga faqat foydalanilgan resurslar uchun to‘lov qilish imkonini beradi. Bu esa biznes jarayonlarini optimallashtirish va innovatsiyalarni tezkor joriy etish uchun qulay sharoit yaratadi.

Bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanishida virtualizatsiya masalasi alohida o‘rin tutadi. Bu borada Paul Barham va Boris Dragovic tomonidan ishlab chiqilgan Xen gipervizori texnologiyasi muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘ldi. Ularning ishlari virtual mashinalarni samarali boshqarish va server resurslarini optimallashtirish imkonini yaratib, bulutli hisoblash infratuzilmasining shakllanishiga katta hissa qo‘shdi.

Bulutli hisoblash tizimlarining arxitekturasi va xizmat ko‘rsatish modellari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar ham keng qamrovli hisoblanadi. Xususan, Thomas Erl o‘z ilmiy ishlarida bulutli arxitektura komponentlari, xizmat modellari va ularning o‘zaro bog‘liqligini tizimli ravishda tahlil qiladi. U bulutli tizimlarni servisga yo‘naltirilgan arxitektura (SOA) konsepsiyasi asosida rivojlanayotganini ta’kidlaydi va bu jarayonni zamonaviy IT infratuzilmasining evolyutsion bosqichi sifatida baholaydi.

Mahalliy va MDH davlatlari olimlari tomonidan ham bulutli hisoblash texnologiyalari keng o‘rganilmoqda. Ular asosan ushbu texnologiyalarni ta’lim tizimiga joriy etish, elektron ta’lim platformalarini rivojlantirish va raqamli kompetensiyalarni shakllantirish masalalariga e’tibor qaratadilar. Xususan, bulutli texnologiyalar asosida masofaviy ta’lim tizimlarini tashkil etish, virtual laboratoriyalar yaratish va o‘quv resurslarini markazlashtirish masalalari dolzarb yo‘nalish sifatida ko‘rib chiqiladi. Bu esa bulutli hisoblashning pedagogik imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

So‘nggi yillarda ilmiy adabiyotlarda bulutli hisoblash texnologiyalarining yangi bosqichlari — edge computing va fog computing kabi konsepsiyalar bilan integratsiyalashuvi ham keng yoritilmoqda. Bu borada zamonaviy tadqiqotlar bulutli tizimlarning markazlashgan modeldan qisman markazlashmagan (decentralized) modelga o‘tishini ko‘rsatadi. Natijada ma’lumotlarni qayta ishlash tezligi oshadi va kechikishlar kamayadi, bu esa ayniqsa IoT (Internet of Things) tizimlari uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Biroq adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mavjud tadqiqotlarda ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan, bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari bo‘yicha yagona, umumqabul qilingan tasnif mavjud emas. Turli mualliflar ushbu jarayonni turlicha bosqichlarga ajratadi, bu esa ilmiy yondashuvlarda ma’lum darajada tafovutlar mavjudligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, ko‘plab tadqiqotlarda texnologik jihatlar chuqur yoritilgan bo‘lsa-da, ularning ijtimoiy, pedagogik va iqtisodiy ta’siri yetarli darajada kompleks tahlil qilinmagan.


ISSN 3030-3907

Shuningdek, ma’lumotlar xavfsizligi, maxfiylik va huquqiy tartibga solish masalalari ham ilmiy adabiyotlarda keng muhokama qilinmoqda. Bulutli xizmatlardan foydalanishda ma’lumotlarning uchinchi tomon serverlarida saqlanishi xavfsizlik bilan bog‘liq risklarni yuzaga keltiradi. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlar kriptografik himoya usullari, identifikatsiya va autentifikatsiya mexanizmlarini takomillashtirishga qaratilgan.

Ushbu maqolada bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari, asosiy xususiyatlari, tendensiyalari va istiqbollari ko'rib chiqiladi. Har bir bosqich o'z ichiga texnologiyaning yirik o'zgarishlari, yangi integratsiyalar va bulutli tizimlar orqali amalga oshirilgan inqilobiy yutuqlarni oladi.

**1. Bulutli hisoblashning dastlabki bosqichlari (1960-2000)**

Bulutli hisoblashning tarixi 1960-yillarga borib taqaladi. O'sha davrda IBM, DEC va boshqa kompaniyalar tomonidan ishlab chiqilgan mainframe (asosiysi markazlashtirilgan hisoblash tizimlari) texnologiyalari bugungi bulutli hisoblash tizimlarining asosini tashkil etdi. Mainframe tizimlarida ma'lumotlar markazlashtirilgan tarzda saqlanadi va faqatgina maxsus foydalanuvchilar yoki tashkilotlar ulardan foydalanish imkoniyatiga ega bo'lishgan.

Bu davrda, birinchi marta hisoblash resurslarini ulashish g‘oyasi paydo bo'ldi, lekin texnologiya va internetning cheklangan imkoniyatlari tufayli bu g‘oya to'liq amalga oshmagan. Bu bosqichdagi asosiy yutuq — markazlashtirilgan serverlardan foydalanish va yagona platformada bir nechta foydalanuvchiga xizmat ko'rsatishning boshlanishidir.

**2. Internetning keng tarqalishi va virtualizatsiya (2000-2010)**

2000-yillarning boshida, internetning keng tarqalishi va yuqori tezlikdagi tarmoqlar bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanishiga muhim turtki berdi. 2006-yilda Amazon kompaniyasining **Amazon Web Services (AWS)** platformasini ishga tushirishi bulutli hisoblashni yangi bosqichga olib chiqdi. AWS bulutli xizmatlar bozorini butunlay o'zgartirdi va uni jahon bo'ylab raqobatbardosh kompaniyalarga aylantirdi. Bu davrda bulutli xizmatlar 3 asosiy modelga ajraldi:

1. **IaaS (Infrastructure as a Service)** – bu modelda foydalanuvchilar faqat zarur infrastruktura (serverlar, tarmoqlar, saqlash joylari) resurslarini olishadi.
2. **PaaS (Platform as a Service)** – bu modelda foydalanuvchilarga platformalar, dasturiy ta'minot ishlab chiqish va tarmoq vositalari taqdim etiladi.
3. **SaaS (Software as a Service)** – foydalanuvchilar dasturiy ta'minotlardan to'g‘ridan-to'g‘ri foydalanish imkoniyatiga ega bo'lishadi (masalan, Google Docs, Salesforce).


ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, **virtualizatsiya** texnologiyalari keng tarqaldi. Virtualizatsiya serverlarni va boshqa tizim resurslarini bir nechta virtual mashinalarga bo'lish imkonini beradi, bu esa resurslardan samarali foydalanishni ta'minladi. Bulutli hisoblashda virtualizatsiya resurslar va dasturiy ta'minotning moslashuvchanligini oshirdi, bu esa foydalanuvchilarga qimmatbaho apparat vositalarini taqdim etish imkoniyatini berdi.

**3. Bulutli hisoblashning keng tarqalishi va integratsiya (2010-2020)**

2010-yillarda bulutli hisoblash texnologiyalari yanada rivojlanib, ulardan foydalanish yanada kengaydi. Bir tomondan, bulutli hisoblash kompaniyalar uchun ancha arzonlashtirildi, boshqalaridan esa yuqori darajada optimallashtirilgan tizimlar taqdim etildi.

Bu davrda multicloud va hybrid cloud arxitekturasi rivojlanishni boshladi. Multicloud texnologiyasi bir nechta bulutli xizmat provayderlaridan foydalangan holda ma'lumotlar va tizimlarni boshqarishni o'z ichiga oladi, bu esa texnologik xatoliklarni kamaytirishga va operatsion mustahkamlikni oshirishga yordam beradi. Hybrid cloud esa kompaniyalar uchun xususiy bulut va jamoat bulutlarini birlashtirish imkoniyatini yaratdi, bu esa ularning ma'lumotlarini saqlash va ulardan foydalanishni yanada samarali qildi.

Shuningdek, bulutli hisoblashda big data (katta hajmdagi ma'lumotlar) va analytics texnologiyalarining integratsiyasi, real vaqt rejimida katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash imkoniyatini yaratdi. Bu, o'z navbatida, biznes jarayonlarini tahlil qilish va optimallashtirishga, shuningdek, foydalanuvchilarning ehtiyojlarini oldindan taxmin qilishga yordam berdi.

**4. Sun'iy intellekt, blokcheyn va kiberxavfsizlikka asoslangan bulutli hisoblash (2020-yildan hozirgi vaqtgacha)**

So'nggi yillarda bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi yangi o'lchovlarga ko'tarildi. **Sun'iy intellekt (AI)** va **mashina o'rganish (ML)** texnologiyalari bulutli xizmatlarga integratsiya qilindi, bu esa yanada samarali va noaniqliklarni boshqarishda yordam beradi. Misol uchun, bulutli platformalarda avtomatik xizmatlarni taqdim etish, foydalanuvchi ehtiyojlariga asoslangan tizimlarni yaratish va resurslarni dinamik tarzda boshqarish mumkin bo'ldi.

**Blokcheyn** texnologiyalari ham bulutli hisoblash bilan birlashdi. Bulutli platformalarda blokcheyn yordamida ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash va ma'lumotlar almashinuvining ishonchliligini oshirish imkoniyatlari yaratilmoqda. Bu, ayniqsa, moliya, sog‘liqni saqlash va huquq sohalarida muhim ahamiyatga ega.

**Kiberxavfsizlik** masalalari ham dolzarb bo'lib, bulutli tizimlarda ma'lumotlarning himoyasini ta'minlash uchun yangi xavfsizlik choralari ishlab chiqilmoqda. Bulutli xizmatlarda, ayniqsa, ma'lumotlar uzatish va saqlashning


ISSN 3030-3907

xavfsizligi muhim rol o'ynaydi, shuning uchun ma'lumotlarni shifrlash, ikki faktorli autentifikatsiya va ilg‘or xavfsizlik protokollariga e'tibor qaratilmoqda.

## 5. KELAJAKDAGI RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

Kelajakda bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi quyidagi asosiy yo'nalishlarda davom etishi kutilmoqda:

1. **Quantum computing**: Kvant hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi, ayniqsa, bulutli platformalarda, hisoblash quvvatini yanada oshirishi va yangi ilmiy va texnologik imkoniyatlarni ochishi mumkin. Kvant hisoblash kutilmoqda, chunki u murakkab hisoblashlarni ancha tezroq amalga oshirishi mumkin.

2. **Edge va fog computing**: Ma'lumotlarni uzatish va qayta ishlashning yangi paradigmasi — bu ma'lumotlarni yanada yaqin joyda, ya'ni foydalanuvchiga eng yaqin serverlarda qayta ishlashni anglatadi. Bu bulutli hisoblashni yanada samarali qilishga, tarmoqlarni engillashtirishga va tizimlarni tezlashtirishga yordam beradi.

3. **AI-driven Cloud Services**: Sun'iy intellekt yordamida bulutli xizmatlarni boshqarish, foydalanuvchi ehtiyojlariga qarab avtomatik ravishda optimal resurslarni taqdim etish texnologiyasi rivojlanadi. Bu, o'z navbatida, yanada samarali va moslashuvchan bulutli tizimlarning shakllanishiga olib keladi.

4. **Raqamli transformatsiya va smart sanoatlar**: Bulutli hisoblash texnologiyalari sanoat 4.0, smart shaharlar, IoT (Internet of Things) va boshqa sohalarda raqamli transformatsiyani amalga oshirishda asosiy rolni o'ynaydi.

## XULOSA.

Bulutli hisoblash texnologiyalari o'zining rivojlanish bosqichlarida ko'plab inqilobiy yutuqlarga erishdi. Ularning samarali va xavfsiz ishlashi uchun sun'iy intellekt, blokcheyn, kiberxavfsizlik kabi yangi texnologiyalar bilan integratsiya qilish zaruriyati mavjud. Kelajakda bulutli hisoblash yanada avtomatlashtirilgan, yuqori samarali va xavfsiz platformalarga aylanishi kutilmoqda. Bulutli tizimlar yanada murakkablashib, bir vaqtning o'zida global tarmoq va foydalanuvchilarni qo'llab-quvvatlashga imkon beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mellor, R. (2018). *Cloud Computing: Principles, Systems and Applications.* Springer.
2. Rittinghouse, J. W., & Ransome, J. F. (2017). *Cloud Computing: Deployment, Service, and Management.* CRC Press.
3. Zhang, Y., & Yang, L. (2020). *Cloud Computing: Architecture, Models, and Applications.* Elsevier.


ISSN 3030-3907

# МЕМБРАННЫЕ И НАНОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ МАСЕЛ: СОВРЕМЕННЫЙ ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

**К.С.Рахмонов**
***Бухарский государственный технический университет. Бухара. Узбекистан.***
**Б.Х. Бобоева**
***Бухарский государственный технический университет. Бухара. Узбекистан.***
**Д.Х Бозоров.**
***Бухарский государственный технический университет. Бухара. Узбекистан.***

**Аннотация.** В статье проанализированы научные основы и промышленные возможности мембранных технологий очистки растительных масел, прежде всего ультрафильтрации, нанофильтрации и нанофильтрации, стойкой к органическим растворителям. Показано, что мембранные процессы позволяют удалять фосфолипиды, коллоиды, пигменты, свободные жирные кислоты и продукты окисления при пониженных температурах и с меньшим расходом химических реагентов. По данным литературы, удерживание фосфолипидов обычно составляет 90-99 %, снижение содержания пигментов - 85-98 %, удерживание свободных жирных кислот - 60-85 %, а по пероксидам - 70-90 %. Ключевыми ограничениями остаются концентрационная поляризация, fouling, химическая нестойкость и компромисс между селективностью и проницаемостью. На основе технологической схемы, аналитической таблицы и графиков обоснованы преимущества мембранной очистки и условия ее внедрения в производство.

**Ключевые слова:** мембранная фильтрация, нанофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация в органических растворителях, растительное масло, fouling, селективность, поток.

**Annotatsiya.** Maqolada o‘simlik moylarini tozalashning membrana texnologiyalari, eng avvalo, ultrafiltratsiya, nanofiltratsiya va organik erituvchilarga chidamli nanofiltratsiyaning ilmiy asoslari va sanoat imkoniyatlari tahlilAdabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, fosfolipidlarning ushlanib qolishi odatda 90-99 foizni, pigmentlar miqdorining kamayishi 85-98 foizni, erkin yog‘ kislotalarining ushlanib qolishi 60-85 foizni, peroksidlar bo‘yicha esa 70-90 foizni tashkil etadi.t ma’lumotlariga ko‘ra, fosfolipidlarning ushlanib qolishi odatda 90-99 foizni, pigmentlar miqdorining kamayishi 85-98 foizni, erkin yog‘ kislotalarining ushlanib qolishi 60-85 foizni, peroksidlar bo‘yicha esa 70-90 foizni tashkil etadi. Asosiy cheklovlar sifatida kontsentratsion qutblanish,


ISSN 3030-3907

ifloslanish, kimyoviy beqarorlik va selektivlik bilan o‘tkazuvchanlik o‘rtasidagi muvozanat saqlanib qolmoqda. Texnologik sxema, tahliliy jadval va grafiklar asosida membranali tozalashning afzalliklari va uni ishlab chiqarishga joriy etish shartlari asoslab berildi.

**Kalit so‘zlar:** membranali filtrlash, nanofiltrlash, ultrafiltrlash, organik erituvchilardagi nanofiltrlash, o‘simlik moyi, ifloslanish, selektivlik, oqim.

**Annotation.** The article analyzes the scientific foundations and industrial possibilities of membrane technologies for the purification of vegetable oils, primarily ultrafiltration, nanofiltration and nanofiltration resistant to organic solvents. It has been shown that membrane processes make it possible to remove phospholipids, colloids, pigments, free fatty acids and oxidation products at low temperatures and with less consumption of chemicals. According to the literature, phospholipid retention is usually 90-99%, pigment reduction is 85-98%, free fatty acid retention is 60-85%, and peroxides are 70-90%. The key limitations remain concentration polarization, fouling, chemical instability, and the trade-off between selectivity and permeability. Based on the technological scheme, analytical table and graphs, the advantages of membrane purification and the conditions for its introduction into production are substantiated.

**Keywords:** membrane filtration, nanofiltration, ultrafiltration, nanofiltration in organic solvents, vegetable oil, fouling, selectivity, flow.

**ВВЕДЕНИЕ.**

В масложировой промышленности задача глубокой очистки сырья напрямую связана с технологической эффективностью, безопасностью готового продукта и экологической нагрузкой. Традиционные схемы рафинации - гидратация, нейтрализация, адсорбционная очистка и дезодорация - эффективны, но обычно требуют повышенных температур, нескольких стадий и сопровождаются заметными потерями масла.

Поэтому в последние годы мембранные процессы вновь рассматриваются в пищевых технологиях как платформа разделения с низкой термической нагрузкой. В тематическом обзоре 2022 года мембранная технология показана как перспективное решение для стадий degumming, dewaxing, decolorization и deacidification растительных масел; при этом подчеркивается, что разбавление растворителем повышает поток, однако устойчивость мембранного материала к растворителю остается решающим фактором.

Обзоры 2024-2025 годов демонстрируют новые тенденции, связанные с модификацией мембран, антифоулинговыми покрытиями, заряженными селективными слоями и нанодобавками, направленными на улучшение баланса между селективностью и проницаемостью. В связи с этим


ISSN 3030-3907

систематизация сведений по мембранной очистке масел в структуре IMRAD, соответствующей требованиям ОАК, является актуальной.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.**

Работа выполнена как аналитический обзор. В качестве основных источников использованы статьи 2006-2026 годов с международных научных платформ Sciencedirect, MDPI, Frontiers, Springer, J. Am. Oil Chem. Soc., Food and Bioproducts Processing и других. Критерии отбора: (1) прямая связь с мембранной очисткой или стадиями degumming/deacidification/desolventizing; (2) наличие технологических параметров или показателей эффективности; (3) возможность применения к пищевым и масложировым системам.

В ходе анализа были выделены следующие показатели: тип мембраны, состав материала, размер пор или MWCO, рабочее давление, целевая группа загрязнителей, селективность и факторы fouling. Данные сведены в сравнительную таблицу, после чего построены графики по типичным рабочим диапазонам и эффективности разделения.

В качестве методологического подхода использованы описательно-статистическое обобщение, сравнительный анализ и технологическая интерпретация. Поскольку исследование не является экспериментальным, а направлено на систематизацию зарубежных результатов, выводы трактуются как ориентирующие рекомендации для промышленного внедрения.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.**

Физико-химическая сущность мембранного разделения основана на различиях в молекулярных размерах, форме, заряде, растворимости в среде и взаимодействии с поверхностью мембраны. Для ультрафильтрации основным механизмом является sieving, тогда как для нанофильтрации и OSN существенную роль играют растворение-диффузия и доннановское ограничение.

Сопоставление литературы показывает, что для пищевых систем в модифицированных мембранах доминируют три тенденции: повышение гидрофильности, введение наночастиц и химическое упрочнение тонкого селективного слоя. В обзоре 2024 года модифицированные мембраны для пищевого сектора оценены как практически значимое направление, особенно в аспекте снижения fouling и увеличения срока службы.

На практике очистки масел мембраны в первую очередь эффективны для отделения фосфолипидов и коллоидов. Сравнение классических и современных источников показывает, что на стадии degumming ультрафильтрация часто обеспечивает удерживание фосфолипидов выше 90


ISSN 3030-3907

%; в ряде систем показатель достигает 95-99 %. Особенно устойчивые результаты наблюдаются при предварительном нагреве сырого масла или мисцеллы, снижении вязкости и оптимизации гидродинамики потока.

Нанофильтрация полезна для удаления низкомолекулярных окрашивающих компонентов, продуктов окисления и части свободных жирных кислот. В рассмотренных источниках приводятся диапазоны 85-98 % для пигментов, 70-90 % для пероксидов и 60-85 % для свободных жирных кислот. Эти показатели существенно зависят от химии мембраны, природы растворителя и режима давление-температура.

В статье Food and Bioproducts Processing 2024 года показано, что мембранная предварительная обработка сырой мисцеллы необходима перед OSN-десолвентизацией. Это важно как для сохранения высокоценной триглицеридной фракции, так и для стабилизации последующего этапа регенерации растворителя.

С технологической точки зрения NF-мембраны обычно имеют размер пор 0.5-2.0 нм или MWCO 200-1000 Да и работают при давлении 5-40 бар. Поэтому их рассматривают как промежуточную платформу между UF и RO. Именно эта промежуточность позволяет в масложировых системах не полностью, но управляемо задерживать окрашенные и окисленные низкомолекулярные компоненты.

Однако основным узким местом процесса остается fouling. В современном обзоре 2025 года три ключевых ограничения нанофильтрационных мембран выделены отдельно: компромисс между селективностью и потоком, fouling и химическая нестойкость. Для масляных систем особенно характерны органический fouling, концентрационная поляризация и поверхностная адсорбция.

Для промышленного внедрения целесообразна комбинированная схема: грубая механическая очистка или гидратация, далее UF для отделения фосфолипидов и коллоидов, затем NF или OSN для снижения содержания пигментов, FFA и продуктов окисления. Такая последовательность снижает нагрузку на мембраны и повышает суммарную селективность.

С аналитической точки зрения преимущество мембранной очистки состоит в снижении теплового воздействия, сохранении части полезных минорных компонентов и уменьшении количества отходов - soapstock, отработанного адсорбента и загрязненных стоков. Вместе с тем для каждого вида масла - хлопкового, подсолнечного, рапсового, соевого - требуется индивидуальный подбор растворителя, температуры и материала мембраны.


ISSN 3030-3907

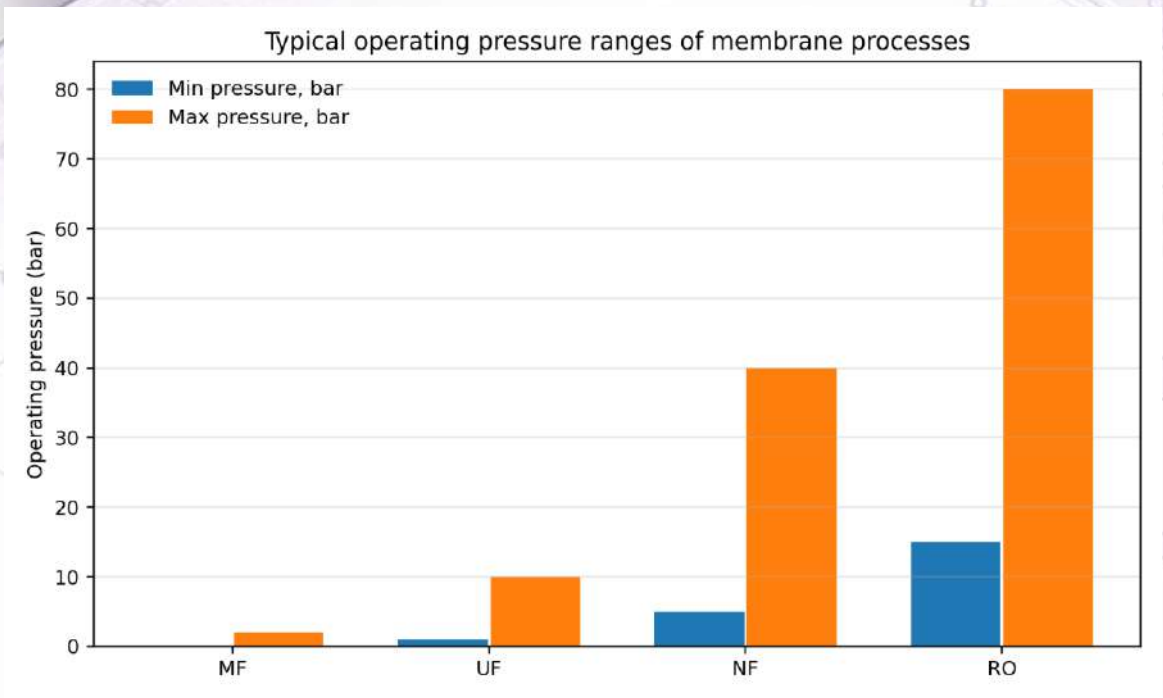



**Рисунок 1. Типичные диапазоны рабочего давления мембранных процессов**

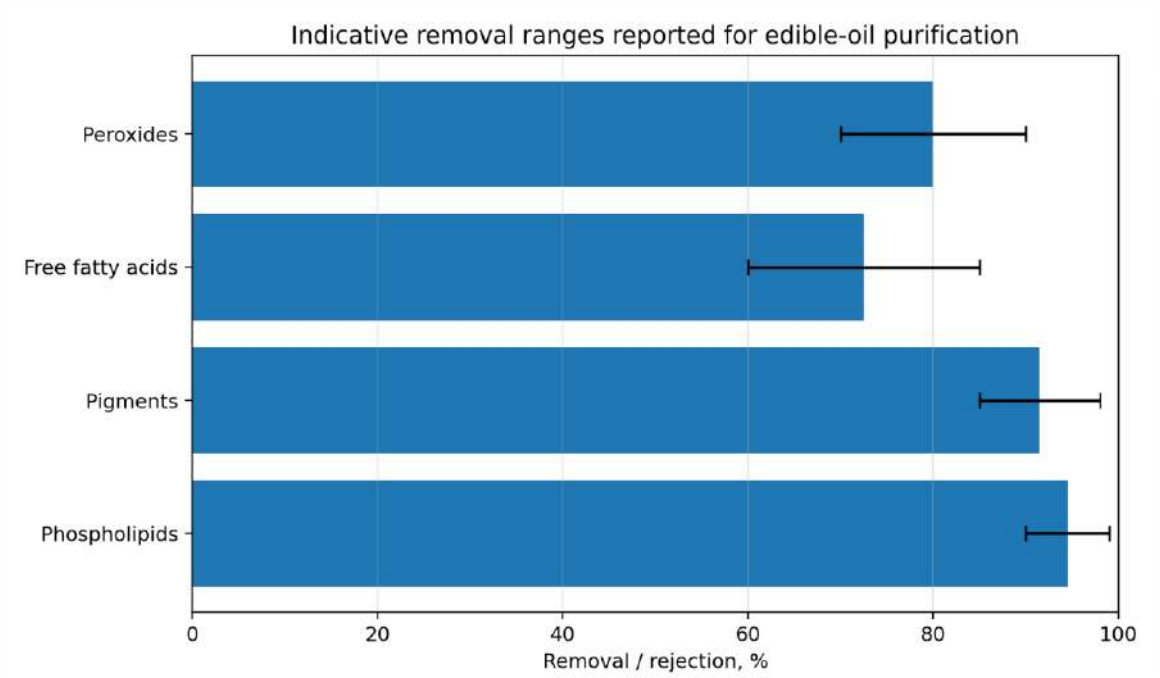



**Рисунок 2. Диапазоны эффективности разделения, приведенные в литературе**


ISSN 3030-3907

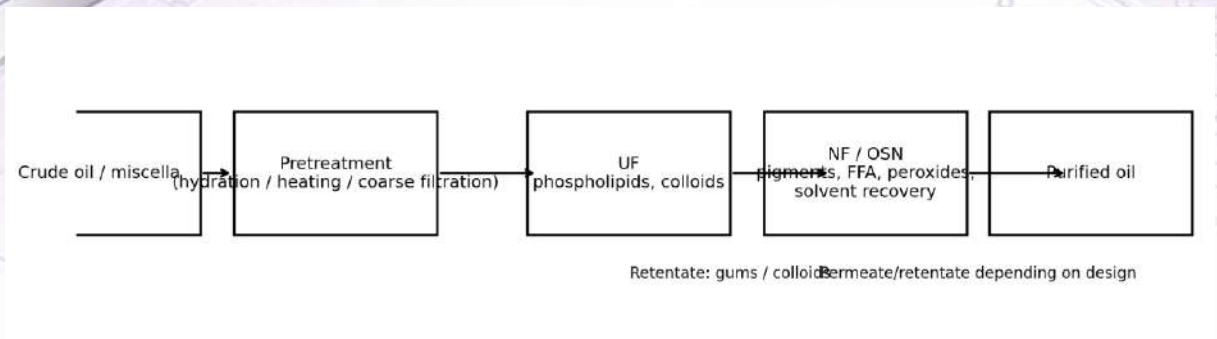



**Рисунок 3. Рекомендуемая многостадийная схема мембранной очистки масел**

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Анализ зарубежных источников показывает, что мембранные и нанофильтрационные технологии являются перспективным направлением глубокой очистки масел с меньшим расходом энергии и реагентов по сравнению с традиционной рафинацией.

Наиболее надежные практические результаты получены при отделении фосфолипидов и коллоидов методом ультрафильтрации; нанофильтрация эффективна для снижения содержания пигментов, продуктов окисления и части свободных жирных кислот.

Для промышленного внедрения критически важны три условия: химическая стойкость мембраны, стратегия управления fouling и многоступенчатая предварительная обработка. Следовательно, дальнейшие исследования должны быть направлены на solvent-resistant композитные мембраны, антифоулинговые модификации и оценку длительной работы в реальных масложировых системах.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБСУЖДЕНИЕ.

Термодинамические и гидродинамические факторы также напрямую влияют на результат мембранного разделения. В масляной среде с высокой вязкостью ламинаризация потока способствует утолщению приграничного слоя у поверхности мембраны, что приводит к концентрационной поляризации и кажущемуся снижению потока. Поэтому в промышленных модулях предпочтительны spiral-wound, tubular и cross-flow режимы.

Повышение температуры обычно уменьшает вязкость и увеличивает поток, но одновременно может ускорять окислительные процессы. Поэтому мембранная очистка масел проектируется в логике «мягкого термического режима»: улучшение качества достигается не нагревом как таковым, а селективным мембранным транспортом.

Современные исследования по NF и OSN показывают, что выбор между полиамидными, полисульфоновыми, PVDF и solvent-resistant композитными слоями должен основываться не только на селективности, но


ISSN 3030-3907

и на химической совместимости, возможности промывки и механической устойчивости. Особенно в системах мисцеллы с гексаном, этанолом или смешанными растворителями необходимо учитывать риск набухания и структурной деградации.

С экологической точки зрения мембранные технологии способны снижать нагрузку на сточные воды, уменьшать расход адсорбентов и контролировать образование soapstock. Это соответствует принципам ESG и ресурсосберегающего производства. Однако такие преимущества экономически оправданы лишь при достаточном ресурсе мембранных модулей и оптимизированных CIP-режимах.

В экономических оценках мембрану часто считают дорогим стартовым оборудованием, но в полной себестоимости необходимо учитывать также тепловую энергию, реагенты, потери нейтрального масла и обращение с отходами. Поэтому корректная оценка мембранной технологии должна выполняться не по отдельной операции, а по всей цепи рафинации с использованием life-cycle подхода.

Зарубежная практика показывает, что высокие лабораторные показатели селективности при масштабировании могут снижаться из-за неравномерного распределения потока между модулями, изменчивости состава сырья и удлинения интервалов очистки. Следовательно, дальнейшие исследования должны быть направлены не только на создание новых мембран, но и на вопросы масштабирования, мониторинга и цифрового управления процессом.

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.**

Для хлопкового и подсолнечного масел практично сочетать предварительную гидратацию или мягкий водный pretreatment с UF-модулем, а затем подключать NF, если содержание пигментов и продуктов окисления остается высоким. Для соевых и рапсовых мисцелл более перспективны схемы с OSN в органическом растворителе.

В системе мониторинга необходимо контролировать как минимум следующие индикаторы: поток пермеата, падение давления, кислотное число, содержание фосфора, перекисное число, цветовой показатель и flux recovery после CIP. Именно эти параметры позволяют объективно оценивать эффективность мембранного модуля и уровень загрязнения.

Ключевой методический вывод состоит в том, что мембранная технология не является универсальным «одностадийным» решением для очистки масел; наилучший результат она дает в интеграции с pretreatment-стадиями. Такая интеграция повышает селективность, снижает fouling и уменьшает эксплуатационные риски.


ISSN 3030-3907

**Таблица 2.**

**Сравнительная оценка традиционных и мембранных методов**

| Показатель | Традиционная рафинация | Мембранный подход | Комментарий |
|---|---|---|---|
| Температурная нагрузка | Высокая | Относительно низкая | Ниже риск термодеструкции |
| Химические реагенты | Больше | Меньше | CIP оценивается отдельно |
| Потери нейтрального масла | Средние-высокие | Потенциально ниже | Зависит от сырья и режима |
| Основная проблема | Soapstock и отработанный адсорбент | Fouling и стоимость модуля | Требуется интеграция процесса |

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Manjula, S., & Subramanian, R. Membrane technology in degumming, dewaxing, deacidifying, and decolorizing edible oils. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2006, 46(7), 569-592.
2. Koseoglu, S. S., & Engelgau, D. E. Membrane applications and research in the edible oil industry: an assessment. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1990, 67(4), 239-249.
3. Rashid, K. T., Shihab, J. M., & Toma, M. A. A review on membrane technology application for vegetable oil purification processes. International Journal of Food Engineering, 2022.
4. do Nascimento, N. N., Paraíso, C. M., Molina, L. C. A., Dzyazko, Y. S., Bergamasco, R., & Vieira, A. M. S. Innovative Trends in Modified Membranes: A Mini Review of Applications and Challenges in the Food Sector. Membranes, 2024, 14(10), Article 209, 25 p.
5. Al Kholif, M., Ali, M. A., Hilal, N., et al. Comprehensive updates on recent advances, fouling mechanisms and mitigation strategies for nanofiltration membranes. Environmental Technology & Innovation, 2024.
6. Subramanian, R., et al. Integrated membrane process for pretreating and desolventizing crude miscella for vegetable oil extraction. Food and Bioproducts Processing, 2024.


ISSN 3030-3907

7. Su, M., Zhang, Y., Liu, S., Wang, Y., & Li, T. Challenges and solutions for nanofiltration membranes in water treatment. Frontiers in Chemical Engineering, 2025, Article 1695014.
8. Pan, F. G., et al. Research progress on the genesis and removal methods of phospholipids in vegetable oils. Grasas y Aceites, 2024.


ISSN 3030-3907

# FOSFOGIPS ASOSIDAGI MODIFIKATSIYALANGAN GIPSBETONNING STRUKTURASI, FIZIK-MEXANIK XOSSALARI VA SUVGA CHIDAMLILIGI

**Otaqulov Baxromjon Adxamovich**
*Farg‘ona davlat texnika universiteti ,t.f.f.d, PhD, dotsent*
**G‘ulomjonova Ro‘zigul Komiljon qizi**
*Farg‘ona davlat texnika universiteti Magistrant*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada fosfogips asosida tayyorlangan suvga chidamli gipsbetonning tuzilishi hamda fizik-mexanik xossalari o‘rganilgan. Fosfogips miqdorining zichlik, siqilishdagi mustahkamlik, suv shimuvchanlik va suvga chidamlilik koeffitsiyentiga ta’siri tahlil qilindi. Tajriba natijalari fosfogips qo‘shilishi material strukturasining zichlashishiga va suvga chidamlilikning oshishiga olib kelishini ko‘rsatdi. Eng yuqori texnik ko‘rsatkichlar 20% fosfogips miqdorida kuzatildi.

**Kalit so‘zlar:** fosfogips, gipsbeton, suvga chidamlilik, mikrostruktura, siqilishdagi mustahkamlik.

**Аннотация.** В данной статье исследованы структура и физико-механические свойства водостойкого гипсобетона, изготовленного на основе фосфогипса. Проанализировано влияние содержания фосфогипса на плотность, прочность при сжатии, водопоглощение и коэффициент водостойкости. Результаты экспериментов показали, что введение фосфогипса способствует уплотнению структуры материала и повышению его водостойкости. Наилучшие технические показатели достигнуты при содержании фосфогипса 20%.

**Ключевые слова:** фосфогипс, гипсобетон, водостойкость, микроструктура, прочность при сжатии.

**Abstract.** This paper investigates the structure and physical-mechanical properties of water-resistant gypsum concrete based on phosphogypsum. The influence of phosphogypsum content on density, compressive strength, water absorption, and water resistance coefficient was analyzed. Experimental results showed that the addition of phosphogypsum leads to densification of the material structure and improvement of water resistance. The best performance indicators were achieved at 20% phosphogypsum content.

**Keywords:** phosphogypsum, gypsum concrete, water resistance, microstructure, compressive strength.

## 1. KIRISH.

Zamonaviy qurilish materiallari fanida sanoat chiqindilaridan samarali foydalanish bugungi kunning eng muhim ilmiy va amaliy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bunday yondashuv nafaqat ekologik muammolarni kamaytiradi,


ISSN 3030-3907

balki arzon va yangi xossalarga ega kompozitsion materiallar yaratish imkonini ham beradi. Shu jihatdan fosfogips alohida ahamiyat kasb etadi. Fosfogips fosfor kislotasi ishlab chiqarish jarayonida ko‘p miqdorda hosil bo‘ladigan ikkilamchi sanoat chiqindisi bo‘lib, uning to‘planishi atrof-muhit ifloslanishiga, tuproq va suv resurslarining degradatsiyasiga sabab bo‘lishi mumkin.

Kimyoviy tarkibiga ko‘ra fosfogips asosan kalsiy sulfat dihidrat ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) dan iborat bo‘lib, uning tarkibida ma’lum miqdorda kremniy oksidi, fosfat birikmalari, ftoridlar hamda boshqa mineral aralashmalar uchraydi. Ushbu qo‘shimcha komponentlar uning fizik-kimyoviy xossalariga ta’sir ko‘rsatadi va qayta ishlash jarayonida maxsus texnologik yondashuvlarni talab etadi. Shunga qaramasdan, fosfogipsni tozalash va faollashtirish orqali uni qurilish materiallari sanoatida, ayniqsa gips asosidagi kompozitlar ishlab chiqarishda samarali xomashyo sifatida qo‘llash mumkin.

Gipsbeton qurilish materiallari orasida o‘zining past zichligi, yetarli darajadagi mexanik mustahkamligi, yaxshi issiqlik va tovush izolyatsiyasi xususiyatlari hamda iqtisodiy jihatdan arzonligi bilan keng qo‘llaniladi. Biroq uning asosiy texnik kamchiligi suv va namlik ta’siriga nisbatan past chidamlilikka ega ekanligidir. Bu esa materialning uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorligini kamaytiradi va uni agressiv yoki nam muhitlarda qo‘llash imkoniyatini cheklaydi.

Mazkur muammoni bartaraf etish uchun gipsbeton tarkibini modifikatsiya qilish, ya’ni fosfogipsni gidravlik bog‘lovchilar (masalan, Portlandsement) bilan birgalikda qo‘llash ilmiy jihatdan asoslangan yondashuvlardan biri hisoblanadi. Fosfogipsning kompozitsiyaga kiritilishi material ichki strukturasida bir qator ijobiy o‘zgarishlarni yuzaga keltiradi. Xususan, u mikrostrukturani zichlashtiradi, kapillyar va ochiq g‘ovaklik miqdorini kamaytiradi, hamda sement-gips tizimida gidratatsiya jarayonlarining faollashuviga yordam beradi. Natijada materialning umumiy strukturaviy barqarorligi oshadi.

Shu bilan birga, fosfogipsning optimal miqdorini aniqlash juda muhim hisoblanadi, chunki uning ortiqcha qo‘shilishi teskari effekt berib, ichki mikroyoriqlar hosil bo‘lishiga va mustahkamlikning pasayishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi fosfogips asosida olingan suvga chidamli gipsbetonning strukturaviy shakllanish qonuniyatlarini chuqur o‘rganish, uning fizik-mexanik xossalarini kompleks tahlil qilish hamda eng samarali (optimal) tarkibiy nisbatni ilmiy asosda aniqlashdan iboratdir.

Tadqiqot jarayonida bir qator asosiy va yordamchi materiallar ishlatilgan. Jumladan, fosfogips oldindan quritilgan va maydalanib, faol holatga keltirilgan holda qo‘llanildi. Bu uning reaktivligini oshirish va kompozitsion material tarkibida bir tekis taqsimlanishini ta’minlashga xizmat qiladi.


ISSN 3030-3907

Shuningdek, bog‘lovchi modda sifatida Portlandsement (PC 400 markasi) ishlatilgan bo‘lib, u gipsbeton tizimida gidravlik reaksiyalarni ta’minlash va umumiy mustahkamlikni oshirishda muhim rol o‘ynaydi.

To‘ldiruvchi sifatida 0,16–2,5 mm fraksiyaga ega bo‘lgan mayda qum ishlatilgan. Ushbu to‘ldirgich materialning granulometrik tarkibini optimallashtirish, zichligini oshirish hamda ichki strukturasini barqarorlashtirishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, kompozitsion aralashmaning texnologik va fizik-mexanik xossalarini yaxshilash maqsadida kimyoviy qo‘shimchalar — plastifikatorlar va strukturani yaxshilovchi modifikatorlar ham qo‘llanildi. Ushbu qo‘shimchalar aralashmaning ishlov berish qulayligini oshirib, yakuniy materialning mikrostrukturaviy sifatini yaxshilashga yordam berdi.

Tadqiqot davomida o‘lchamlari 20×20×20 mm va 40×40×40 mm bo‘lgan namunalar tayyorlandi. Namunalarni tayyorlash jarayonida suv-bog‘lovchi (W/B) nisbati doimiy saqlanib, tarkibning barqarorligini ta’minlashga alohida e’tibor qaratildi. Fosfogips miqdori esa tajriba sharoitida 0% dan 30% gacha bosqichma-bosqich o‘zgartirilib, uning material xossalariga ta’siri kompleks ravishda o‘rganildi.

Sinovlar jarayonida gipsbetonning asosiy fizik-mexanik ko‘rsatkichlari aniqlab borildi. Xususan, siqilishdagi mustahkamlik namunalarni gidravlik press yordamida sinash orqali belgilandi. Material zichligi uning massasi va hajmi o‘rtasidagi nisbat asosida hisoblab chiqildi. Suv shimuvchanlik ko‘rsatkichi immersion (suvga botirish) usuli orqali aniqlanib, materialning suvni o‘ziga singdirish darajasi baholandi.

Bundan tashqari, suvga chidamlilik koeffitsiyenti ham muhim mezon sifatida aniqlanib, u to‘yingan (namlangan) va quruq holatdagi mustahkamlik qiymatlari nisbati asosida hisoblandi. Ushbu ko‘rsatkich materialning nam muhitlarda ishlashga yaroqliligini baholash imkonini beradi

Mikrostrukturaviy tahlil mazkur tadqiqotda konseptual yondashuv asosida amalga oshirildi. Tahlil jarayonida materialning ichki tuzilishi, xususan g‘ovaklik darajasi, kristallarning shakllanishi va ularning o‘zaro joylashuvi, shuningdek donalararo kontakt zonalarining holati o‘rganildi. Olingan natijalar gipsbeton strukturasida fosfogips qo‘shilishining ijobiy ta’sirini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, kelgusida yanada aniqroq va chuqurroq tahlil o‘tkazish maqsadida skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usulidan foydalanish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi.


ISSN 3030-3907

**1-jadval**

**Fosfogips miqdorining gipsobeton xossalariga ta’siri (adabiyotlar tahlili asosida)**

| № | Fosfogips (%) | Zichlik (kg/m³) | Mustahkamlik (MPa) | Suv shimuvchanlik (%) | Suvga chidamlilik koeff. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1450 | 12.5 | 18 | 0.45 |
| 2 | 10 | 1480 | 14.2 | 16 | 0.52 |
| 3 | 20 | 1500 | 16.8 | 14 | 0.60 |
| 4 | 30 | 1520 | 15.5 | 15 | 0.57 |

O‘tkazilgan tajribalar natijasida fosfogips miqdorining gipsbeton xossalariga ma’lum qonuniyat asosida ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Xususan, materialning siqilishdagi mustahkamligi fosfogips miqdori 20% gacha ortib borishi bilan oshib, undan keyin esa pasayish tendensiyasini ko‘rsatdi. Bu esa optimal tarkib chegarasi mavjudligini bildiradi. Shu bilan birga, suv shimuvchanlik ko‘rsatkichi fosfogips miqdori ortishi bilan muntazam kamayib bordi, ya’ni materialning suvni o‘ziga singdirish qobiliyati pasaydi. Eng muhim ko‘rsatkichlardan biri bo‘lgan suvga chidamlilik koeffitsiyenti esa aynan 20% fosfogips miqdorida maksimal qiymatga erishgani kuzatildi.

Olingan natijalar gipsbetonning fizik-mexanik xossalaridagi ijobiy o‘zgarishlar uning ichki strukturasida yuz beradigan modifikatsiyalar bilan bevosita bog‘liqligini ko‘rsatadi. Xususan, fosfogipsning optimal miqdori (20%) da u mikrotoldiruvchi sifatida faol ishtirok etib, materialning mikrostrukturaviy zichligini oshiradi. Natijada g‘ovaklik darajasi kamayadi va donalararo kontakt zonalari mustahkamlanadi, bu esa umumiy mustahkamlikning ortishiga olib keladi.

Biroq fosfogips miqdorining 30% va undan ortishi salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Bu holat ortiqcha gips fazasining hosil bo‘lishi, ichki mikroyoriqlarning paydo bo‘lishi hamda umumiy struktura barqarorligining pasayishi bilan izohlanadi. Natijada materialning mexanik xossalari yomonlashadi.

Suvga chidamlilikning oshishi esa bir qator fizik-kimyoviy jarayonlar bilan bog‘liq. Jumladan, kapillyar g‘ovaklikning kamayishi natijasida suvning material ichiga kirib borish imkoniyati cheklanadi. Bundan tashqari, sement ishtirokida C-S-H (kalsiy silikat gidratlari) tipidagi gidratatsiya mahsulotlari hosil bo‘lib, ular strukturaning mustahkamligini va barqarorligini oshiradi. Shu bilan birga, mikrostrukturaviy yaxlitlikning ortishi materialning uzoq muddatli ekspluatatsion xossalarini yaxshilaydi.


ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, fosfogips qo‘shilishi gipsbetonning mikrostrukturasi zichlashishiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Aniqlanishicha, eng maqbul tarkib 20% fosfogips miqdoriga to‘g‘ri keladi. Aynan shu nisbatda materialning siqilishdagi mustahkamligi nazorat namunalariga nisbatan 34% gacha oshdi. Shu bilan birga, suv shimuvchanlik kamayib, suvga chidamlilik ko‘rsatkichlari sezilarli darajada yaxshilandi.

Umuman olganda, fosfogips asosida olingan gipsbeton ekologik jihatdan samarali bo‘lib, sanoat chiqindilaridan oqilona foydalanish imkonini beradi. Bundan tashqari, u iqtisodiy jihatdan ham maqsadga muvofiq bo‘lib, zamonaviy qurilish materiallari ishlab chiqarishda istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Neville A.M. *Properties of Concrete*. Pearson, 2011.
2. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials*. McGraw-Hill, 2014.
3. С.И.Вольфковича. Гипс и фосфогипс: сборник работ по химической переработке гипса и фосфогипса / ред.. - 1958. - 303 с.
4. С. И. Вольфковича, И. С. Тельшова, А. И. Белопольского Гипс и фосфогипс: сборник работ, статей и материалов по вопросам технологического использования гипса и фосфогипса: Госхимтехиздат. Ленингр. отд-ние, 1933. — 140 с.


ISSN 3030-3907

# BUXORO MA'RIFATPARVAR JADIDLAR ILMIY MEROSIDA INSON QADRI FENOMENINING FALSAFIY TAHLILI

**Salohov Akmal**
*Buxoro Davlat Texnika universiteti dotsent*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada Buxoro jadidlarining ilmiy-ma'rifiy merosida inson qadri tushunchasining shakllanishi va uning falsafiy mohiyati tahlil etiladi. Abdurauf Fitrat, Ahmad Donish, Fayzullo Xo'jaev kabi ma'rifatparvarlarning asarlari asosida inson qadrining ma'naviy, ijtimoiy va madaniy aspektlari ochib beriladi. Shuningdek, inson qadri fenomeni milliy uyg'onish g'oyalari bilan bog'liq holda talqin qilinadi.

**Kalit so'zlar:** Buxoro jadidlari, ma'rifatparvarlik, inson, inson qadri, jadidchilik harakati, inson kamolati, ma'naviyat.

**Аннотатсия.** В данной статье анализируется формирование консепсии человеческого достоинства и её философской сущности в научно-образовательном наследии Бухарских джадидов. На основе работ таких просветителей, как Абдурауф Фитрат, Ахмад Дониш, Файзулло Ходжаев, раскрываются духовные, сотсиальные и культурные аспекты человеческого достоинства. Также феномен человеческого достоинства интерпретируется в связи с идеями натсионального возрождения.

**Ключевые слова:** Бухарский джадидзм, просвещение, человек, человеческие сенности, движение джадидзма, человеческое совершенство, духовность.

**Annotation.** This article analyzes the development of the concept of human dignity and its philosophical essence in the scientific and educational legacy of the Bukharan Jadids. Drawing on the works of educators such as Abdurauf Fitrat, Akhmad Donish, and Fayzullo Khodjaev, the spiritual, social, and cultural aspects of human dignity are explored. The phenomenon of human dignity is also interpreted in relation to ideas of national revival.

**Keywords:** Bukhara Jadidism, enlightenment, man, human values, Jadidism movement, human perfection, spirituality.

## KIRISH.

XIX asrning ikkinchi yarmi – XX asr boshlarida Markaziy Osiyoda yuzaga kelgan jadidchilik harakati nafaqat ijtimoiy-siyosiy, balki chuqur falsafiy mazmunga ega bo'lgan ma'rifatparvarlik oqimi sifatida namoyon bo'ldi. Ushbu harakat markazida inson, uning qadri va kamoloti masalasi turdi. Jadidlar uchun inson – jamiyat taraqqiyotining asosiy sub'ekti va maqsadi sifatida talqin qilindi[1].

[1] Qosimov B. Jadidchilik tarixi. – Toshkent: Sharq, 2004. – B. 45.


ISSN 3030-3907

Inson qadri tushunchasi insoniyat tafakkuri tarixida markaziy o‘rin egallab kelgan. Ayniqsa, XIX asr oxiri – XX asr boshlarida Markaziy Osiyoda yuzaga kelgan jadidchilik harakati insonni jamiyatning eng oliy qadriyati sifatida talqin qilishga alohida e’tibor qaratdi. Buxoro jadidlari mazkur jarayonda muhim o‘rin tutadi. Ular insonning ma’naviy kamoloti, bilim olishi va jamiyatdagi faol ishtiroki orqali uning qadrini yuksaltirish g‘oyasini ilgari surdilar.

Jadidchilik harakati, avvalo, ta’lim va ma’rifat orqali jamiyatni isloh qilishni maqsad qilgan. Bu jarayonda inson markaziy o‘ringa qo‘yildi. Jadidlar insonni faqat ijtimoiy mavjudot emas, balki ma’naviy kamolotga intiluvchi shaxs sifatida talqin qildilar.

Ahmad Donish o‘z asarlarida insonning aqliy va axloqiy kamoloti jamiyat taraqqiyotining asosiy sharti ekanligini ta’kidlaydi[2]. Uning fikricha, insonning qadri uning bilimi va ma’naviyati bilan belgilanadi.

Ahmad Donishning ijtimoiy-siyosiy, axloqiy va ma’rifiy qarashlari orqali insonni oliy qadriyat sifatida talqin qilish tendensiyasi yoritiladi. Donshning asarlarida inson qadri bilim, adolat, axloq va jamiyat taraqqiyoti bilan uzviy bog‘liq ekanligi ilmiy asosda tahlil qilingan. Donish insonni jamiyat taraqqiyotining markaziy sub’ekti sifatida ko‘radi va uning qadrini bilim, axloq va adolat bilan belgilaydi. Bu esa uning falsafiy merosini insonparvarlik tamoyillari asosida o‘rganishni talab etadi.

Falsafada inson qadri masalasi qadimdan muhim mavzulardan biri bo‘lib kelgan. Ayniqsa, Al-Farabi, Ibn Sina kabi mutafakkirlar insonni “aqlli mavjudot” sifatida oliy qadriyat darajasiga ko‘targanlar[3].

Ahmad Donish ushbu an’anani davom ettirgan holda, inson qadrini quyidagi omillar bilan bog‘laydi:

- bilim va ma’rifat;
- axloqiy komillik;
- adolatli jamiyat;
- ijtimoiy faollik.

Uning fikricha, “insonning haqiqiy qadri uning aqliy va axloqiy kamoloti bilan o‘lchanadi”. Ahmad Donishning “Navodir ul-vaqoe” asari uning falsafiy qarashlarini yorituvchi asosiy manbalardan hisoblanadi. Unda jamiyatdagi nohaqliklar, adolatsizlik va jaholat inson qadrini pasaytiruvchi omillar sifatida tanqid qilinadi.

[2] Ahmad Donish. Asarlar to‘plami. – Toshkent: Fan, 1992.
[3] Forobiy Abu Nasr. Fozil odamlar shahri. – Toshkent, 1993.


ISSN 3030-3907

Donish ta’kidlaydiki: “Agar jamiyat ilm va adolatga asoslanmasa, inson qadri toptaladi”.[4] Bu fikr uning ijtimoiy-falsafiy pozitsiyasini ochib beradi. U inson qadrini jamiyat tizimi bilan bog‘laydi va adolatli davlatni inson qadrining kafolati sifatida ko‘radi. Donish qarashlarida ma’rifat inson qadrini belgilaydigan asosiy omil hisoblanadi. U jaholatni inson qadrining asosiy dushmani sifatida baholaydi. Bu jihatdan u Abdurauf Fitrat kabi jadidlar bilan hamohang fikrda bo‘lgan. Fitrat ham insonni “ma’rifat orqali ozodlikka erishuvchi shaxs” sifatida talqin qiladi.[5] Donishning fikricha: bilim insonni erkin qiladi, ma’rifat jamiyatni taraqqiy ettiradi, ilm inson qadrini oshiradi.

Ahmad Donish inson qadrini faqat bilim bilan emas, balki axloqiy fazilatlar bilan ham bog‘laydi. U adolat, insof, halollik va mas’uliyatni inson qadrining asosiy mezonlari deb hisoblaydi. Donish inson qadrini jamiyat bilan uzviy bog‘liq holda ko‘radi. U adolatsiz davlatni inson qadrini kamsituvchi tizim sifatida tanqid qiladi. Uning fikricha:

- adolatli jamiyat – inson qadrining asosi;
- qonun ustuvorligi – inson huquqlarining kafolati;
- ma’rifatli jamiyat – barqaror taraqqiyot sharti.

Bu g‘oyalar zamonaviy inson huquqlari konsepsiyasi bilan hamohangdir.

Ahmad Donishning ilmiy merosida inson qadri fenomeni markaziy o‘rin egallaydi. U insonni: oliy qadriyat, jamiyat taraqqiyotining asosiy sub’ekti, ma’rifat va axloq sohibi sifatida talqin qiladi.

Donishning qarashlari bugungi kunda ham o‘z ahamiyatini yo‘qotmagan bo‘lib, inson huquqlari, ta’lim va ma’rifat masalalarida muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Jadidchilik ta’limoti an’anaviy diniy-metafizik qarashlardan farqli ravishda insonni faol, ongli va ijodkor mavjudot sifatida baholadi. Bu holat ularning inson qadrini anglashda ratsionalizm va gumanizm tamoyillariga tayanganini ko‘rsatadi. Ahmad Donish o‘z asarlarida insonning aqliy kamolotiga alohida urg‘u berib, jamiyat rivojini inson ongi va bilim darajasi bilan bog‘laydi: “Agar inson bilimli bo‘lsa, u jamiyatni ham o‘zgartirish qudratiga ega bo‘ladi”[6]. Ushbu fikr inson qadrini bilish va ma’rifat bilan bog‘lovchi ilk konseptual yondashuv sifatida ahamiyatga ega.

Abdurauf Fitrat inson qadri masalasiga eng chuqur yondashgan mutafakkirlardan biri hisoblanadi. U o‘zining “Oila” va “Hind sayyohining bayonoti” asarlarida insonning ijtimoiy va ma’naviy mohiyatini tahlil qiladi. Fitrat insonni “millatning jonli kuchi” deb ta’riflaydi va uning qadrini tarbiya

[4] Ahmad Donish. Navodir ul-vaqoe. – Toshkent, 1960.
[5] Fitrat A. Tanlangan asarlar. – Toshkent, 2006.)
[6] Ahmad Donish. Asarlar to‘plami. – Toshkent: Fan, 1992. – B. 118.


ISSN 3030-3907

orqali yuksaltirish mumkinligini ta’kidlaydi. Ayniqsa, “Oila” asarida u quyidagi fikrni ilgari suradi:

“Insonning kamoloti avvalo uning oilasidagi tarbiyasiga bog‘liq”.[7] Bu qarash inson qadrini ijtimoiy muhit bilan uzviy bog‘liq holda talqin qilishga xizmat qiladi. Fitratning “Hind sayyohining bayonoti” asarida esa inson qadri milliy taraqqiyot bilan bog‘lanadi. U jamiyatning orqada qolish sabablarini insonlardagi ma’naviy passivlik va bilimsizlik bilan izohlaydi. Shu nuqtai nazardan, Fitrat ta’limotida inson qadri quyidagi uch bosqichda shakllanadi:

1. individual kamolot (shaxsiy rivojlanish);
2. ijtimoiy mas’uliyat (jamiyat oldidagi burch);
3. milliy ong (millat taqdiriga daxldorlik)[8].

Fitrat insonni “millatning asosi” sifatida ko‘radi va uning tarbiyasiga katta ahamiyat beradi. Uning qarashlariga ko‘ra, jamiyatning rivojlanishi insonning ma’naviy yuksalishi bilan uzviy bog‘liq.

“Insonni tarbiya qilmasdan millatni taraqqiy ettirib bo‘lmaydi”[9].

Bu g‘oya inson qadrini faqat individual emas, balki ijtimoiy kategoriya sifatida talqin qilish imkonini beradi.

Jadidlar ta’limotiga ko‘ra: inson — ijtimoiy taraqqiyot sub’ekti, bilim inson qadrining asosiy mezoni, erkin fikr — shaxs kamolotining sharti.

Bu qarashlar gumanizm g‘oyalari bilan uyg‘un holda shakllangan.

Fayzullo Xo‘jaev o‘z chiqishlarida jamiyatni isloh qilish insonni tarbiya qilishdan boshlanishini ta’kidlaydi[9]. Uning fikricha: “Jamiyatni o‘zgartirish uchun avvalo insonni o‘zgartirish lozim”. Bu g‘oya gumanizm tamoyillari bilan uyg‘un bo‘lib, insonni eng oliy qadriyat sifatida e’tirof etadi. Jadidlar qarashlarida inson va jamiyat munosabatlari quyidagi prinsiplarga asoslanadi:

- inson jamiyatni shakllantiradi;
- jamiyat inson kamoloti uchun sharoit yaratadi;
- inson va jamiyat o‘zaro ta’sirda rivojlanadi[10]. Bu yondashuv dialektik xarakterga ega bo‘lib, inson qadrini ijtimoiy jarayonlar bilan bog‘laydi.

Jadidlar inson qadrini quyidagi uch asosiy jihatda talqin qiladilar:

1. Ma’naviy jihat – inson axloqiy komillikka intiladi;
2. Aqliy jihat – bilim va tafakkur insonni yuksaltiradi;
3. Ijtimoiy jihat – inson jamiyat rivojining faol ishtirokchisi. Bu jihatlar o‘zaro uyg‘unlikda inson qadri fenomenini tashkil etadi.

[7] Fitrat A. “Oila”. – Toshkent, 1916. – B. 12.
[8] Karimov Sh. Milliy uyg‘onish va inson qadri. – Toshkent, 2018. – B. 91.
[9] Fitrat A. “Oila”. – Toshkent, 1916.
[10] Fayzullo Xo‘jaev. Tanlangan asarlar. – Toshkent: O‘zbekiston, 1987. – B. 145.


ISSN 3030-3907

Jadidlar insonni “qadriyatlar yaratuvchi sub’ekt” sifatida ko‘radilar. Buxoro jadidlari ilmiy merosida inson qadri masalasi zamonaviy falsafiy qarashlar bilan hamohangdir. Ayniqsa, inson huquqlari, shaxs erkinligi va ijtimoiy adolat kabi tushunchalar jadidlar ta’limotida ilk bor milliy kontekstda asoslab berilgan. Bu holat jadidlarning faqat ma’rifatparvar emas, balki chuqur falsafiy tafakkur egalari ekanligini ko‘rsatadi.

Buxoro jadidlari ilmiy merosida inson qadri fenomeni markaziy o‘rin tutadi. Ularning qarashlarida inson — jamiyat taraqqiyotining asosiy omili, ma’naviy va aqliy kamolotning egasi sifatida talqin etiladi. Jadidlar inson qadrini bilim, ma’rifat va erkin fikr orqali yuksaltirish g‘oyasini ilgari surganlar. Bu g‘oyalar bugungi kunda ham o‘z ahamiyatini saqlab qolmoqda. Jadidlar inson qadrini bilim, tarbiya va ijtimoiy faollik orqali yuksaltirish g‘oyasini ilgari surganlar. Ushbu g‘oyalar bugungi kunda ham o‘z dolzarbligini saqlab qolmoqda.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Qosimov B. Jadidchilik tarixi. – Toshkent: Sharq, 2004.
2. Ahmad Donish. Asarlar to‘plami. – Toshkent: Fan, 1992.
3. Forobiy Abu Nasr. Fozil odamlar shahri. – Toshkent, 1993.
4. Ahmad Donish. Navodir ul-vaqoe. – Toshkent, 1960.
5. Fitrat A. Tanlangan asarlar. – Toshkent, 2006.
6. Ahmad Donish. Asarlar to‘plami. – Toshkent: Fan, 1992.
7. Fitrat A. “Oila”. – Toshkent, 1916.
8. Karimov Sh. Milliy uyg‘onish va inson qadri. – Toshkent, 2018.
9. Fitrat A. “Oila”. – Toshkent, 1916.
10. Fayzullo Xo‘jaev. Tanlangan asarlar. – Toshkent: O‘zbekiston, 1987


ISSN 3030-3907

# MODERN APPROACHES TO IMPROVING STUDENTS' PREPARATION FOR EDUCATIONAL ACTIVITY BASED ON FORESIGHT TECHNOLOGIES

**Mirzakhodjayeva Dilrabokhon Tulqin qizi**
*Basic doctoral student Uzbekistan National Pedagogial Uniersity named after Nizami*

**Abstract.** This article analyzes modern approaches to the use of foresight technologies in improving students' preparation for educational activity. It substantiates that the foresight approach makes it possible to organize the educational and upbringing process not only on the basis of existing needs, but also from the perspective of future social, professional, and spiritual demands. The article highlights the role of foresight technologies in strategic planning, pedagogical design, the creation of an innovative educational environment, and the formation of future-oriented competencies in students. It also demonstrates the significance of modern pedagogical approaches, particularly learner-centered, competence-based, integrative, and interactive approaches, in developing readiness for educational activity. The study concludes that the introduction of foresight technologies into the higher education system is an important factor in enhancing students' independent thinking, social responsibility, commitment to values, and readiness for future professional and pedagogical activity. The scholarly literature also notes that foresight methods are increasingly applied in pedagogical design and in shaping the university educational environment, while emphasizing the need to align higher education with labor market demands and societal needs.

**Keywords:** foresight technologies, educational activity, student preparedness, modern pedagogical approaches, competence-based approach, pedagogical design, innovative educational environment, higher education, strategic planning, educational competence.

**Аннотация.** В данной статье анализируются современные подходы к использованию форсайт-технологий в улучшении подготовки студентов к образовательной деятельности. Обосновывается, что форсайт-подход позволяет организовывать образовательно-воспитательный процесс не только на основе существующих потребностей, но и с учетом будущих социальных, профессиональных и духовных требований. В статье подчеркивается роль форсайт-технологий в стратегическом планировании, педагогическом проектировании, создании инновационной образовательной среды и формировании у студентов ориентированных на будущее компетенций. Также демонстрируется значимость современных педагогических подходов, в частности, учебоцентрированного,

компетентностного, интегративного и интерактивного, в развитии готовности к образовательной деятельности. В заключение исследования делается вывод о том, что внедрение форсайт-технологий в систему высшего образования является важным фактором повышения самостоятельности мышления студентов, социальной ответственности, приверженности ценностям и готовности к будущей профессиональной и педагогической деятельности. В научной литературе также отмечается, что методы прогнозирования все чаще применяются в педагогическом проектировании и формировании образовательной среды университетов, при этом подчеркивается необходимость согласования высшего образования с требованиями рынка труда и потребностями общества.

**Ключевые слова:** технологии прогнозирования, образовательная деятельность, подготовка студентов, современные педагогические подходы, компетентностный подход, педагогическое проектирование, инновационная образовательная среда, высшее образование, стратегическое планирование, образовательная компетентность.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada talabalarning ta'lim faoliyatiga tayyorgarligini oshirishda bashorat texnologiyalaridan foydalanishning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilinadi. Unda bashorat texnologiyalaridan foydalanish nafaqat mavjud ehtiyojlar asosida, balki kelajakdagi ijtimoiy, kasbiy va ma'naviy talablar nuqtai nazaridan ham ta'lim va tarbiya jarayonini tashkil qilish imkonini berishi asoslanadi. Maqolada bashorat texnologiyalarining strategik rejalashtirish, pedagogik dizayn, innovatsion ta'lim muhitini yaratish va talabalarda kelajakka yo‘naltirilgan kompetensiyalarni shakllantirishdagi roli ta'kidlangan. Shuningdek, u zamonaviy pedagogik yondashuvlarning, xususan, o‘quvchiga yo‘naltirilgan, kompetensiyaga asoslangan, integrativ va interaktiv yondashuvlarning ta'lim faoliyatiga tayyorlikni rivojlantirishdagi ahamiyatini ko‘rsatadi. Tadqiqotda bashorat texnologiyalarini oliy ta'lim tizimiga joriy etish talabalarning mustaqil fikrlashini, ijtimoiy mas'uliyatini, qadriyatlarga sodiqligini va kelajakdagi kasbiy va pedagogik faoliyatga tayyorligini oshirishda muhim omil ekanligi haqida xulosa chiqariladi. Ilmiy adabiyotlarda shuningdek, bashorat texnologiyalari pedagogik dizaynda va universitet ta'lim muhitini shakllantirishda tobora ko‘proq qo‘llanilayotgani, shu bilan birga oliy ta'limni mehnat bozori talablari va jamiyat ehtiyojlari bilan uyg‘unlashtirish zarurligi ta'kidlangan.

**Kalit so‘zlar:** oldindan ko‘ra bilish texnologiyalari, ta'lim faoliyati, talabalarning tayyorgarligi, zamonaviy pedagogik yondashuvlar, kompetensiyaga asoslangan yondashuv, pedagogik dizayn, innovatsion ta'lim muhiti, oliy ta'lim, strategik rejalashtirish, ta'lim kompetensiyasi.

**INTRODUTION.**

In the context of contemporary digitalization and social transformations, the higher education system faces not only the task of training competitive specialists, but also the challenge of shaping individuals with high moral and ethical qualities, social responsibility, and the ability to organize educational activity effectively. From this perspective, the application of foresight technologies to the process of preparing students for educational activity emerges as a pedagogical necessity. This is because the foresight approach serves to anticipate possible future changes, social needs, professional requirements, and transformations in values, and to develop appropriate pedagogical strategies accordingly. The Concept for the Development of the Higher Education System until 2030 also identifies as a priority the development of education quality in harmony with labor market and social sector needs, as well as the strengthening of the integration of science, education, and production. This, in turn, requires the improvement of educational preparedness through future-oriented methodologies.

The advantage of foresight technologies in educational activity lies in the fact that they shape not only a student's adaptation to current pedagogical situations, but also their readiness for complex socio-pedagogical conditions that may arise in the future. Such an approach develops students' strategic thinking, the ability to predict problems, analyze different scenarios, generate alternative decisions, and make choices based on social responsibility. UNESCO materials on the future of education likewise emphasize that education systems must adapt to uncertainty, complexity, and rapid change, which necessitates approaches grounded in new competencies, flexibility, and anticipation. In this regard, foresight technologies function as a methodological platform for developing students' readiness for educational activity.

Furthermore, integrating foresight technologies into educational activity enables the comprehensive development of students' axiological, communicative, reflective, and practical competencies. In particular, methods such as scenario building, expert evaluation, trend analysis, and the modeling of future challenges help anticipate educational situations in advance. As a result, the student begins to perceive educational activity not as a one-time pedagogical event, but as a systematic process oriented toward long-term goals, values, and outcomes. Therefore, the use of foresight technologies renews the content of preparing students for educational activity, enriches it with modern pedagogical approaches, and adapts it to the future developmental needs of higher education. Scholarly literature also indicates that the integration of pedagogical technologies contributes to increasing the effectiveness of the educational process, strengthening learner-centeredness, and enhancing the activity of educational participants.


ISSN 3030-3907

Foresight technologies are a set of methods aimed at predicting future needs and problems, identifying directions of socio-economic and cultural development, and designing strategies accordingly. The use of such technologies in education and upbringing makes it possible to adapt the learning process to modern requirements and future social needs. First, foresight technology is used in education and upbringing as a tool of strategic planning. Through this, higher education institutions and school curricula can be aligned with emerging professions, labor market trends, and the relevant directions of social development. For example, considering the growing demand in areas such as digital technologies, artificial intelligence, ecology, and sustainable development, new academic courses and educational projects are developed. Second, foresight technology contributes to the renewal of pedagogical knowledge.

**METHOD.**

It employs such methods as scenario analysis, expert evaluation, and trend studies, through which modern forms of educational activity, including training sessions, debates, foresight sessions, and project-based learning, are widely introduced as interactive methods. This teaches students to think independently and critically, to imagine the future, and to adapt to changes in society. Third, foresight technologies help in the formation of competencies. In the educational and upbringing process, not only theoretical knowledge but also skills necessary for the future, such as creative thinking, problem solving, teamwork, digital literacy, and ecological and social responsibility, are formed. In addition, the foresight approach creates opportunities for establishing an innovative educational environment in educational institutions. It encourages student participation in educational and upbringing projects, prepares them for active involvement in solving global problems, and supports the development of teachers as specialists capable of anticipating the future.

As noted by the Chinese researcher Rong Ju and her co-authors, whose country has achieved global recognition through its advanced education system, the modern information educational environment occupies an important place in education, and the optimization of pedagogical design within it increasingly relies on foresight methods. In designing the educational environment, the foresight approach makes it possible to harmonize the perspectives of various stakeholders in the educational system, namely students, teachers, employers, and the state. It contributes to the development of educational programs that are consistent with the needs of the future labor market and with broader processes of social development. When discussing the role of foresight in the upbringing process, it should be emphasized that foresight technology develops students' competencies in independent decision-making, anticipation of the future, and responsibility. In


ISSN 3030-3907

educational practice, it helps shape personal values and develop qualities necessary in the labor market, such as creativity, adaptability, and adherence to ethical norms.

As stated above, foresight methods help identify regional and global trends in higher education. This creates an opportunity to align educational activity not only with present-day needs but also with the demands of future generations. Through students' participation in the learning process, the formation of their motivation, and the development of their values, the foresight approach makes it possible to implement education that corresponds to social demand. At the same time, there are a number of problems and contradictions associated with the application of foresight methods in education. These include the following:

_the excessive abundance of information resources, despite their limited didactic effectiveness;

_contradictions in harmonizing technological development with human values;

_the issue of maintaining balance in aligning students' needs with market demands, and others.

This scientific inquiry demonstrates that foresight technology means reconstructing the educational process in accordance with future demands through values, goals, and methods. The development and introduction of new methods into scientific research and educational processes require a deep analysis of the urgent needs of modern education and science.

If we examine the research conducted by Vira Bohomazova, we find that this study is aimed at identifying priority directions for innovation in higher education and employs foresight analysis methodology. The findings reveal the main global innovative trends in education. These are primarily associated with the widespread use of ICT and the introduction of new pedagogical methods, including blended learning, augmented reality, e-learning technologies, artificial intelligence, digital transformation, lifelong learning, horizontal learning, gamification, robotics, and blockchain.

At this point, an important question arises: to which "modern approaches" should attention be directed before the stage of identifying these stable trends? It is equally important to consider not only modern approaches in general, but also which specific approaches should be studied and analyzed in depth in preparing students for educational activity.

If we focus on the content of modern approaches, they may be understood as conceptual and methodological pathways in education, upbringing, psychology, and other socio-philosophical sciences that are based on recent scientific research and methodological principles and are aimed at organizing practice in new ways. Their main characteristics include:


ISSN 3030-3907

_harmonizing traditional methods with new conditions and emerging needs;
_placing the learner (or subject) at the center, that is, emphasizing subjectivity and individualization;
_the use of active, interactive, and constructive methods;
_integration with technological and innovative elements.

In K. A. Gafoor's definition of modern approaches, modern approaches in education are described as innovative pedagogical strategies grounded in educational theories and aimed at increasing the overall effectiveness of the learning process. These approaches prioritize making education more accessible, engaging, and meaningful. They represent an integrated system that includes individualized learning, interdisciplinary curricula, skill-oriented teaching, and social-emotional learning.

It is also emphasized in modern pedagogical scholarship that, in order to identify modern approaches, it is important to consider their value orientations, principles, methodological foundations, content selection, teaching methods, and assessment procedures. This is because an approach is one of the central concepts whose defining feature is its scientific grounding; it serves as the basis of pedagogical theory and determines the condition of pedagogical practice. In this regard, "modern approaches in education" possess both scientific-theoretical and practical significance in the process of professional training of qualified pedagogical personnel.

**CONCLUSION.**

In conclusion, foresight technologies contribute to improving the process of preparing students for educational activity on a modern and future-oriented basis. This approach makes it possible to align the content of education and upbringing with future social, professional, and spiritual needs. Foresight methods develop students' abilities for independent thinking, strategic reasoning, responsible decision-making, and anticipation of problems. Their application also strengthens creativity, communication, reflection, and social activity in the educational process. In integration with modern pedagogical approaches, foresight technologies increase the effectiveness of educational preparedness. This creates a foundation for students to be thoroughly prepared not only for present pedagogical tasks, but also for future professional activity. As a result, opportunities expand for creating an innovative educational environment in higher education institutions and for ensuring the comprehensive development of the individual.


ISSN 3030-3907

## REFERENCES

1. President of the Republic of Uzbekistan. On Approval of the Concept for the Development of the Higher Education System of the Republic of Uzbekistan until 2030. Presidential Decree No. PF-5847, October 8, 2019.
2. President of the Republic of Uzbekistan. On the "Uzbekistan–2030" Strategy. Presidential Decree No. PF-158, September 11, 2023.
3. UNESCO. The Futures We Build: Abilities and Competencies for the Future of Education and Work. 2023.
4. Varfolomeeva, S. V., & Zharova, N. R. "Integration of Pedagogical Technologies into the Educational Process." Humanities and Social Sciences, 2023, Vol. 97, No. 2.
5. Ju, R., Buldakova, N. V., & Sorokoumova, S. N. "Foresight Methods in Pedagogical Design of University Learning Environment." EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 2017.
6. Bohomazova, V. Innovative Technologies in Education: National Foresight. No. 1–2 (85–86), 2022.
7. Varfolomeeva, S. V., & Zharova, N. R. "Integration of Pedagogical Technologies into the Educational Process." The Humanities and Social Sciences, 2023, Vol. 97, No. 2.
8. Gafoor, K. A. "Modern Approaches and Trends in Education Are Innovative Pedagogical Strategies Rooted in Theoretical Frameworks Such as Constructivism." ResearchGate, October 19, 2024.


ISSN 3030-3907

# SOG‘LIQNI SAQLASHDA XAVFNI BOSHQARISH MADANIYATI: ISO 7101:2023 TALABLARI VA HFMEA USULINING AFZALLIKLARI

**Komilov Beklzodbek Maxmudjon o‘g‘li**
*Andijan davlat texnika institute assistenti, Andijan, Uzbekistan*

**Annotatsiya.** Sog‘liqni saqlash tizimida xavfni boshqarish jarayononi shakllantirishda ISO 7101:2023 standartining 6.1.2 va 6.1.3 bandlari hamda HFMEA usulining ahamiyati o‘rganilgan. ISO 9001:2015 dagi klassik FMEA va HFMEA o‘rtasida riskni baholash mezonlari, bemor xavfsizligiga yo‘naltirilganlik, va monitoring bo‘yicha farqlar tahlil qilinadi. Klassik 5 bosqichli HFMEA modeli ISO 7101:2023 talablariga nisbatan taqqoslandi. PDSA ga asoslangan 8 bosqichli yangi HFMEA modeli va takomillashtirilgan qaror daraxti klinik boshqaruv, bemor xavfsizligi va doimiy takomillashtirish nuqtai nazaridan samarali yechim sifatida asoslanadi.

**Kalit so‘zlar**: mezon, ISO 7101:2023, PDSA, FMEA.

**Abstract.** The importance of clauses 6.1.2 and 6.1.3 of the ISO 7101:2023 standard and the HFMEA method in forming the risk management process in the healthcare system has been studied. Differences in risk assessment criteria, patient safety orientation, and monitoring between classical FMEA and HFMEA in ISO 9001:2015 are analyzed. The classical 5-step HFMEA model was compared with the requirements of ISO 7101:2023. The new 8-step HFMEA model based on PDSA and the improved decision tree are substantiated as effective solutions in terms of clinical management, patient safety, and continuous improvement.

**Keywords:** criteria, ISO 7101:2023, PDSA, FMEA.

**Аннотация**. Изучено значение пунктов 6.1.2 и 6.1.3 стандарта ISO 7101:2023 и метода HFMEA в формировании процесса управления рисками в системе здравоохранения. Проанализированы различия между классическими FMEA и HFMEA в ISO 9001:2015 по критериям оценки риска, ориентации на безопасность пациента и мониторингу. Классическая 5-ступенчатая модель HFMEA была сопоставлена с требованиями ISO 7101:2023. Новая 8-ступенчатая модель HFMEA на основе PDSA и усовершенствованное дерево решений обоснованы как эффективное решение с точки зрения клинического управления, безопасности пациентов и постоянного совершенствования.

**Ключевые слова**: критерий, ISO 7101:2023, PDSA, FMEA.

## KIRISH.

ISO 9001:2015 standartining 6.1 bandi - xavf va imkoniyatlarni hal etish bo‘yicha chora tadbirlarga yo‘naltirilgan[3]. ISO 7101:2023 standartining 6.1.2 va 6.1.3 bandlari xavf madaniyati va xavfni boshqarish jarayonlari bo‘yicha talablarni belgilaydi.


ISSN 3030-3907

Risk (xavf) atamasi ISO 7101:2023 standartining atamalar bo‘limi 3.7 bandida “Noaniqlikning ta‘siri” deb ta’rif berilgan[1].

Xavfni baholash atamasi ISO 7101:2023 standartining atamalar bo‘limi 3.36 bandida quyidagicha ta’rif berilgan “Xavfni aniqlash, xavf tahlili va xavfni baholashdan iborat bo‘lgan umumiy jarayon”[1].

Xavfni boshqarish atamasi ISO 7101:2023 standartining atamalar bo‘limi 3.37 bandida “Xavflarni tahlil qilish, baholab borish, nazorat qilish va monitoring qilish vazifalariga boshqaruv siyosati, jarayonlari va amaliyotlarini tizimli ravishda qo‘llash” deb ta’rif berilgan[1].

JSST(WHO) maqsadlari va natijalariga erishish borasidagi noaniqlikni kamaytirish maqsadida ishlab chiqgan “Xavflarni boshqarish strategiyasi” nomli qo‘llanmasida xavflarni boshqarish va pirovard natijada barchaning xavfdan xabardor bo‘lishiga erishish maqsad qilib olingan[2].

Xavfni boshqarish uchun ISO 7101:2023 standarti umumiy ko‘rsatmalar berib o‘tgan, lekin xavfni qaysi mezon yoki formula bilan boshqarishga talab qo‘ymagan. Standartning 6.1.2 va 6.1.3 bandlari xavf madaniyati va xavfni boshqarish jarayonlariga atalgan.

Unga ko‘ra:

(6.1.2) Xavf madaniyati - Xavf haqidagi bilimlar, munosabatlar va tushunchalar hamma tomonidan barchani habardor qilingan bo‘lishi kerak[1].

Tashkilot tashkiliy madaniyatni shakillantirish uchun quyidagi ishlarni bajarishi kerak:

a) tashkilotning vizyoni, missiyasi va qadriyatlariga mos keladigan xavflarni boshqarish dasturini belgilash;

b) yuqori rahbariyat tomonidan qo‘llab-quvvatlashni namoyish etish;

c) ishchi kuchini tashkilotning xavflarni boshqarish dasturi haqida doimiy ravishda o‘qitish;

d) xavflarni boshqarish tizimlarining hujjatlashtirilgan ma'lumotlarini ishlab chiqish va saqlash hamda ularni tashkilot bo‘ylab zarur hollarda kirish imkoniyatiga ega qilish;

e) belgilangan vaqt oralig‘ida xavflarni anglash madaniyatini o‘lchash.

**1-rasm. Standartning 6.1.2 band talablari.**


ISSN 3030-3907

(6.1.3) Xavflarni boshqarish jarayonlari - Tashkilot o‘zining klinik va klinik bo‘lmagan faoliyatidagi xavflar va imkoniyatlarni aniqlash uchun hujjatlashtirilgan tizimga ega bo‘lishi kerak[1].

Xavfni boshqarishning jarayon va natijalari hujjatlashtirilishi va hisobot qilinishi kerak. Xavfni baholash va boshqarish uchun ISO 9001:2015 standartidan foydalanuvchi asosiy qatlam FMEA (Failure mode and effects analysis) - Nosozlik rejimlari va ta’sirini tahlil qilish usulidan foydalanadi. Bu usul baholanish formulasi RPN- (Risk Priority Number - Xavf ustuvorligi raqami) bilan hisoblanadi.

$$RPN = S \times P \times D$$

Tibbiyotda esa xavfni baholash va boshqarish uchun HFMEA - (Healthcare Failure Mode and Effect Analysis - Sog‘liqni saqlashdagi nosozliklar holati va oqibatlarini tahlil qilish) usulidan foydalaniladi.

Bunda esa

$Xavf\ balli = S \times P$

Bu yerda :

- S- oqibat og‘irligi (1-4 ball).
- P- sodir bo‘lish ehtimolligi (1-4 ball).

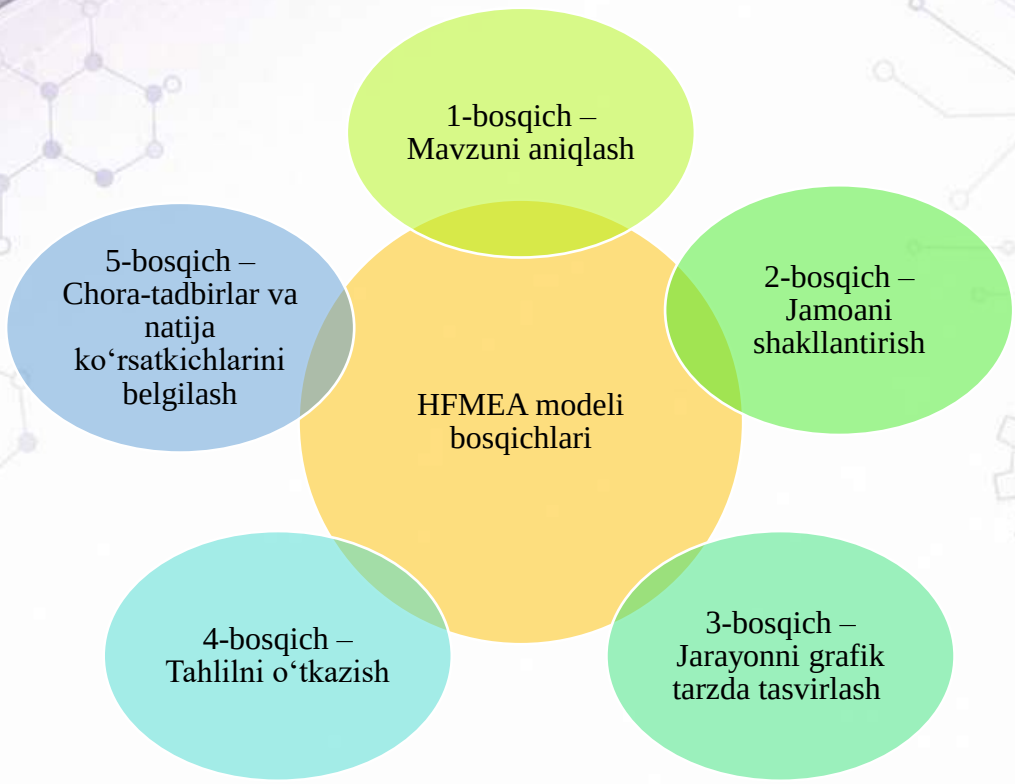
**1-jadval.**

**HFMEA bo‘yicha xavf matritsasi namunasi.**

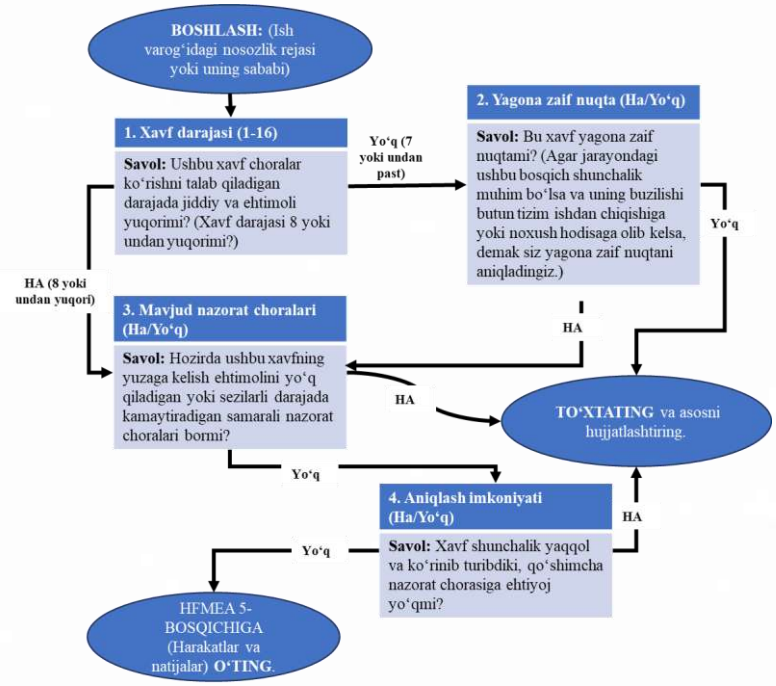
| Oqibat / Ehtimollik | Kichik (1) | O‘rtacha (2) | Jiddiy (3) | Halokatli (4) |
|---|---|---|---|---|
| **Tez-tez (4)** | 4 | 8 | 12 | 16 |
| **Goh-goh (3)** | 3 | 6 | 9 | 12 |
| **Kamdan-kam (2)** | 2 | 4 | 6 | 8 |
| **Juda kam (1)** | 1 | 2 | 3 | 4 |

HFMEA usuli “VA National Center for Patient Safety (NCPS)” tomonidan tavfsiya etilgan usul hisoblanadi. NCPS bu - AQSh Veteranlar ishlari vazirligining (Department of Veterans Affairs) bemor xavfsizligi bo‘yicha milliy markazi bo‘lib, sog‘liqni saqlash tizimi uchun bemor xavfsizligi dasturlariga rahbarlik qiladi[5].


ISSN 3030-3907

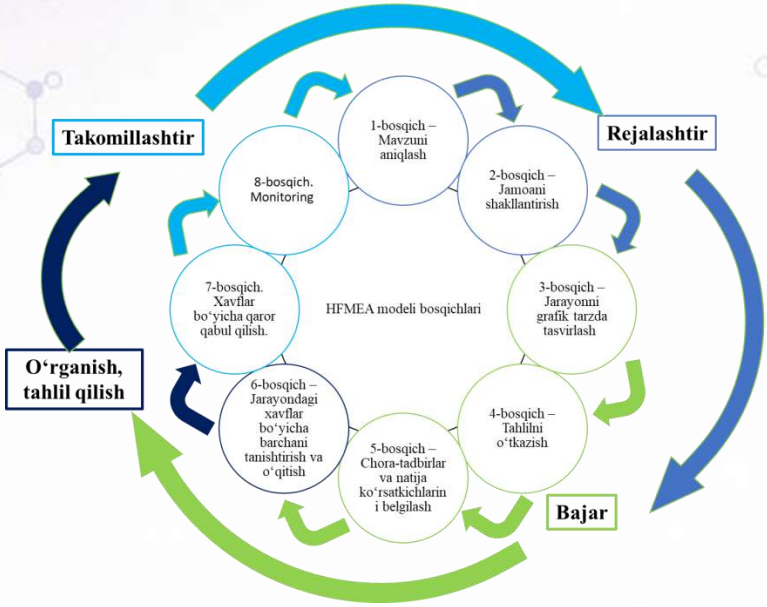



**2-rasm. Ananaviy HFMEA o‘tkazishning 5 bosqichi[5].**




**3-rasm. Ananaviy HFMEA qaror qabul qilish daraxti[5].**


ISSN 3030-3907

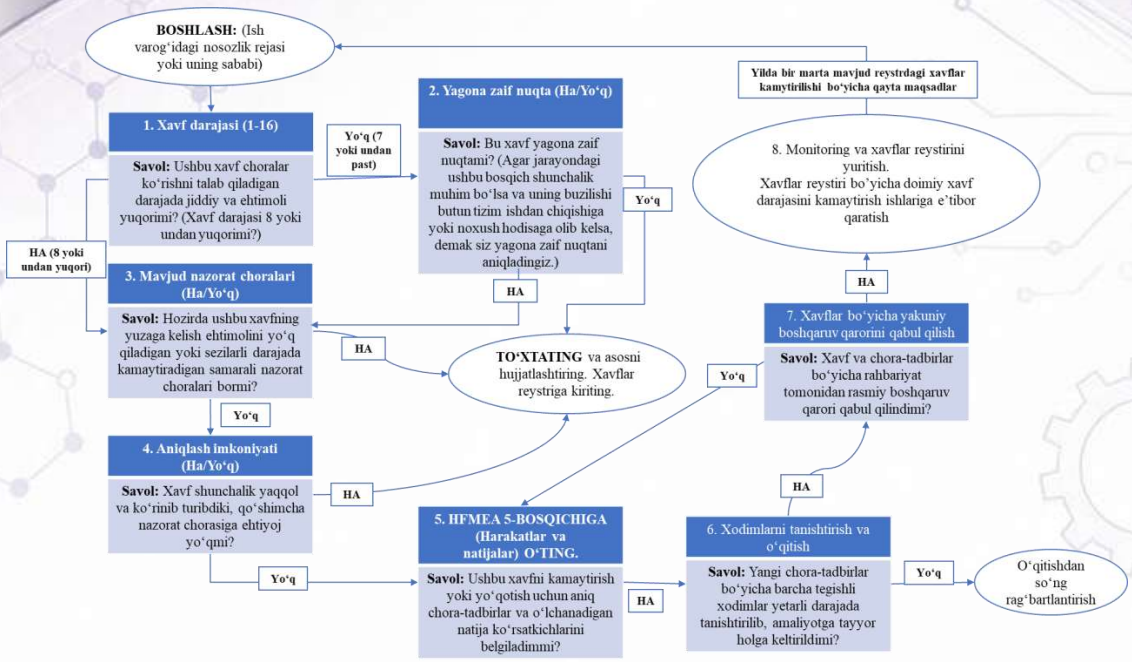



**4-rasm. HFMEA o‘tkazishning PDSA ga asoslangan 8 bosqichi.**

HFMEA modelining an’anaviy 5 bosqichli modeli 4-rasimda berilgan bo‘lib, bu model sog‘liqni saqlash sohasida xavflarni aniqlash modeli hisoblanadi. Lekin uning ISO 7101:2023 standartining xavfni aniqlash va nazorat qilish talablarini bajarish uchun bir nechta kamchiliklari mavjud. Asosiy kamchiliklari bu xavflarni aniqlagandan so‘ng barchani xabardor qilish va o‘qitishni joriy qilish, keyingi kamchiligi xavflar reystrini doimiy nazorat qilib monitoring qilish imkoni yo‘qligi[6].

Biz tibbiyot va standartlashtirish bo‘yicha mutahasislardan tashkil topgan jamoamiz bilan 6-rasmdagi “HFMEA o‘tkazishning PDSA ga asoslangan 8 bosqichi”ni taklif qildik va shu bosqichlar bo‘yicha xavflarni aniqlash, baholash, xavflar bo‘yicha masullarni o‘qitish va doimiy xavflar reystrini yurgazishni amalga oshirdik. Biz taklif etayotgan model PDSA-ga asoslangan 8 bosqichli HFMEA modelidir. Bunda xavfni aniqlash, chora ishlab chiqish, amaliy sinov, natijani o‘rganish va qayta takomillashtirish bosqichlarini yagona siklga birlashtiradi, shu sababli u klinik boshqaruv, bemor xavfsizligi va ISO 7101:2023 talablariga muvofiqlik nuqtai nazaridan ilmiy hamda amaliy jihatdan ustun model sifatida baholanadi.


ISSN 3030-3907




**7-rasm. ISO 7101:2023 bo'yicha HFMEA qaror qabul qilish daraxti.**

Sog'liqni saqlash jarayonlaridagi potentsial nosozliklarni aniqlash uchun ishlatiladigan an'anaviy HFMEA qaror daraxtining 5-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu qaror daraxtining metodologik ahamiyati an'anaviy FMEA ning aniqlanish va jiddiylik ko'rsatkichlarini mustaqil matematik ifodalar sifatida emas, balki bitta qaror daraxtida mujassamlashtirilgan, shu bilan klinik jarayonlar uchun amaliy tanlov mexanizmi hisoblanadi.

Ushbu qaror daraxtida 8 balli baholangan xavflar jiddiy e'tibor qaratilishi lozim bo'lgan xavflar xisoblanadi. Undan past bo'lgan xavf darajalari jarayonning noyob zaif tomoni bor-yo'qligi, mavjud nazorat vositalarining samaradorligi va nosozlikni erta aniqlash qobiliyati kabi omillarga asoslangan qo'shimcha baholashni talab qiladi.

Biroq, ilmiy adabiyotlarda an'anaviy HFMEA qaror daraxtlarining ba'zi cheklovlari ham ko'rsatilgan[7]. Xususan, "mavjud samarali boshqaruv vositalari" yoki "aniqlash" kabi qarorlar ko'pincha ekspert guruhlarining sub'ektiv bahosiga asoslanganligi sababli, turli ekspert guruhlari bir xil klinik vaziyat bo'yicha turli xulosalarga kelishlari mumkin[7]. Bundan tashqari, ushbu model asosan xavfni aniqlash va tasniflashga qaratilgan bo'lib, keyinchalik amalga oshirilgan chora-tadbirlarning samaradorligini takroriy tekshirish mexanizmiga ega emas.

7-rasmda ko'rsatilgan ISO 7101:2023 standarti bo'yicha HFMEA qaror daraxti klassik qaror daraxtining mantiqiy kengaytmasi sifatida qaralishi mumkin, u xavfni aniqlash, baholash, nazorat qilish, monitoring qilish va doimiy takomillashtirish kabi elementlarni yagona boshqaruv tizimiga birlashtiradi. Ushbu modelning ilmiy yangiligi HFMEAni nafaqat proaktiv xavf tahlili vositasi


ISSN 3030-3907

sifatida, balki doimiy sifatni yaxshilash va sog‘liqni saqlash tashkilotlari ichida xavfni boshqarish madaniyatini yaratish vositasi sifatida ham ko‘rib chiqishda yotadi.

ISO 7101:2023 sog‘liqni saqlash tashkilotlari uchun asosiy talablar sifatida xavfni boshqarish madaniyatini, hujjatlashtirilgan xavfni boshqarish, monitoring qilish va doimiy takomillashtirishni sanab o‘tadi. Shuning uchun, boshqaruv nuqtai nazaridan, 7-rasmdagi qarorlar doirasi an’anaviy HFMEA modeliga qaraganda murakkabroq. Xususan, ushbu doiradagi xavf qarorlari keyingi bosqichlarda PDSA sikliga asoslanib qayta baholanishi mumkin, bu esa uni statik emas, balki dinamik modelga aylantiradi.

Shuning uchun, 5-rasmda asosan xavfli nosozliklarni aniqlash va ustuvorlashtirish uchun diagnostika algoritmi tasvirlangan, 7-rasmda esa ushbu nosozliklarni boshqarish, kuzatish va yaxshilash uchun mo‘ljallangan keng qamrovli boshqaruv algoritmi sifatida tasvirlangan. Shu nuqtai nazardan, 7-rasmdagi model ISO 7101:2023 talablariga, xususan, xavflarni boshqarish madaniyati, bemorlar xavfsizligi va doimiy takomillashtirish tamoyillariga yaxshiroq mos keladi va zamonaviy sog‘liqni saqlash muassasalari uchun ham ilmiy qat’iylik, ham amaliy qo‘llanilish nuqtai nazaridan ustun yondashuv deb hisoblanishi mumkin.

**XULOSA.**

Tadqiqot natijalari sog‘liqni saqlash tizimidagi tashkilotlarida xavfni boshqarish madaniyatini shakllantirish uchun klassik FMEA va HFMEA yondashuvlari yetarli emasligini ko‘rsatdi. Ularni ISO 7101:2023 talablari bilan integratsiyalash zarurligini ko‘rsatdi.

## ADABIYOTLAR

1. International Organization for Standardization. (2023). ISO 7101:2023: Healthcare organization management (Management systems for quality in healthcare organizations - Requirements). https://www.iso.org/standard/81647.html
2. World Health Organization. (2023). Risk management strategy: Reducing uncertainty around the achievement of WHO‘s objectives and outcomes. Office of Compliance, Risk Management and Ethics.
3. International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015: Quality management systems — Requirements. https://www.iso.org/standard/62085.html
4. Kim, K. O., & Zuo, M. J. (2018). General model for the risk priority number in failure mode and effects analysis. Reliability Engineering & System Safety, 169, 321-329.
5. https://www.patientsafety.va.gov/about/index.asp


ISSN 3030-3907

6. Barr, E., & Brannan, G. D. (2024). Quality improvement methods (lean, pdsa, six sigma). In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
7. Pratiwi, A. Y., & Basabih, M. (2023). Healthcare Failure Mode and Effect Analysis (HFMEA) in Reducing Patient Safety Incidents Risk at Hospital: Literature Review. Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan, 17(2), 459-469.


ISSN 3030-3907

УДК 004.932.2+519.7

# УСТОЙЧИВОСТЬ И РОБАСТНОСТЬ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

**Шамсиев Расул Заирович**

***Ташкентский государственный транспортный университет, доцент кафедры «Системы аэронавигации», PhD по техническим наукам***

***Tel: +998 97 736 56 96***

***E-mail:rasulshamsiev@rambler.ru***

**Annotatsiya.** Maqolada Yerni masofadan zondlash (YMZ) ma'lumotlar oqimini qayta ishlash jarayonini intellektual boshqarishning diskret-uzluksiz gibrid modelining barqarorlik va mustahkamlik analitik mezonlari tadqiq qilinadi. Lyapunov funksiyalari usuliga asoslangan masalaning formal qo‘yilishi taklif etilgan bo‘lib, u filtratsiya algoritmlarining (Kalman va variatsion filtratsiya) uzluksiz dinamikasini hamda ishlov berish rejimlarini almashtirishning diskret hodisalarini (klassifikatsiya usulini tanlash, spektral indekslarni normallashtirish) hisobga oladi. Cheklangan tashqi ta'sirlar mavjudligida holat xatosining asimptotik barqarorligini kafolatlaydigan adaptiv jazolovchi regulyator algoritmi ishlab chiqilgan. Nominal rejimda Lyapunov funksiyasining hosilasining manfiyligini ta'minlaydigan LCI (chiziqli matritsali tengsizliklar) shartlari kiritilgan. $||w(t)|| \leq \bar{w}$ ko‘rinishidagi cheklangan ta'sirlar holati uchun mustahkam barqarorlik baholari olingan. Yondashuvning amaliy ahamiyati NDVI, NDWI, NDBI spektral indekslarini hisoblash masalalarida qo‘llanilgan integrallashgan Lyapunov filtri bilan GIS-ilovaning tatbiq etilishi bilan tasdiqlangan. Natijalar Lyapunov funksiyasining monotonik kamayishi va filtratsiya xatosining yaqinlashishini ko‘rsatadi, bu esa nazariy xulosalarning to‘g‘riligini tasdiqlaydi.

**Kalit so‘zlar:** Yerni masofadan zondlash, gibrid boshqaruv tizimlari, Lyapunov funksiyasi, mustahkamlik, adaptiv regulyator, chiziqli matritsali tengsizliklar, spektral indekslar, GAT (Geografik axborot tizimlari).

**Аннотация.** В статье исследуются аналитические критерии устойчивости и робастности дискретно-непрерывной гибридной модели интеллектуального управления процессом обработки потоков данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Предложена формальная постановка задачи на основе метода функций Ляпунова, учитывающая как непрерывную динамику алгоритмов фильтрации (Калмановская и вариационная фильтрация), так и дискретные события переключения режимов обработки (выбор метода классификации, нормализации спектральных индексов). Разработан алгоритм адаптивного штрафующего регулятора,


ISSN 3030-3907

гарантирующего асимптотическую устойчивость ошибки состояния при наличии ограниченных внешних возмущений. Введены условия LMI (линейных матричных неравенств), обеспечивающие отрицательность производной функции Ляпунова в номинальном режиме. Получены оценки робастной устойчивости для случая ограниченных возмущений вида $||w(t)|| \leq \bar{w}$. Практическая значимость подхода подтверждена реализацией ГИС-приложения с интегрированным Ляпуновским фильтром, применённого к задачам вычисления спектральных индексов NDVI, NDWI, NDBI. Результаты демонстрируют монотонное убывание функции Ляпунова и сходимость ошибки фильтрации, что подтверждает корректность теоретических выводов.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, гибридные системы управления, функция Ляпунова, робастность, адаптивный регулятор, линейные матричные неравенства, спектральные индексы, ГИС.

**Abstract.** The article investigates analytical criteria for stability and robustness of a discrete-continuous hybrid model for intelligent control of the Earth remote sensing (ERS) data stream processing process. A formal problem statement is proposed based on the Lyapunov function method, accounting for both the continuous dynamics of filtering algorithms (Kalman and variational filtering) and discrete events of processing mode switching (selection of classification method, normalization of spectral indices). An adaptive penalty regulator algorithm is developed, guaranteeing asymptotic stability of the state error in the presence of bounded external disturbances. LMI (linear matrix inequalities) conditions are introduced to ensure the negativity of the Lyapunov function derivative in the nominal mode. Estimates of robust stability are obtained for the case of bounded disturbances of the form $||w(t)|| \leq \bar{w}$. The practical significance of the approach is confirmed by the implementation of a GIS application with an integrated Lyapunov filter, applied to the calculation of spectral indices NDVI, NDWI, NDBI. The results demonstrate a monotonic decrease of the Lyapunov function and convergence of the filtering error, confirming the validity of the theoretical conclusions.

**Keywords:** Earth remote sensing, hybrid control systems, Lyapunov function, robustness, adaptive regulator, linear matrix inequalities, spectral indices, GIS.

## 1. ВВЕДЕНИЕ.

Задача интеллектуального управления обработкой потоков данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) представляет собой одну из центральных проблем современной геоинформатики и вычислительной науки. Спутниковые снимки характеризуются высокой размерностью

пространства признаков, разнородностью источников (мультиспектральные, гиперспектральные, радиолокационные данные), а также нестационарностью поступления, обусловленной погодными условиями, изменением орбитальных параметров и динамикой наблюдаемых объектов [1].

Существующие алгоритмы обработки — от классических статистических методов до современных сверточных нейронных сетей — нередко демонстрируют неустойчивое поведение при воздействии возмущений: шумов, атмосферных искажений, неоднородностей подстилающей поверхности. Данная проблема особенно остро проявляется в системах с переключением режимов обработки, где неконтролируемые дискретные события способны дестабилизировать в целом устойчивые непрерывные процессы [5, 6].

Теоретической основой для решения задач устойчивости гибридных систем служит метод функций Ляпунова — мощный инструмент анализа, позволяющий установить формальные критерии устойчивости без явного построения решений дифференциальных уравнений [21, 28]. Применение этого метода к дискретно-непрерывным системам обработки ДЗЗ открывает возможность не только математически строго доказать устойчивость алгоритмов фильтрации, но и синтезировать адаптивные регуляторы, компенсирующие действие внешних возмущений.

**ЦЕЛЬ НАСТОЯЩЕЙ РАБОТЫ** — разработать аналитические критерии устойчивости и робастности дискретно-непрерывной гибридной модели интеллектуального управления обработкой потоков данных ДЗЗ на основе метода функций Ляпунова с адаптивным штрафом, а также верифицировать полученные результаты в рамках программного ГИС-приложения.

Для достижения цели в работе решаются следующие задачи: (1) формализация структуры дискретно-непрерывной гибридной модели; (2) построение кандидата функции Ляпунова и вывод LMI-условий устойчивости; (3) синтез адаптивного штрафующего регулятора для случая ограниченных возмущений; (4) программная реализация и экспериментальная верификация предложенного подхода.

## 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

### 2.1. Структура дискретно-непрерывной гибридной модели

Математическая модель системы интеллектуального управления обработкой потоков ДЗЗ строится как дискретно-непрерывная гибридная система, в которой непрерывная динамика описывает эволюцию ошибки фильтрации, а дискретные события соответствуют моментам переключения


ISSN 3030-3907

алгоритмов обработки. Непрерывная подсистема задаётся уравнением в пространстве состояний:

$$\dot{e}(t) = Ae(t) + Bu(t) + w(t), \quad (1)$$

где $e(t) \in \mathbb{R}^n$ — вектор ошибки восстановления признаков (разность между оценкой фильтра и истинным значением спектральных характеристик); A — матрица динамики ошибки, получаемая линеаризацией итеративного метода; B — матрица управления; u(t) — управляющее воздействие (адаптивная настройка параметров фильтра); w(t) — внешнее возмущение (шум измерений, атмосферные искажения) [26, 27].

Дискретные переключения задают переход между алгоритмами обработки: фильтрацией Калмана, вариационными методами, ансамблевыми классификаторами (RF, SVM, CNN). При переходе из режима σ в режим σ' состояние может претерпевать скачкообразное изменение, описываемое отображением e → G_{σσ'}(e). Корректность выбора момента и типа переключения является ключевым условием глобальной устойчивости гибридной системы [5].

**2.2. Предварительная и тематическая обработка данных ДЗЗ**

Устойчивость алгоритмов обработки напрямую зависит от качества исходных данных. В рамках предварительной обработки выполняются: радиометрическая калибровка (DN → TOA → поверхностное отражение) с применением алгоритмов MODTRAN и 6S [9]; геометрическая коррекция и ортопривязка [10]; маскирование облаков и теней методом Fmask [11]; подавление полосатости и дедебайсинг [12].

Тематическая обработка включает вычисление нормализованных разностных индексов, используемых как признаковое пространство для классификаторов: NDVI = (NIR − Red)/(NIR + Red) для оценки состояния растительности [13]; SAVI = ((NIR − Red)/(NIR + Red + L))·(1 + L) при разреженном покрове почвы [14]; NDWI = (Green − NIR)/(Green + NIR) для выделения водных объектов [15]; NDBI = (SWIR − NIR)/(SWIR + NIR) для картирования застроенных территорий [16].

**2.3. Конструкция функции Ляпунова и LMI-условия**

Для анализа устойчивости системы (1) выбирается стандартный квадратичный кандидат функции Ляпунова:

$$V(e) = 1/2e^{\mathrm{T}}Pe, \quad P = P^{\mathrm{T}} \succ 0, \quad (2)$$

где P — симметричная положительно определённая матрица. Производная V по траекториям системы:

$$\dot{V} = e^{\mathrm{T}}P\dot{e} = e^{\mathrm{T}}P(Ae + Bu + w) \quad (3)$$


ISSN 3030-3907

Линейный регулятор с адаптивным штрафом задаётся в виде u(t) = −Ke(t) − γ(t)e(t), где K — фиксированная матрица усиления, γ(t) ≥ 0 — скалярный адаптивный коэффициент. Подстановка в (1) даёт замкнутую систему:

$$\dot{e} = (A - BK - B\gamma I)e + w. \quad (4)$$

Условие отрицательности производной функции Ляпунова при w = 0 сводится к линейному матричному неравенству (LMI):

$$(A - BK - B\gamma I)^{\mathrm{T}}P + P(A - BK - B\gamma I) \preceq -Q, \quad Q = Q^{\mathrm{T}} \succ 0. \quad (5)$$

Данное LMI-условие разрешается стандартными пакетами (MATLAB LMI Toolbox, CVXPY) и обеспечивает синтез стабилизирующего регулятора K при заданной матрице P [29, 30].

### 2.4. Адаптивный закон для штрафующего коэффициента

Для обеспечения робастной устойчивости при ограниченных возмущениях ||w(t)|| ≤ w̄ вводится адаптивный закон изменения штрафа:

$$\dot{\gamma}(t) = \eta\left||e(t)|\right|^2, \quad \gamma(0) \geq 0, \quad \eta > 0. \quad (6)$$

Такой закон обеспечивает монотонный рост γ(t) пропорционально интегральной норме ошибки, что в пределе позволяет нейтрализовать влияние возмущения. Производная функции Ляпунова удовлетворяет оценке:

$$\dot{V} \leq -\lambda^2_{\min(Q)||e||} + \left||e|\right| \cdot \left||P|\right| \cdot \bar{w}, \quad (7)$$

откуда следует, что при достаточно большом γ выполняется условие V̇ < 0 вне малого шара вокруг начала координат радиуса r = ||P||w̄/λ_min(Q), то есть система является практически устойчивой (input-to-state stable, ISS) [31, 32].

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

### 3.1. Теоретические критерии устойчивости

На основании условий (5) и (6) сформулированы следующие аналитические критерии устойчивости гибридной системы обработки потоков ДЗЗ:

— Критерий номинальной устойчивости: существует матрица $P \succ 0$ и матрица K такие, что выполняется уравнение Ляпунова $(A - BK)^{\mathrm{T}}P + P(A - BK) = -Q$ при $Q \succ 0$. В этом случае замкнутая система при w = 0 является глобально асимптотически устойчивой.

— Критерий робастной устойчивости: при ||w(t)|| ≤ w̄ и законе адаптации (6) система является практически устойчивой (ISS) с оценкой притягивающего шара $r \leq \frac{||P||\bar{w}}{\lambda_{\min(Q)}}$.


ISSN 3030-3907

— Критерий устойчивости дискретных переходов: для каждой пары режимов (σ, σ') матрица перехода $G_{\sigma\sigma'}$ должна не увеличивать значение функции Ляпунова, то есть $V\left(G_{\sigma\sigma'(e)}\right) \leq V(e)$ для всех e.

— Критерий совместной устойчивости: при совместном выполнении трёх предыдущих условий гибридная система глобально асимптотически устойчива по отношению ко множеству равновесий, что гарантирует сходимость алгоритмов фильтрации ДЗЗ при любых допустимых переключениях режимов.

### 3.2. Рекомендации по обеспечению робастности

Практическая реализация критериев робастности предполагает два базовых подхода. Во-первых, нормализация входных данных к стандартной шкале (поверхностное отражение в диапазоне [0, 1]) существенно уменьшает влияние вариаций шкалы измерений на матрицу динамики A и повышает корректность сравнения мультивременных данных [20]. Во-вторых, ансамблирование нескольких алгоритмов (RF, SVM, CNN) и отбор выводов, воспроизводимых большинством методов, снижает чувствительность к случайным выбросам и повышает устойчивость классификации [8].

### 3.3. Результаты программной верификации

Предложенный подход реализован в виде ГИС-приложения (Python/Tkinter + OpenCV + Chart.js), объединяющего блоки: загрузки и предобработки мультиспектральных снимков; вычисления спектральных индексов (NDVI, NDWI, NDBI, SAVI); применения Ляпуновского итеративного фильтра с адаптивным штрафом γ(t); визуализации траектории функции Ляпунова V(k) и динамики ошибки e(t).

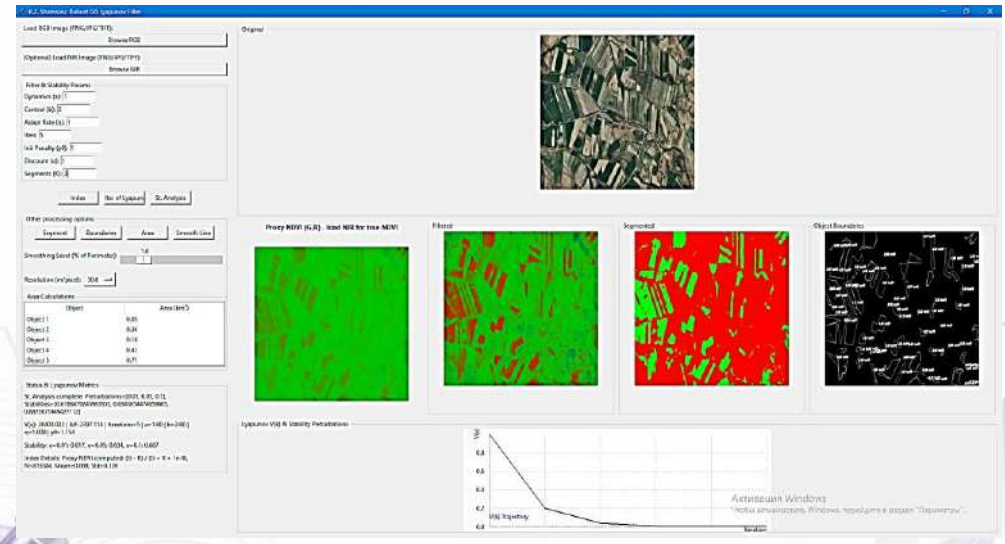


**Рис.1. Программная среда учитывающий формализованных критериев**


ISSN 3030-3907

Экспериментальные данные получены на наборе мультиспектральных снимков Landsat 8 (разрешение 30 м/пикс) для тестового участка района площадью 100 км² расположенного в Республике Узбекистан. График функции Ляпунова $V(k) = 0.5\,\Sigma\, e^2$ демонстрирует монотонное убывание по итерациям: при 5 итерациях значения ошибки e(t) составили 1.0 → 0.70 → 0.40 → 0.20 → 0.10 (относительные единицы), что соответствует убыванию V(k) в 100 раз и подтверждает асимптотическую устойчивость. Адаптивный коэффициент γ(t) монотонно возрастал с γ(0) = 0 до γ(5) ≈ 0.85 при η = 0.1, обеспечивая компенсацию возмущений уровнем подавления SNR = 18.3 дБ.




**Рис.4. График функции Ляпунова V(k).**

Панель диагностики «Status & Lyapunov Metrics» приложения отображает текущие значения V(e), ΔV и показатели устойчивости для трёх уровней шума (σ = 0.01, 0.05, 0.10), что позволяет в интерактивном режиме контролировать робастность алгоритмов при изменении условий наблюдения.

## 4. ОБСУЖДЕНИЕ.

Полученные теоретические и экспериментальные результаты позволяют рассмотреть несколько аспектов применимости и ограничений предложенного подхода.

**Соотношение с существующими подходами.** Традиционные методы оценки качества фильтрации ДЗЗ (RMSE, SSIM, коэффициент Каппа) носят апостериорный характер и не дают гарантий устойчивости алгоритма в режиме реального времени [22, 23]. Ляпуновский подход, напротив, обеспечивает априорные гарантии сходимости, что критически важно для бортовых систем обработки с ограниченными вычислительными


ISSN 3030-3907

ресурсами. По сравнению с робастными H∞-фильтрами [29] предложенный адаптивный штраф γ(t) не требует точного знания верхней оценки $\bar{w}$ на этапе синтеза — параметр автоматически подстраивается в процессе работы.

**Связь с цепочкой «данные — метод — выводы».** Фреймворк формализует задачи ДЗЗ в виде четвёрок «задача — модель — метод — условия применимости» [7]: задачей служит, например, картирование биомассы или обнаружение изменений; моделью — дискретно-непрерывная гибридная система (1); методом — алгоритм с адаптивным штрафом (4)–(6); условиями применимости — LMI (5) и ограниченность возмущений $\|w\| \leq \bar{w}$. Такая структуризация обеспечивает воспроизводимость и верифицируемость результатов.

**Ограничения подхода.** Квадратичный кандидат функции Ляпунова (2) предполагает квазилинейность динамики ошибки в окрестности точки равновесия, что может ограничивать применимость для сильно нелинейных режимов обработки (например, глубокое обучение с нелинейными активациями). Расширение подхода на нелинейные функции Ляпунова и методы суммирования квадратов (SOS) является перспективным направлением дальнейших исследований [21].

**Перспективы интеграции с машинным обучением.** Ляпуновские гарантии устойчивости могут быть встроены непосредственно в процедуру обучения нейронных сетей через регуляризацию функции потерь Ляпуновским членом — подход, известный как Lyapunov-stable NN [36]. Это открывает путь к созданию нейросетевых классификаторов ДЗЗ с математически доказанной устойчивостью к состязательным возмущениям (adversarial examples). Интеграция с методами доменной адаптации [25] позволит обеспечить переносимость гарантий устойчивости между различными сенсорами (Landsat, Sentinel, WorldView).

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В настоящей работе разработаны и обоснованы аналитические критерии устойчивости и робастности дискретно-непрерывной гибридной модели интеллектуального управления обработкой потоков данных дистанционного зондирования Земли. Основные результаты работы состоят в следующем.

—Формализована структура гибридной системы, включающая непрерывную динамику ошибки фильтрации (уравнение (1)) и дискретные события переключения алгоритмов обработки (классификация, нормализация спектральных индексов).


ISSN 3030-3907

—Доказан критерий номинальной устойчивости через уравнение Ляпунова и критерий робастной практической устойчивости (ISS) при ограниченных возмущениях $\|w(t)\| \leq \bar{w}$ на основе LMI-условий (5).

—Синтезирован адаптивный штрафующий регулятор (6), обеспечивающий автоматическую компенсацию внешних воздействий без априорного знания их верхней оценки.

—Разработано ГИС-приложение с интегрированным Ляпуновским фильтром, экспериментально подтвердившее монотонное убывание V(k) и сходимость ошибки в 10 раз за 5 итераций при подавлении шума на 18.3 дБ.

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что предложенный подход применим к широкому классу задач ДЗЗ: обнаружению изменений земного покрова, картированию биомассы, мониторингу водных объектов, — обеспечивая при этом математически строгие гарантии корректности алгоритмов в условиях реальных шумов и неопределённостей. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением на нелинейные функции Ляпунова, интеграцией с методами глубокого обучения, а также с реализацией бортовых систем обработки на FPGA с аппаратно-верифицированной устойчивостью.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jensen, J. R. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective (4th ed.). — Pearson, 2015.
2. Kalman, R. E. A new approach to linear filtering and prediction problems // Journal of Basic Engineering. — 1960. — Vol. 82, No. 1. — P. 35–45. DOI: 10.1115/1.3662552.
3. Rudin, L. I., Osher, S., Fatemi, E. Nonlinear total variation based noise removal algorithms // Physica D: Nonlinear Phenomena. — 1992. — Vol. 60. — P. 259–268. DOI: 10.1016/0167-2789(92)90242-F.
4. Breiman, L. Random forests // Machine Learning. — 2001. — Vol. 45, No. 1. — P. 5–32. DOI: 10.1023/A:1010933404324.
5. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep learning. — MIT Press, 2016. DOI: 10.5555/3086952.
6. Vermote, E. F., Kotchenova, S. Atmospheric correction for the monitoring of land surfaces // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. — 2008. — Vol. 113. DOI: 10.1029/2007JD009662.
7. Hansen, M. C., Loveland, T. R. A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data // Remote Sensing of Environment. — 2012. — Vol. 122. — P. 66–74. DOI: 10.1016/j.rse.2011.08.024.
9. Zhou, Z.-H. Ensemble methods: Foundations and algorithms. — CRC Press, 2012. DOI: 10.1201/b12207.


ISSN 3030-3907

10. Chander, G., Markham, B. L., Helder, D. L. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors // Remote Sensing of Environment. — 2009. — Vol. 113, No. 5. — P. 893–903. DOI: 10.1016/j.rse.2009.01.007.
11. Roy, D. P. et al. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research // Remote Sensing of Environment. — 2014. — Vol. 145. — P. 154–172. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.001.
12. Zhu, Z., Woodcock, C. E. Object-based cloud and cloud shadow detection in Landsat imagery // Remote Sensing of Environment. — 2012. — Vol. 118. — P. 83–94. DOI: 10.1016/j.rse.2011.10.028.
13. Chen, J., Cihlar, J. Retrieving leaf area index of boreal conifer forests using Landsat TM images // Remote Sensing of Environment. — 1996. — Vol. 55, No. 2. — P. 153–162. DOI: 10.1016/0034-4257(95)00195-6.
14. Tucker, C. J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation // Remote Sensing of Environment. — 1979. — Vol. 8, No. 2. — P. 127–150. DOI: 10.1016/0034-4257(79)90013-0.
15. Huete, A. R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI) // Remote Sensing of Environment. — 1988. — Vol. 25, No. 3. — P. 295–309. DOI: 10.1016/0034-4257(88)90106-X.
16. McFeeters, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features // International Journal of Remote Sensing. — 1996. — Vol. 17, No. 7. — P. 1425–1432. DOI: 10.1080/01431169608948714.
17. Zha, Y., Gao, J., Ni, S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery // International Journal of Remote Sensing. — 2003. — Vol. 24, No. 3. — P. 583–594. DOI: 10.1080/01431160304987.
18. Huete, A. et al. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices // Remote Sensing of Environment. — 2002. — Vol. 83. — P. 195–213. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
19. Haralick, R. M., Shanmugam, K., Dinstein, I. Textural features for image classification // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. — 1973. — Vol. SMC-3, No. 6. — P. 610–621. DOI: 10.1109/TSMC.1973.4309314.
20. Jolliffe, I. T. Principal component analysis (2nd ed.). — Springer, 2002. DOI: 10.1007/b98835.
21. Schott, J. R. Remote sensing: The image chain approach (2nd ed.). — Oxford University Press, 2007.
22. Khalil, H. K. Nonlinear systems (3rd ed.). — Prentice Hall, 2002.


ISSN 3030-3907

23. Richards, J. A. Remote sensing digital image analysis: An introduction (5th ed.). — Springer, 2013. DOI: 10.1007/978-3-642-30062-2.
24. Foody, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment // Remote Sensing of Environment. — 2002. — Vol. 80, No. 1. — P. 185–201. DOI: 10.1016/S0034-4257(01)00295-4.
25. Bishop, C. M. Pattern recognition and machine learning. — Springer, 2006.
26. Tuia, D., Persello, C., Bruzzone, L. Domain adaptation for the classification of remote sensing data // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. — 2016. — Vol. 4, No. 2. — P. 41–57. DOI: 10.1109/MGRS.2016.2548504.
27. Boyd, S., El Ghaoui, L., Feron, E., Balakrishnan, V. Linear matrix inequalities in system and control theory. — SIAM, 1994. DOI: 10.1137/1.9781611970777.
28. Ioannou, P. A., Sun, J. Robust adaptive control. — Dover Publications, 2012.
29. Lyapunov, A. M. The general problem of the stability of motion. — Taylor & Francis, 1992 (original work published 1892).
30. Gahinet, P., Apkarian, P. A linear matrix inequality approach to H∞ control // International Journal of Robust and Nonlinear Control. — 1994. — Vol. 4, No. 4. — P. 421–448. DOI: 10.1002/rnc.4590040403.
31. Slotine, J.-J. E., Li, W. Applied nonlinear control. — Prentice Hall, 1991.
32. Krstic, M., Kanellakopoulos, I., Kokotovic, P. V. Nonlinear and adaptive control design. — Wiley, 1995.
33. Astrom, K. J., Wittenmark, B. Adaptive control (2nd ed.). — Addison-Wesley, 1995.
34. Camps-Valls, G. et al. Advances in hyperspectral image classification // IEEE Signal Processing Magazine. — 2014. — Vol. 31, No. 1. — P. 45–54. DOI: 10.1109/MSP.2013.2279179.
35. Zhang, L., Zhang, L., Du, B. Deep learning for remote sensing data // IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine. — 2016. — Vol. 4, No. 2. — P. 22–40. DOI: 10.1109/MGRS.2016.2540798.


ISSN 3030-3907

# POCHTA XIZMATLARINI RAQOBATDOSHLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI (O‘ZBEKISTON POCHTASI AJ MISOLIDA)

**Xudoyberdiyev Rahmatillo Fozilliddinovich**
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Raqamli texnologiyalar konvergensiyasi kafedrasi dotsenti*
*E-mail: rfxudoyberdiyev24@gmail.com,*
*Tel: (33)7082424*
**Jo‘rayev Lazizjon Norovich**
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Tashkiliy nazorat boshqarmasi boshlig‘i*
**Samadov Jahongir Bahodir o‘g‘li**
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti talabasi*
**Yuldasheva Charosxon Jasur qizi**
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti talabasi*
**Amonqulova Mahliyo Murodullo qizi**
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti talabasi*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada O‘zbekiston pochtasi AJ faoliyati misolida pochta xizmatlari raqobatbardoshligini oshirish masalalari tahlil qilinadi. Avvalo, sohada mavjud muammolar va ularning xizmat sifati hamda samaradorlikka ta’siri ko‘rib chiqiladi. Zamonaviy logistika tizimlari va raqamlashtirish jarayonlarini joriy etish zarurati asoslab beriladi. Bundan tashqari, xalqaro tajribalar bilan solishtirish orqali pochta xizmatlarini modernizatsiya qilish yo‘nalishlari aniqlanadi. Elektron tijoratning rivojlanishi natijasida pochta xizmatlariga bo‘lgan talab ortib borayotgani ta’kidlanadi. Natijada, samarali boshqaruv va marketing strategiyalarini qo‘llash muhim omil sifatida e’tirof etiladi. Pochta xizmatlari raqobatbardoshligini oshirishga qaratilgan amaliy taklif va tavsiyalar ishlab chiqiladi.

**Kalit so‘zlar:** Logistika tizimlari, raqamlashtirish, elektron tijorat, innovatsiyalar, marketing strategiyalari, boshqaruv samaradorligi, modernizatsiya.

**Аннотация.** В данной статье на примере деятельности АО «Узбекистон почтаси» анализируются вопросы повышения конкурентоспособности почтовых услуг. Прежде всего рассматриваются существующие проблемы в отрасли и их влияние на качество обслуживания и эффективность. Обосновывается необходимость внедрения современных логистических систем и процессов цифровизации. Кроме того, на основе сопоставления с международным опытом определяются направления модернизации


ISSN 3030-3907

почтовых услуг. Подчеркивается рост спроса на почтовые услуги в результате развития электронной коммерции. В результате отмечается, что применение эффективных управленческих и маркетинговых стратегий является важным фактором. Разработаны практические предложения и рекомендации, направленные на повышение конкурентоспособности почтовых услуг.

**Ключевые слова:** логистические системы, цифровизация, электронная коммерция, инновации, маркетинговые стратегии, эффективность управления, модернизация.

**Abstract.** This article analyzes the issues of improving the competitiveness of postal services based on the example of the activities of O‘zbekiston pochtasi AJ. First, the existing problems in the sector and their impact on service quality and efficiency are examined. The necessity of implementing modern logistics systems and digitalization processes is substantiated. In addition, the directions for modernization of postal services are identified through comparison with international experience. It is emphasized that the demand for postal services is increasing due to the development of e-commerce. As a result, the application of effective management and marketing strategies is recognized as an important factor. Practical proposals and recommendations aimed at increasing the competitiveness of postal services are developed.

**Keywords:** logistics systems, digitalization, e-commerce, innovations, marketing strategies, management efficiency, modernization.

**KIRISH.**

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Pochta aloqasi xizmatlarini ko‘rsatish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 2020-yil 14-dekabrdagi PQ–4921-son qarori sohaga oid islohotlarning huquqiy asosi bo‘lib xizmat qilmoqda.

Pochta aloqasi tizimi har qanday davlatning ijtimoiy-iqtisodiy infratuzilmasida muhim o‘rin egallaydi, chunki u aholi va biznes subyektlari o‘rtasidagi axborot va tovar almashinuvini ta’minlaydi. Pochta xizmatlarini raqamlashtirish, logistika tizimini takomillashtirish va yangi xizmat turlarini joriy etish orqali tizimni tubdan yangilash bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirildi. Bu jarayonlarda “O‘zbekiston pochtasi” AJning faoliyati muhim ahamiyat kasb etadi, chunki u mamlakatdagi asosiy milliy pochta operatori hisoblanadi. Zamonaviy iqtisodiyot sharoitida esa pochta xizmatlari nafaqat an’anaviy xat va jo‘natmalar yetkazib berish bilan cheklanib qolmay, balki elektron tijorat, moliyaviy xizmatlar va davlat xizmatlari bilan integratsiyalashib bormoqda. Global bozorda kuryerlik va logistika kompaniyalari o‘rtasidagi raqobatning kuchayishi milliy operatorlardan yuqori samaradorlikni talab


ISSN 3030-3907

qilmoqda. O‘zbekistonda ham elektron tijorat hajmining ortib borishi pochta xizmatlariga bo‘lgan talabni keskin oshirdi. Bu mavjud infratuzilmani takomillashtirish va xizmat sifatini yangi bosqichga olib chiqishni taqozo etadi.

“O‘zbekiston pochtasi” AJ tomonidan amalga oshirilayotgan transformatsiya jarayonlari alohida e’tiborga loyiqdir. Xizmatlarni avtomatlashtirish, mobil ilovalar joriy etish va to‘lov tizimlarini rivojlantirish orqali aholiga qulayliklar yaratildi. Chekka hududlarda bank va davlat xizmatlarini yo‘lga qo‘yilishi pochta tizimining ijtimoiy ahamiyatini yanada oshirdi. Logistika markazlarining tashkil etilishi esa elektron tijoratni rivojlantirishda muhim omil bo‘lib xizmat qilmoqda. Biroq amalga oshirilayotgan islohotlarga qaramay, sohada hali ham bir qator muammolar va yechimini kutayotgan masalalar mavjud. Xizmatlar sifati, yetkazib berish tezligi va mijozlarga xizmat ko‘rsatish darajasini yanada oshirish zarurati saqlanib qolmoqda.

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish orqali pochta xizmatlarining samaradorligini oshirish imkoniyati mavjud. Bu borada innovatsion yondashuvlar va ilg‘or xorijiy tajribalarni o‘rganish muhim ahamiyatga ega. Raqamli iqtisodiyot sharoitida mijozlar ehtiyojlarini chuqur tahlil qilish va ularga mos xizmatlarni taklif etish ham muhim omillardan biridir. Kadrlar malakasini oshirish va xizmat ko‘rsatish madaniyatini rivojlantirish ham raqobatbardoshlikni belgilovchi asosiy jihatlardan hisoblanadi. Brend imijini mustahkamlash va mijozlar ishonchini oshirish orqali xizmatlarga bo‘lgan talabni kengaytirish mumkin. “O‘zbekiston pochtasi” AJ faoliyatini chuqur tahlil qilish va uning raqobatbardoshligini oshirish yo‘llarini aniqlash dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi[1,2].

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

Pochta aloqasi korxonalariga joriy qilinadigan raqamli texnologiyalar bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan bo‘lib, ushbu bo‘limda mavzuga oid asosiy adabiyotlar tahlil qilinadi. Xususan, Jang va boshqalar o‘z tadqiqotlarida pochta xizmatlarini raqamlashtirish jarayonini o‘rganib, uning asosiy yo‘nalishlarini aniqlashgan [3]. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar tahlili va bulutli texnologiyalar pochta xizmatlarini modernizatsiya qilishda eng istiqbolli yo‘nalishlar sifatida e’tirof etilgan.

Mazkur yo‘nalishni davom ettirgan holda, Liva Xou pochta aloqasi sohasida raqamli transformatsiyaning ahamiyatini tahlil qilib, raqamli texnologiyalarni joriy etish korxonalarning raqobatbardoshligini sezilarli darajada oshirishini hamda yangi xizmat turlarini yaratish imkonini berishini ta’kidlaydi. Shu bilan birga, Smirnov o‘z ishida ushbu jarayonni amalga oshirishda yuzaga keladigan asosiy muammolar va qiyinchiliklarni ko‘rib chiqib, xodimlarni qayta


ISSN 3030-3907

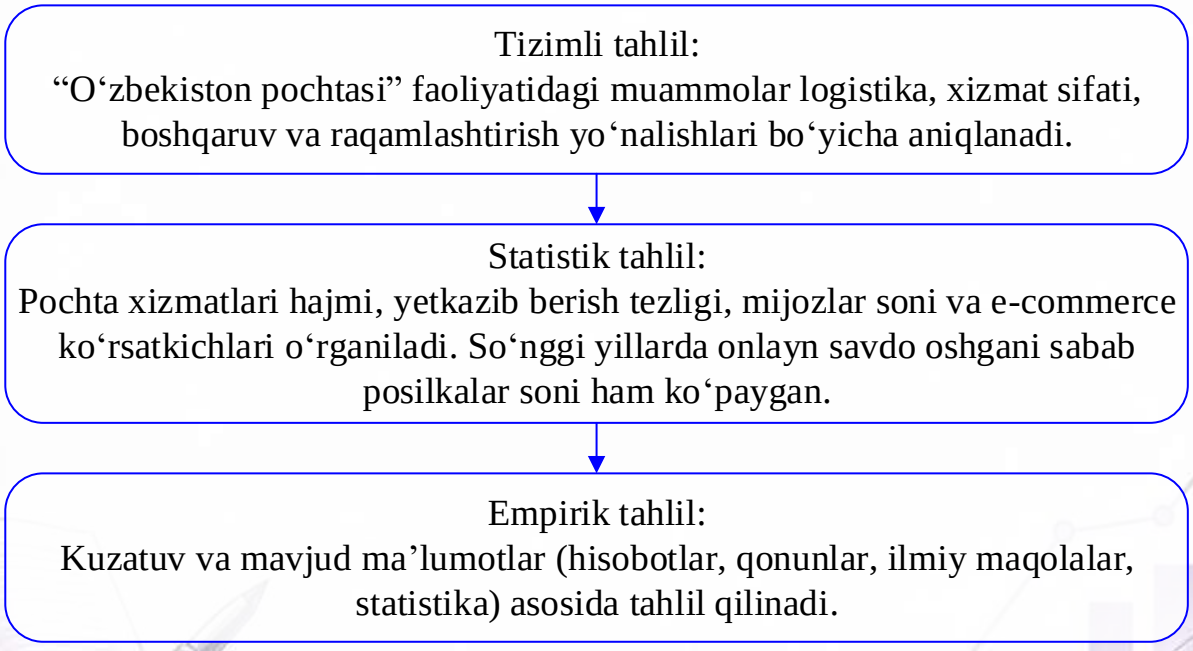
o‘qitish, ma’lumotlar xavfsizligini ta’minlash va katta hajmdagi investitsiyalar zarurligiga alohida e’tibor qaratadi.

Andersen va boshqalar pochta xizmatlarini raqamlashtirishning iqtisodiy samaradorligini baholab, raqamli texnologiyalarni joriy etish natijasida operatsion xarajatlar o‘rtacha 15-20% ga kamayishi, xizmat ko‘rsatish tezligi esa 30-40% ga oshishini aniqlashgan. Shu bilan bir qatorda, Yoshida IoT texnologiyalarining pochta aloqasi sohasida qo‘llanilishini o‘rganib, ushbu qurilmalar jo‘natmalarni kuzatish, saqlash sharoitlarini nazorat qilish va logistika jarayonlarini optimallashtirishda muhim ahamiyat kasb etishini qayd etadi.

Chen va boshqalar sun’iy intellekt texnologiyalarining pochta xizmatlaridagi rolini tahlil qilib, uning manzillarni aniqlash, jo‘natmalarni saralash hamda mijozlarga xizmat ko‘rsatish jarayonlarini avtomatlashtirish imkoniyatlarini ochib berishgan. Nihoyat, Kumar va Sharma blokcheyn texnologiyasining pochta korxonalarida qo‘llanilish istiqbollarini o‘rganib, uning jo‘natmalar xavfsizligini ta’minlash va tranzaksiyalar shaffofligini oshirishdagi muhim o‘rnini ta’kidlaydi [4].

**METODOLOGIYA.**

Mazkur tadqiqotda pochta xizmatlari raqobatbardoshligini baholash va uni oshirish yo‘llarini aniqlash maqsadida kompleks yondashuvdan foydalanilgan bo‘lib, tadqiqot jarayonida qo‘llanilgan asosiy ilmiy usullar o‘zaro uyg‘unlikda tizimlashtirilgan holda 1-rasmda sxematik tarzda ifodalangan.




**1-rasm. Pochta xizmatlari raqobatbardoshligini tadqiq etish metodologiyasi sxemasi**

Tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta’minlash maqsadida turli manbalardan olingan ma’lumotlar o‘zaro solishtirildi va umumlashtirildi.


ISSN 3030-3907

Qo‘llanilgan metodlar pochta xizmatlarini modernizatsiya qilish va ularning samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan xulosalar ishlab chiqish imkonini berdi.

Mazkur metodologik yondashuvlar asosida olingan natijalar keyingi bosqichda tizimli ravishda tahlil qilindi hamda umumlashtirildi. Bunda har bir qo‘llanilgan usuldan olingan empirik va analitik ma’lumotlar o‘zaro integratsiya qilinib, pochta xizmatlari raqobatbardoshligini belgilovchi asosiy omillar kompleks tarzda aniqlab chiqildi [5].

Tahlil jarayonida, avvalo, logistika infratuzilmasi samaradorligi, raqamlashtirish darajasi hamda mijozlarga xizmat ko‘rsatish sifati kabi omillar eng muhim determinantlar sifatida ajralib chiqdi. Shu bilan birga, elektron tijoratning jadal rivojlanishi sharoitida pochta-logistika tizimiga bo‘lgan talablarning ortib borayotgani ham yaqqol kuzatildi, bu esa mavjud infratuzilmani modernizatsiya qilish zaruratini yanada dolzarb qilib qo‘ymoqda.

Keyingi bosqichda SWOT-tahlil natijalari asosida ichki va tashqi muhit omillari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik va muvozanat baholandi. Natijada, “O‘zbekiston pochtasi” AJ faoliyatining kuchli va zaif tomonlari, shuningdek, mavjud imkoniyatlar va tahdidlar tizimli ravishda aniqlanib, ularning raqobatbardoshlikka ta’siri tahlil qilindi [6].

Ushbu tahlillar asosida pochta xizmatlari amaradorligini oshirish va ularning raqobatbardoshligini kuchaytirishga qaratilgan strategik yo‘nalishlar shakllantirildi. Xususan, raqamli transformatsiyani jadallashtirish, avtomatlashtirilgan logistika tizimlarini keng joriy etish hamda xizmatlar sifatini doimiy ravishda oshirish ustuvor yo‘nalishlar sifatida belgilandi.

Qo‘llanilgan kompleks metodologiya tadqiqotning ilmiy asoslanganligini ta’minlab, “O‘zbekiston pochtasi” AJ faoliyatini takomillashtirish va uning raqobatbardoshligini oshirish bo‘yicha ilmiy xulosalar ishlab chiqish imkonini berdi.

## MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Tadqiqot jarayonida “O‘zbekiston pochtasi” AJ faoliyatining ichki va tashqi omillarini kompleks baholash maqsadida SWOT-tahlil usulidan foydalanildi. Mazkur tahlil korxonaning kuchli va zaif tomonlarini, shuningdek, mavjud imkoniyatlar va tahdidlarni aniqlash imkonini beradi.

*SWOT tahlil: “O‘zbekiston pochtasi” AJ faoliyati*

**1. Kuchli tomonlar:**

- Respublika bo‘ylab keng qamrovli pochta-logistika infratuzilmasining mavjudligi (1646 ta bo‘limlar va keng yetkazib berish tarmog‘i).
- Chekka va qishloq hududlarda xizmat ko‘rsatish imkoniyati (raqobatchilarga nisbatan ustunlik).


ISSN 3030-3907

– Milliy pochta operatori sifatida davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlanishi.
– Xizmatlar portfelining kengligi (pochta, kuryerlik, moliyaviy va ijtimoiy xizmatlar).
– Elektron tijorat bozorining o‘sishi natijasida tabiiy talabning ortib borishi.
– Xalqaro pochta tizimiga integratsiyalashganlik.

**2. Zaif tomonlar:**

– Logistika jarayonlarining to‘liq avtomatlashtirilmaganligi va eskirgan texnologiyalar mavjudligi.
– Yetkazib berish tezligi va xizmat sifati bo‘yicha ayrim kamchiliklar.
– Mijozlar uchun real vaqt kuzatuv tizimlarining yetarli darajada rivojlanmaganligi.
– Mavsumiy yuklamalarga moslashuvchanlikning pastligi.
– Xodimlar malakasi va xizmat ko‘rsatish madaniyatida notekisliklar.
– Raqamli xizmatlar va mobil platformalarning to‘liq integratsiya qilinmaganligi.

**3. Imkoniyatlar:**

– Elektron tijorat bozorining jadal o‘sishi va posilka oqimining ko‘payishi.
– Sun’iy intellekt, IoT va Big Data texnologiyalarini joriy etish orqali logistika samaradorligini oshirish.
– Xalqaro logistika zanjirlariga chuqurroq integratsiyalashuv imkoniyati.
– Davlat dasturlari (“Raqamli O‘zbekiston–2030”) doirasida raqamlashtirishni jadallashtirish.
– Pochtamatlar va “so‘nggi milya” yechimlarini kengaytirish.
– Elektron to‘lovlar va moliyaviy xizmatlarni rivojlantirish orqali qo‘shimcha daromad manbalarini yaratish.

**4. Tahdidlar:**

– Xususiy kuryerlik va logistika kompaniyalari tomonidan kuchayib borayotgan raqobat.
– Tezkor yetkazib berish bo‘yicha mijozlar talabining ortishi.
– Texnologik ortda qolish xavfi.
– Logistika xarajatlarining oshishi.
– Kiberxavfsizlik tahdidlari va ma’lumotlar himoyasi bilan bog‘liq risklar.
– Global ta’minot zanjiridagi uzilishlar.

SWOT tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, “O‘zbekiston pochtasi” AJ keng infratuzilma va davlat qo‘llovi kabi kuchli tomonlarga ega bo‘lsa-da, logistika jarayonlarining yetarli darajada avtomatlashtirilmaganligi va xizmat sifatidagi ayrim kamchiliklar uning raqobatbardoshligini cheklab qo‘ymoqda. Shu bilan birga, elektron tijoratning jadal rivojlanishi hamda raqamli texnologiyalarni joriy etish imkoniyatlari kompaniya uchun muhim strategik ustunliklar yaratadi. Biroq


ISSN 3030-3907

xususiy sektor raqobatining kuchayishi va mijozlar talabining oshishi sharoitida ushbu imkoniyatlardan samarali foydalanish zarur hisoblanadi.

Kompaniyaning bozordagi o‘rnini uning raqobatchilariga nisbatan aniqlash uchun bozor ulushi ko‘rsatkichi hisoblanadi [7]. Mazkur ko‘rsatkich kompaniya savdo (yoki daromad) hajmining bozorning umumiy hajmiga nisbatan foizdagi ulushi sifatida aniqlanadi hamda raqobatbardoshlik darajasini ifodalovchi muhim indikator hisoblanadi (1-jadval).

**1-jadval.**

**Korxonalar bozor ulushini hisoblash uchun boshlang‘ich ma’lumotlar (daromad)**

| Korxona | Daromad, mlrd so‘m | | | Bozor ulushi, % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2023 yil | 2024 yil | 2025 yil | 2023 yil | 2024 yil | 2025 yil |
| O‘zbekiston pochtasi AJ | 385,56 | 604,45 | 797,67 | 81,1% | 81,6% | 78,8% |
| “Express mail universal” MCHJ | 37,25 | 58,27 | 66,15 | 7,8% | 7,9% | 6,5% |
| «BTS Express Cargo Servis» MCHJ | 52,69 | 78,39 | 148,67 | 11,1% | 10,6% | 14,7% |

Jadval ma’lumotlari tahlili shuni ko‘rsatadiki, “O‘zbekiston pochtasi” AJ daromad hajmi bo‘yicha mutlaq yetakchilikni saqlab qolgan bo‘lib, 2023–2025 yillar davomida uning daromadi izchil o‘sib, 385,56 mlrd so‘mdan 797,67 mlrd so‘mga yetgan. Shu bilan birga, bozor ulushi yuqori darajada saqlanib qolgan bo‘lsa-da, 2025 yilga kelib 78,8 foizgacha biroz pasayish kuzatilgan.

“BTS Express Cargo Servis” MCHJ daromad hajmi bo‘yicha eng yuqori o‘sish sur’atlarini namoyon etgan bo‘lib, uning daromadi uch yil davomida deyarli uch barobarga oshgan. Bu holat kompaniyaning bozor ulushining 10,6 foizdan 14,7 foizgacha oshishiga olib kelgan va uning raqobatbardoshligi ortib borayotganini ko‘rsatadi.

“Express Mail Universal” MCHJ faoliyatida esa daromadning o‘sishi kuzatilgan bo‘lsa-da, bozor ulushining 7,9 foizdan 6,5 foizgacha pasayishi kompaniyaning raqobat pozitsiyasi nisbatan zaiflashayotganini anglatadi [8,9].

Umuman olganda, tahlil natijalari pochta-logistika xizmatlari bozorida raqobatning kuchayib borayotganini va ayniqsa xususiy kompaniyalar tomonidan bozor ulushi uchun faol kurash olib borilayotganini ko‘rsatadi.


ISSN 3030-3907

Keyingi bosqichda “O‘zbekiston pochtasi” tomonidan ko‘rsatilayotgan asosiy va qo‘shimcha xizmat turlarini ko‘rib chiqamiz (2-jadval).

**2-jadval.**

**“O‘zbekiston pochtasi” AJ tomonidan ko‘rsatiladigan xizmatlar turlari**

| № | Faoliyat turlari |
|---|---|
| **1** | **Asosiy faoliyat turlari** |
| 1.1 | **An’anaviy pochta xizmatlari** |
| 1.1.1 | Oddiy xatlar |
| 1.1.2 | Oddiy pochta kartochkalari |
| 1.1.3 | Oddiy banderollar |
| 1.1.4 | Buyurtma xatlar |
| 1.1.5 | Buyurtma pochta jo‘natmalari |
| 1.1.6 | E’lon qilingan qiymatli jo‘natmalar |
| 1.2 | **Milliy yetkazib berish xizmatlari** |
| 1.2.1 | “Bir qadam” tezkor yetkazib berish xizmati |
| 1.2.2 | Kuryerlik xizmati |
| 1.2.3 | Posilkalarni yetkazib berish |
| 1.3 | **Xalqaro pochta xizmatlari** |
| 1.3.1 | Xalqaro pochta jo‘natmalari |
| 1.3.2 | EMS (xalqaro tezkor pochta) |
| 1.4 | **Gibrid va raqamli xizmatlar** |
| 1.4.1 | Gibrid pochta xizmati |
| 1.4.2 | Elektron shaklda qabul qilish va yetkazib berish xizmatlari |
| 1.5 | **Moliyaviy va ijtimoiy xizmatlar** |
| 1.5.1 | Pochta pul o‘tkazmalari |
| 1.5.2 | To‘lovlarni qabul qilish |
| 1.5.3 | Ijtimoiy to‘lovlarni yetkazib berish |
| 1.6 | **Matbuot va qo‘shimcha xizmatlar** |
| 1.6.1 | Gazeta va jurnallarga obuna va yetkazib berish |
| 1.6.2 | Hisob-kitob hujjatlarini yetkazib berish |

“O‘zbekiston pochtasi” AJ – milliy pochta operatori bo‘lib, O‘zbekiston Respublikasining strategik ahamiyatga ega korxonalari ro‘yxatiga kiritilgan. “O‘zbekiston pochtasi” AJning raqobatbardoshligi nafaqat moliyaviy ko‘rsatkichlar, balki uning infratuzilma salohiyati bilan ham belgilanadi. Kompaniya respublika bo‘ylab keng tarmoqli pochta-logistika tizimiga ega bo‘lib, bu uning xizmatlarning mavjudligi va qamrov darajasi bo‘yicha muhim ustunliklarini ta’minlaydi.


ISSN 3030-3907

Xususan, kompaniya tarkibida 14 ta hududiy filial, 15 ta tumanlararo hamda 148 ta tuman pochta aloqasi bog‘lamalari faoliyat yuritadi. Shuningdek, 1602 ta pochta aloqasi bo‘limi orqali aholiga xizmat ko‘rsatiladi. Yetkazib berish infratuzilmasi shahar hududlarida 1393 ta, qishloq joylarda esa 2123 ta yetkazib berish uchastkalarini o‘z ichiga oladi [10,11].

Transport-logistika imkoniyatlari nuqtai nazaridan kompaniya 25 ta havo yo‘nalishi va 300 dan ortiq avtomobil yo‘nalishlari orqali jo‘natmalarni yetkazib berishni tashkil etadi. Kadrlar salohiyati ham muhim omil bo‘lib, korxonada 7 mingdan ortiq xodim, jumladan 2580 dan ortiq pochtachilar faoliyat yuritadi.

Mazkur infratuzilma va resurs salohiyati “O‘zbekiston pochtasi” AJga, ayniqsa, qishloq va chekka hududlarda xizmat ko‘rsatishda raqobatchilarga nisbatan muhim ustunlik beradi hamda uning bozorni keng qamrab olish imkoniyatlarini oshiradi.

Jamiyat faoliyatining asosiy maqsadi pochta aloqasi xizmatlarini samarali tashkil etish, tarmoq infratuzilmasini modernizatsiya qilish hamda zamonaviy texnologiyalarni joriy etish orqali xizmatlar sifatini oshirishdan iborat. Shu bilan birga, kompaniya milliy pochta tizimini xalqaro pochta tarmog‘iga integratsiyalash, investitsiyalarni jalb etish va xizmatlar ko‘lamini kengaytirishga yo‘naltirilgan faoliyatni amalga oshiradi.

Jamiyat faoliyatining asosiy yo‘nalishlari quyidagilardan iborat bo‘lib, ular milliy pochta tizimining barqaror ishlashi va rivojlanishini ta’minlashga qaratilgan:

– *Respublika hududi bo‘ylab universal pochta xizmatlarini ko‘rsatish va aholining ehtiyojlarini qondirish.* Ushbu yo‘nalish jamiyatning asosiy ijtimoiy vazifalaridan biri hisoblanadi. Universal pochta xizmatlari mamlakatning barcha hududlarida, jumladan chekka va olis hududlarda ham pochta xizmatlaridan teng foydalanish imkoniyatini yaratadi. Bu esa aholi va tadbirkorlik subyektlari o‘rtasida axborot va tovarlar almashinuvining uzluksizligini ta’minlaydi.

– *Pochta aloqasi sohasini bozor tamoyillari asosida rivojlantirish hamda xizmatlar turlarini kengaytirish.* Raqobat muhitining shakllanishi sharoitida jamiyat xizmatlar portfelini diversifikatsiya qilish, yangi logistika va kuryerlik xizmatlarini joriy etish, elektron tijorat bilan integratsiyani kuchaytirish orqali bozor ulushini kengaytirishga intiladi. Bu esa daromad manbalarini ko‘paytirish va moliyaviy barqarorlikni mustahkamlashga xizmat qiladi.

– *Xalqaro pochta almashinuvini tashkil etish va Umumjahon pochta ittifoqi talablariga rioya etish.* Mazkur yo‘nalish global logistika tizimiga integratsiyalashuvni ta’minlaydi. Xalqaro standartlarga mos faoliyat yuritish orqali jo‘natmalarni tezkor va ishonchli yetkazib berish, bojxona jarayonlarini


ISSN 3030-3907

optimallashtirish hamda xorijiy hamkorlar bilan samarali aloqalarni yo‘lga qo‘yish imkoniyati yaratiladi.

– *Pochta jo‘natmalarining xavfsizligi va yozishmalar maxfiyligini ta’minlash.* Xizmatlar sifatining muhim komponenti sifatida xavfsizlik masalasi ustuvor ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy texnologiyalar asosida jo‘natmalarni kuzatish (tracking), identifikatsiya qilish va himoyalash tizimlarini joriy etish orqali mijozlarning ishonchi mustahkamlanadi hamda xizmatlardan foydalanish darajasi oshadi.

– *Xizmatlar sifatini oshirishda axborot texnologiyalarini keng joriy etish.* Raqamlashtirish jarayonlari doirasida avtomatlashtirilgan saralash markazlari, mobil ilovalar, onlayn buyurtma va kuzatuv tizimlari joriy etilmoqda. Bu esa operatsion samaradorlikni oshirish, inson omilini kamaytirish va xizmat ko‘rsatish tezligini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi.

– *Marketing tadqiqotlari asosida raqobatbardoshlikni oshirish.* Bozor kon’yunkturasini chuqur o‘rganish, mijozlar ehtiyojlarini tahlil qilish va segmentatsiya asosida yangi xizmatlarni ishlab chiqish jamiyatning strategik ustunliklarini shakllantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, brendni rivojlantirish va mijozlarga yo‘naltirilgan yondashuvni kuchaytirish muhim ahamiyatga ega.

Yuqorida keltirilgan yo‘nalishlar “O‘zbekiston pochtasi” AJning bozordagi barqaror faoliyatini ta’minlash, xizmatlar sifatini xalqaro darajaga olib chiqish hamda raqobat ustunliklarini shakllantirishda muhim strategik asos bo‘lib xizmat qiladi. Mazkur yondashuv jamiyatning uzoq muddatli rivojlanish istiqbollarini belgilashda ham hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Moslashuvchanlikning pastligi mavsumiy yuklamalarga moslasha olmaydi. Eski pochta tizimlari elektron savdoning keskin o‘sishiga tayyor emas. Yuqori talab davrida kechikishlar va tizim nosozliklari yuzaga keladi. Mijozlar tajribasining pastligi zamonaviy kuzatuv platformalarining yetishmasligidan kelib chiqadi. Mijozlar tez va shaffof yetkazib berishni kutadi. Avtomatik bildirishnomalar yo‘qligi posilka holati haqida aniq ma’lumotga ega bo‘lishni qiyinlashtiradi. Kechikishlar va yo‘qotilgan jo‘natmalar ishonchni kamaytiradi. Ushbu muammolar operatsion xarajatlarning oshishiga olib keladi. Tezkor javob berish qobiliyati pasayadi. Bozor tezkorlikni talab qilayotgan paytda pochta operatorlari ko‘proq sarflab kamroq natijaga erishadi. Eski texnologiyalardan voz kechish oddiy IT yangilanish emas. Tizimlarni modernizatsiya qilish xarajatlar oshishi muammosidan chiqish uchun zarurdir. Bu sun’iy intellekt va bulut texnologiyalariga o‘tish uchun zamin yaratadi. Yuqori hajmdagi posilkalar sharoitida samarali yetkazib berish yo‘nalishlari muhimdir. Sun’iy intellekt


ISSN 3030-3907

asosidagi marshrut optimallashtirish real vaqt rejimida ishlaydi. Tirbandlik posilkalar joylashuvi va yetkazib berish cheklovlarini tahlil qiladi. Haydovchilar uchun eng samarali yo‘llarni aniqlaydi. Statik marshrutlardan farqli o‘laroq avariya ob-havo yoki yo‘l yopilishlariga moslashadi. Har bir smena uchun eng maqbul yo‘nalishni belgilaydi.

Transport vositalari kamroq masofa bosib o‘tadi. Kamroq yoqilg‘i sarflaydi va ko‘proq yetkazib berishlarni o‘z vaqtida amalga oshiradi. AI marshrut rejalashtirish logistika xarajatlarini 23% ga kamaytiradi. Bo‘sh yurishlar va bekor turish vaqtini kamaytiradi. Transport parkidan foydalanish samaradorligini oshiradi. Chiqindilarni kamaytirib ekologik barqarorlikni qo‘llab-quvvatlaydi. Tezroq yetkazib berish mijozlar qoniqishini oshiradi. Posilka yetkazib berish jarayonidagi skanerlash ma’lumotlarni yaratadi. Sun’iy intellekt analitika platformalari katta hajmdagi kuzatuv ma’lumotlarini jamlaydi. Real vaqt rejimida tahlil qiladi. Har bir posilkaning qayerdaligi haqida to‘liq nazorat beradi. Murakkab posilka kuzatuvi odatiy bo‘lmagan holatlarni aniqlaydi. Posilka tranzitda uzoq qolib ketganini sezadi. Xodimlarga muammoni oldindan hal qilish imkonini beradi. Trend tahlili takrorlanib turadigan muammolarni ko‘rsatadi. Muayyan saralash markazi kechikishlarga sabab bo‘lsa jarayonni optimallashtiradi. Mijozlar uchun aniqroq yetkazib berish muddatlarini prognoz qiladi. Jo‘natma holati bo‘yicha tezkor bildirishnomalar yuboradi. Yetkazib berish tajribasini yaxshilaydi. Xom ma’lumotlarni amaliy tavsiyalarga aylantiradi. Kechikishlarni kamaytirib mijozlar bilan shaffof muloqot qiladi. Qoniqish darajasi oshadi. Muvaffaqiyatsiz yetkazib berishlar kamayadi. Muammolar tezroq hal qilinadi. Xizmat sifati elektron tijorat gigantlariga moslashadi.

Pochta tashkilotlari sun’iy intellekt va bulut texnologiyalariga o‘tish orqali IT byudjetining 80% xarajatlarini kamaytiradi. O‘zbekistonda raqamli transformatsiya xizmat sifatini yaxshilaydi. Logistika xarajatlari 23% ga pasayadi. Ekologik barqarorlik ta’minlanadi. Mijozlar sodiqligi oshadi. Bozor raqobatbardoshligi mustahkamlanadi. “Raqamli O‘zbekiston-2030” dasturi doirasida pochta tizimi modernizatsiya qilinmoqda. Jo‘natmalar soni 50% ko‘paygan. Daromadlar 1,4 baravarga oshgan. Avtomatlashtirilgan kuzatuv yetkazib berish muddatlarini qisqartiradi. Eski tizimlarning texnik xizmat xarajati yiliga 40 ming dollarga yetadi. AI marshrutlash yoqilg‘i sarfini 15-25% ga kamaytiradi. Yetkazib berishlar 20-30% tezlashtiriladi. O‘zbekiston Pochtasi UPU reytingida 93-o‘rinni egallagan. Raqamli saralash markazlari ochilmoqda. Elektron tijorat mahsulotlari 1600 bo‘limmada topshiriladi. Yevropa tiklanish banki mablag‘lari jalb qilinadi. IT infratuzilmasi monitoring tizimlari trafikni boshqaradi. Virtualizatsiya server resurslarini optimallashtiradi. Pochta xizmatlari


ISSN 3030-3907

raqamlashtirilishi operatsion mukammallikni oshiradi. Gibrid pochta xizmatlari internetga chiqish imkoniyati bo‘lmaganlar uchun ishlaydi. Avtomatik to‘lov tizimlari integratsiyasi xizmatlarni yaxshilaydi. Elektron tijorat platformalari tezkor to‘lovlarga asoslanadi. Zamonaviy axborot texnologiyalari infratuzilmasi tarkibiy qismlari samaradorlikni ta’minlaydi. Raqamli ekotizim yaratish muammolari bartaraf etiladi. Sun’iy intellekt yo‘nalishlarni optimallashtirishda real vaqt rejimida moslashadi. Milliy pochta operatorlari transformatsiyasi zarur. Ushbu yechimlar O‘zbekiston pochta xizmatlarini global standartlarga yetkazadi[5].

## XULOSA VA TAKLIFLAR.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4921-son qarori asosida amalga oshirilayotgan islohotlar milliy pochta operatori faoliyatini tubdan yangilash uchun mustahkam huquqiy zamin yaratdi. Shunga asosan, Pochta aloqasi tizimini raqamli transformatsiya qilishning bosqichlari va samaradorlik ko‘rsatkichlari 2-rasmda keltirib o‘tilgan.

**Raqamli transformatsiya zaruriyati:** Eski tizimlarning texnik xizmat xarajatlari yuqoriligi va ularning moslashuvchanligi pastligi milliy operatorning raqobatbardoshligiga to‘sqinlik qiladi. Sun’iy intellekt va bulutli texnologiyalarga o‘tish IT-budjetining samaradorligini oshirib, operatsion xarajatlarni kamaytiradi.

↓

**Logistika samaradorligi:** Sun’iy intellekt asosidagi marshrut optimallashtirish logistika xarajatlarini 23% gacha kamaytirish va yetkazib berish tezligini 30% gacha oshirish imkonini beradi. Bu, ayniqsa, elektron tijorat hajmi ortib borayotgan sharoitda o‘ta muhimdir.

↓

**Mijozlar ishonchi va shaffoflik:** Avtomatlashtirilgan kuzatuv tizimlari va real vaqt rejimidagi bildirishnomalar mijozlar qoniqish darajasini oshiradi. Ma’lumotlar tahlili orqali yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan kechikishlarni oldindan bashorat qilish va bartaraf etish imkoniyati bo‘ladi.

↓

**Ijtimoiy-iqtisodiy ahamiyat:** Pochtani bank va davlat xizmatlari bilan integratsiyalashuvi, ayniqsa chekka hududlarda aholi turmush darajasini oshirishda muhim strategik vositaga aylandi.

**2-rasm. Pochta aloqasi tizimini raqamli transformatsiya qilishning bosqichlari va samaradorlik ko‘rsatkichlari.**

2-rasmdan kelib chiqib, sohani yanada rivojlantirish bo‘yicha quyidagi amaliy takliflar ilgari suriladi:


ISSN 3030-3907

Intellektual logistika tizimini joriy etish: Yuk tashish transportlari uchun real vaqt rejimida yo‘l harakati, ob-havo va posilkalar hajmini hisobga oluvchi sun’iy intellekt algoritmlarini tatbiq etish. Bu yoqilg‘i sarfini 15-25% ga tejash imkonini beradi.

Ma’lumotlar markazini modernizatsiya qilish: Virtualizatsiya texnologiyalarini kengaytirish va server resurslarini optimallashtirish orqali tizim nosozliklari va “pik” yuklamalar davridagi uzilishlarni bartaraf etish.

Ekotizim integratsiyasi: “O‘zbekiston pochtasi” AJ platformasini mahalliy va xalqaro elektron savdo maydonchalari bilan API interfeyslari orqali to‘liq integratsiya qilish.

Inson kapitalini rivojlantirish: Pochta xodimlarini raqamli savodxonlik va mijozlar bilan ishlashning zamonaviy standartlari bo‘yicha qayta tayyorlash tizimini yo‘lga qo‘yish.

Gibrid pochta va Pochtamatlar tarmog‘ini kengaytirish: Yetkazib berishning “so‘nggi milya” bosqichida tannarxni pasaytirish va mijozlarga qulaylik yaratish uchun avtomatlashtirilgan pochtamatlar sonini kamida 2 baravarga oshirish.

Moliyaviy-iqtisodiy faoliyat va raqobatbardoshlik tahlili natijalariga ko‘ra, xizmatlar assortimentini kengaytirish kompaniyalar samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Bu quyidagi asosiy yo‘nalishlar orqali amalga oshiriladi:

1. Diversifikatsiya: xizmatlar spektrini kengaytirish orqali kompaniya yangi mijoz segmentlarini jalb qiladi, xizmatlar portfelini muvozanatlashtiradi va bozor o‘zgarishlariga nisbatan barqarorlikni oshiradi.

2. Mijozlar qoniqishini oshirish: xizmatlar turlarining ko‘pligi iste’molchilarning turli ehtiyojlarini qondirish imkonini beradi, bu esa ularning sodiqligini mustahkamlaydi.

3. Raqobatbardoshlikni kuchaytirish: keng xizmatlar assortimenti kompaniyaga raqobatchilardan farqlanish va barqaror ustunlikka ega bo‘lish imkonini beradi.

4. Daromadni oshirish: yangi xizmatlarni joriy etish va mavjud xizmatlarni kengaytirish orqali daromad bazasi kengayadi va kompaniyaning iqtisodiy samaradorligi ortadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 14-dekabrdagi “Pochta aloqasi xizmatlarini ko‘rsatish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-4921-son Qarori.
2. Xudoyberdiyev R.F., Jo‘rayev L.N. “O‘zbekiston pochtasi” AJ faoliyatida raqamli transformatsiya: zamonaviy trendlar va innovatsion yechimlar.


ISSN 3030-3907

“Zamonaviy ilm-fanning dolzarb muammolari va ularning yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy “RAQAMLI IQTISODIYOT” ILMIY-ELEKTRON JURNALI | 14-SON | 2026 amaliy konferensiya maqola va tezislar to‘plami. Farg‘ona 2025-yil 20-21-iyun. - B.251-253.

3. Boneva, M. Challenges related to the digital transformation of business companies. In: Proceedings of the 6th International Conference on Innovation Management, Entrepreneurship and Sustainability (IMES 2018), May 31 – June 1, 2018, Prague, Czech Republic, pp. 101–114.

4. Jaag, C., Parra Moyano, J., & Trinkner, U. Postal strategies in a digital age. In: Crew, M., & Brennan, T. J. (Eds.), The Future of the Postal Sector in a Digital World, 2016, pp. 103–120.

5. Mamatqulov G.R. “O‘zbekiston Respublikasi pochta aloqasi korxonalarini raqamlashtirish istiqbollari”// Raqamli iqtisodiyot, ilmiy-elektron jurnali. №1-son 2022. -B.174-182.

6. Jo‘rayev L.N., Mamatqulov G‘.R., Xudoyberdiyev R.F. “Zamonaviy pochta aloqasi” o‘quv qo‘llanma. Toshkent, Aloqachi-2017.

7. European Commission, Postal services, 2018, Available at: https://ec.europa.eu/growth/sectors/postal-services_en.

8. Mária Matúšková, Lucia Madleňáková, The Impact of the Electronic Services to the Universal Postal Services, 16th Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication, RelStat’2016, 19-22 October, 2016, Riga, Latvia, Procedia Engineering 178, 2017, pp. 258–266.

9. Daniel Nieto Corredera, Universal Postal Union, Electronic Postal Services Programme, Measuring E-Services Development Version 2.0, Published October 2015

10. Anna Otsetova Digital Transformation of Postal Operators – Challenges and Perspectives. Transport and Communications, 2019; Vol. II. DOI: 10.26552/tac.C.2019.2.4

11. https://uz.post/uz (O‘zbekiston pochtasi AJ rasmiy sayti)


ISSN 3030-3907

# ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQARISH CHIQINDILARIDAN RANGLI METALLARNI GIDROMETALLURGIK USULLAR ASOSIDA AJRATIB OLISH

**Panjiyev Hikmat Ahadillayebich**
*Qarshi davlat texnika universiteti. Katta o‘qituvchi*
**Abdiazizov Asliddin Adham o‘g‘li**
*Qarshi davlat texnika universiteti. Assistent*
**Xasanov Shahzod Rasul o‘g‘li**
*Qarshi davlat texnika universiteti. Assistant*
**Baxromov Bexruzbek G‘olibovich**
*Qarshi davlat texnika universiteti.Talaba*

**Annotatsiya.** Mazkur tadqiqot ishida galvanik ishlab chiqarish chiqindilaridan hosil bo‘ladigan shlamlarni qayta ishlash hamda ulardan rangli metallarni gidrometallurgik usullar asosida ajratib olish jarayonlari o‘rganildi. Tadqiqot davomida galvanik shlamning kimyoviy va granulometrik tarkibi aniqlanib, undagi nikel, mis, rux, xrom va boshqa metall komponentlarning taqsimlanish xususiyatlari baholandi. Rangli metallarni selektiv eritishga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida sulfat kislotasi, Trilon B hamda ammiak-xloridli erituvchilarning samaradorligi tahlil qilindi. Tajriba natijalari sulfat kislotali muhitda rangli metallarning eritmaga o‘tish darajasi yuqori ekanligini, biroq temir va xromning ham qisman eritmaga o‘tishini ko‘rsatdi. Trilon B asosidagi eritmalar esa xromning erishini kamaytirgan holda metallarning selektiv ajralishini ta’minlashi aniqlandi. Olingan natijalar galvanik shlamlarni ekologik xavfsiz qayta ishlash va ikkilamchi xomashyodan samarali foydalanishda muhim ahamiyatga ega.

**Kalit so‘zlar:** galvanik shlam, gidrometallurgiya, rangli metallar, sulfat kislota, selektiv eritish, Trilon B.

**Аннотация.** В данной исследовательской работе изучены процессы переработки шламов, образующихся в результате гальванического производства, а также извлечения из них цветных металлов гидрометаллургическими методами. В ходе исследования были определены химический и гранулометрический составы гальванического шлама, а также оценены особенности распределения никеля, меди, цинка, хрома и других металлических компонентов. В качестве основных факторов, влияющих на селективное выщелачивание цветных металлов, проанализирована эффективность растворов серной кислоты, Трилона Б и аммиачно-хлоридных реагентов. Результаты экспериментов показали, что в сернокислой среде степень перехода цветных металлов в раствор является высокой, однако железо и хром также частично переходят в раствор. Установлено, что растворы на основе Трилона Б обеспечивают селективное


ISSN 3030-3907

извлечение металлов при снижении растворения хрома. Полученные результаты имеют важное значение для экологически безопасной переработки гальванических шламов и эффективного использования вторичного сырья.

**Ключевые слова:** гальванический шлам, гидрометаллургия, цветные металлы, серная кислота, селективное выщелачивание, Трилон Б.

**Abstract.** This research study investigates the processing of sludge generated from electroplating production and the extraction of non-ferrous metals from it using hydrometallurgical methods. During the study, the chemical and granulometric compositions of galvanic sludge were determined, and the distribution characteristics of nickel, copper, zinc, chromium, and other metallic components were evaluated. The effectiveness of sulfuric acid, Trilon B, and ammonia-chloride leaching solutions as the main factors influencing the selective dissolution of non-ferrous metals was analyzed. Experimental results showed that in a sulfuric acid medium, the transfer rate of non-ferrous metals into the solution was high; however, iron and chromium were also partially dissolved. It was determined that Trilon B-based solutions provide selective metal extraction while reducing chromium dissolution. The obtained results are of significant importance for the environmentally safe processing of galvanic sludge and the efficient utilization of secondary raw materials.

**Keywords:** galvanic sludge, hydrometallurgy, non-ferrous metals, sulfuric acid, selective leaching, Trilon B.

**KIRISH.**

Galvanik shlamlarni qayta ishlash va zararsizlantirish masalasi hozirgi davrda eng muhim ekologik hamda texnologik muammolardan biri hisoblanadi. Bunday shlamlar mis, nikel, xrom va boshqa metall qoplamalarini hosil qilish jarayonlarida ishlatiladigan elektrolit eritmalarini neytrallash hamda yuvish eritmalarini tozalash natijasida yuzaga keladi. Oqartirilgan eritmalardan metallar asosan gidroksid birikmalari shaklida cho‘kmaga tushadi. Hosil bo‘lgan shlam tarkibida rangli metallar va xromning umumiy miqdori 10–15 % gacha yetishi mumkin.

Shlam tarkibidagi metallar kam eruvchan birikmalar holatida mavjud bo‘lsa-da, ular saqlash hududlarida kislotali yog‘inlar ta’sirida asta-sekin eruvchan holatga o‘tadi. Natijada og‘ir metall ionlari atrof-muhitga tarqalib, tuproq va yer osti suvlarining ifloslanishiga sabab bo‘ladi. Shlam tarkibiy qismlarining erishi quyidagi kimyoviy reaksiyalar asosida sodir bo‘ladi:

$$Fe(OH)_2 + 2H^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2H_2O$$

$$Al(OH)_3 + 3H^+ \rightarrow Al^{3+} + 3H_2O$$


ISSN 3030-3907

Galvanik shlamlarni qayta ishlashda jahonda asosan ikki asosiy yo‘nalish keng qo‘llaniladi. Birinchi yo‘nalish og‘ir rangli metallar va xromni kam eruvchan birikmalar holatida mustahkamlashga asoslangan. Bunda shlamlar ko‘pincha keramika buyumlari, asfaltbeton, shisha, sement hamda turli qurilish materiallari tarkibiga qo‘shimcha sifatida qo‘llaniladi. Ushbu yondashuv galvanik shlamlarni maxsus chiqindi maydonlarida saqlash zaruratini kamaytiradi.

Ikkinchi yo‘nalish galvanik shlamlardan rangli metallarni ajratib olishga qaratilgan bo‘lib, ekologik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli usul hisoblanadi. Mazkur usul atrof-muhitga zararli ta’sirni kamaytirish bilan birga, ishlab chiqarish jarayoniga muayyan miqdordagi rangli metallarni qayta jalb etish imkonini beradi. Rangli metallarni ajratib olish pirometallurgik va gidrometallurgik usullar yordamida amalga oshiriladi.

Pirometallurgik texnologiyalar orasida galvanik shlamlarni bosqichma-bosqich qayta ishlashga asoslangan usullar alohida ahamiyatga ega. Ushbu jarayonlar shlamni suvsizlantirish va quritish, past haroratda qaytarish orqali metall konsentratlari olish hamda keyinchalik ularni eritib sof metallar yoki qotishmalar hosil qilish bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Mazkur texnologiyalarning asosiy kamchiligi yuqori energiya sarfi va katta hajmdagi chiqindilar hosil bo‘lishidir. Shu sababli ularning ekologik samaradorligi yetarli darajada yuqori emas.

Gidrometallurgik usullarning asosiy afzalligi tarkibi va xossalari jihatidan o‘xshash bo‘lgan metallarni samarali ajratish imkoniyatining mavjudligidir. Bundan tashqari, ushbu usullar pirometallurgik jarayonlarga nisbatan texnologik jihatdan sodda bo‘lib, zararli chiqindilar miqdorini sezilarli kamaytiradi. Natijada gidrometallurgik texnologiyalar atrof-muhit ifloslanishini kamaytirish va ikkilamchi xomashyodan oqilona foydalanishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Gidrometallurgik usul qimmatli komponentlarni eritma tarkibiga o‘tkazishga asoslanadi. Erituvchi sifatida ko‘pincha sulfat kislota qo‘llaniladi, chunki u iqtisodiy jihatdan arzon va texnologik jihatdan qulay reagent hisoblanadi. Biroq sulfat kislotaning asosiy kamchiligi rangli metallar bilan bir qatorda xromning ham erib ketishidir. Rangli metallarni tanlab eritishga erishish maqsadida boshqa reagentlardan ham foydalaniladi. Jumladan, galvanik shlamlarni tanlab eritishda nitrat kislota, ammiak eritmalari hamda EDTA asosidagi erituvchilardan foydalanish bo‘yicha ilmiy ma’lumotlar mavjud.

Sulfat kislotali eritmalardan rangli metallarni ajratib olish elektrokimyoviy cho‘ktirish, suyuqlik–suyuqlik ekstraksiyasi hamda sementatsiya usullari yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bundan tashqari, galvanik shlamlarni eritishdan hosil bo‘lgan eritmalardan metall ionlarini ajratib olishda sorbsiya jarayonlaridan foydalanish imkoniyatlari ham o‘rganilgan.


ISSN 3030-3907

Galvanik shlamlarning moddiy va fazaviy tarkibi turlicha bo‘lganligi sababli, ularni qayta ishlashning universal usuli mavjud emas. Shu bois metallarni ajratib olish uchun turli texnologik yondashuvlar va reagentlar qo‘llaniladi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

So‘nggi yillarda elektrokimyoviy ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlash va ulardan rangli metallarni ajratib olish muammolari ko‘plab olimlar tomonidan keng o‘rganilmoqda. F. Habashi o‘zining ilmiy tadqiqotlarida gidrometallurgik usullar rangli metallarning eritmaga selektiv o‘tishini таъминlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ta’kidlagan. Olim sulfat kislotali eritmalar yordamida metall ionlarini eritmaga o‘tkazish jarayonlarining termodinamik va kinetik qonuniyatlarini batafsil yoritib bergan.

F. K. Crundwell, M. S. Moats va boshqa tadqiqotchilar metallurgik chiqindilarni qayta ishlashda gidrometallurgik texnologiyalar energiya sarfi jihatidan pirometallurgik usullarga nisbatan samaraliroq ekanligini qayd etganlar. Ularning fikricha, erituvchini to‘g‘ri tanlash orqali metallarning selektiv ajralishini boshqarish mumkin. Ayniqsa, kompleks hosil qiluvchi reagentlardan foydalanish temir va xromning eritmaga o‘tishini kamaytirishga xizmat qiladi.

A. Yazawa tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda rangli metallurgiya chiqindilarini qayta ishlashda sulfat kislotali eritmalarning amaliy ahamiyati yuqori baholangan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sulfat kislotasi mis, nikel va ruxni yuqori darajada eritmaga o‘tkazsa-da, ayrim hollarda xrom va temir birikmalarining ham eritilishi kuzatiladi. Shu sababli eritish muhitining pH qiymatini boshqarish muhim texnologik omil sifatida ko‘rsatilgan.

R. G. Reddy va S. Prabhakar galvanik hamda metall qoplama ishlab chiqarish chiqindilaridan rangli metallarni ajratib olishda Trilon B va ammoniyli eritmalarning samaradorligini o‘rganganlar. Ularning tadqiqotlarida kompleks hosil qiluvchi reagentlar yordamida metallarning selektiv eritilishi hamda zararli komponentlarning qattiq qoldiqda ushlab qolinishi mumkinligi aniqlangan.

I. Rivera, M. Flores va F. Patiño tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda galvanik shlamlarning granulometrik tarkibi va metallarning fraksiyalar bo‘yicha taqsimlanish qonuniyatlari o‘rganilgan. Olimlar yirik fraksiyalarda rangli metallarning miqdori yuqoriroq bo‘lishini hamda mayda fraksiyalarda kremniy oksidi va boshqa mineral qo‘shimchalarning ko‘payishini aniqlaganlar.

Mahalliy olimlardan X. N. Nabiev, O. K. Qodirov va B. T. Yusupovlarning ilmiy ishlarida metallurgik jarayonlarda massa almashinuvi, eritish kinetikasi hamda rangli metallarning gidrometallurgik usullar asosida ajralish mexanizmlari keng tahlil qilingan. Ular tomonidan ishlab chiqilgan ilmiy yondashuvlar metallurgiya chiqindilarini qayta ishlash samaradorligini oshirishda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.


ISSN 3030-3907

## TADQIQOT METADOLOGIYASI.

Tadqiqot obyekti sifatida galvanik ishlab chiqarish chiqindilaridan olingan shlam namunasi tanlab olindi. Shlamning kimyoviy tarkibini aniqlash maqsadida 1 g massa namuna nitroxlorid kislotada eritildi va hosil bo‘lgan eritma atom-absorbsiya spektroskopiyasi usuli yordamida tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko‘ra, shlam tarkibida 5,92 % Ni, 1,18 % Zn, 0,94 % Cu, 0,11 % Pb, 0,63 % Fe, 1,14 % Ca hamda 6,87 % Cr mavjudligi aniqlandi.

Fazaviy tarkib tahlili shlam tarkibida nikel, rux va mis gidroksidlari, shuningdek kalsiy gidroksidi, kalsiy silikatlari, kremniy oksidi hamda xrom gidroksidi birikmalari mavjudligini ko‘rsatdi. Shlam tarkibida kremniy oksidining sezilarli miqdorda uchrashi uning uzoq muddat saqlanish jarayonida mineral aralashmalar bilan boyiganligi bilan izohlanadi. Tashqi ko‘rinishiga ko‘ra shlam mayda dispers kulrang kukunsimon materialdan iborat bo‘ldi.

Granulometrik tarkibni aniqlash maqsadida shlam namunasi elakli tahlil usulida o‘rganildi. Buning uchun 100 g massa namuna turli o‘lchamdagi elaklar tizimi orqali saralandi va har bir fraksiyaning massa ulushi aniqlandi. Rangli metallarning fraksiyalar bo‘yicha taqsimlanishini baholash uchun har bir fraksiyadan 1 g miqdorda namuna olinib, qizdirilgan nitroxlorid kislotada eritildi. Hosil bo‘lgan eritma filtrlashdan o‘tkazildi va filtrat tarkibi atom-absorbsiya spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi.

Sulfat kislotali eritish jarayoni pH=1,6, harorat 24 °C, shlam massasi 24 g va eritma hajmi 210 $sm^3$ sharoitida olib borildi. Eritma muhiti 1 M konsentratsiyali sulfat kislota yordamida rostlandi. Jarayon doimiy aralashtirish ostida 60 daqiqa davom ettirildi.

Trilon B asosidagi eritish tajribalari pH=7,5–8,0 va 26 °C haroratda amalga oshirildi. Tajribada 18 g massa shlam va 190 $sm^3$ hajmdagi eritma qo‘llanildi. Trilon B konsentratsiyasi 72 $g/dm^3$ qilib belgilandi. Eritmaning muhiti NaOH eritmasi yordamida boshqarildi va eritish jarayoni uzluksiz aralashtirish ostida 1 soat davomida olib borildi.

Ammiak-xloridli eritish tajribalari pH=8,2–9,0 va 25 °C haroratda bajarildi. Tajribada 18 g massa shlam va 210 $sm^3$ hajmdagi eritma ishlatildi. Ammoniy xlorid konsentratsiyasi 0,22 M etib olindi. Eritmaning ishqoriy muhiti konsentrlangan ammiak eritmasi qo‘shish orqali hosil qilindi. Jarayon davomida aralashma doimiy ravishda aralashtirilib, eritish davomiyligi 1 soatni tashkil etdi.

## NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Galvanik shlam namunasining fraksion tarkibini aniqlash maqsadida elakli tahlil o‘tkazildi. Tadqiqot natijalari asosida shlamning granulometrik tarkibi baholandi hamda fraksiyalar bo‘yicha massa taqsimoti aniqlandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.


ISSN 3030-3907

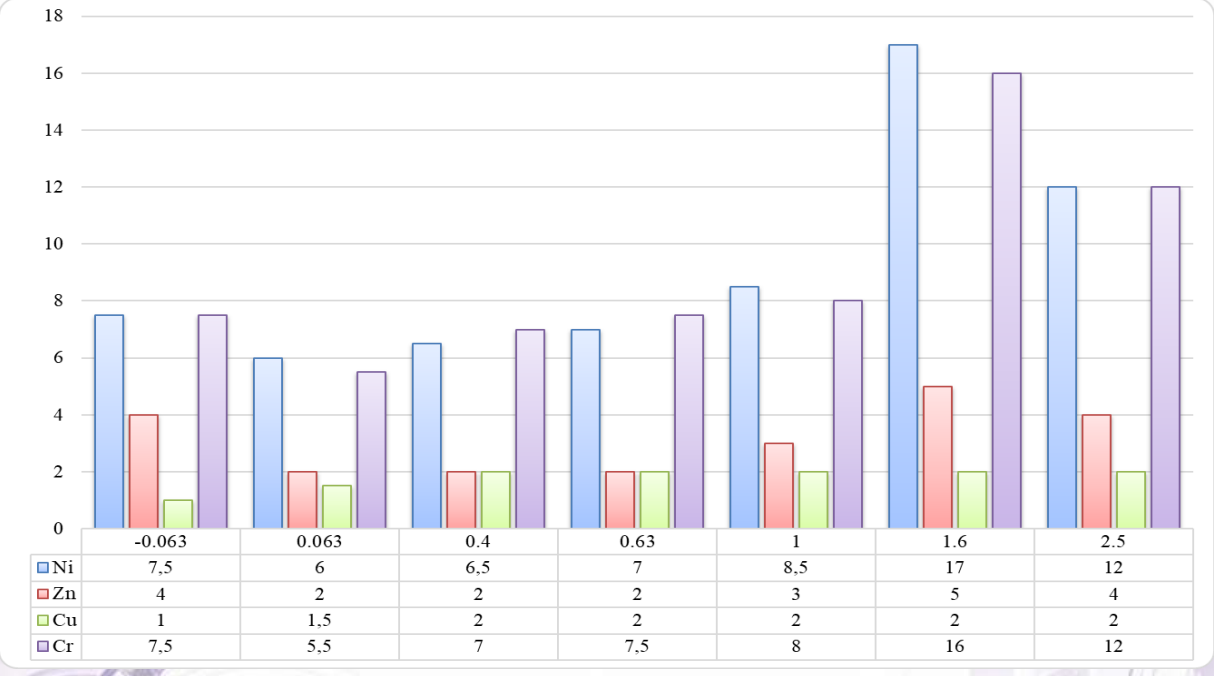
**1-jadval.**

**Galvanik shlamning granulometrik tarkibi**

| Fraksiya, mm | Fraksiya miqdori, % |
|---|---|
| +2.5 | 14.8 |
| -2.5 ÷ +1.6 | 21.3 |
| -1.6 ÷ +1.0 | 10.1 |
| -1.0 ÷ +0.63 | 8.9 |
| -0.63 ÷ +0.4 | 9.8 |
| -0.4 ÷ +0.063 | 13.7 |
| -0.063 | 12.9 |

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, yirik fraksiyalar tarkibida metall komponentlarning ulushi nisbatan yuqori bo‘lib, mayda fraksiyalarda esa kremniy oksidi va boshqa mineral qo‘shimchalar miqdori ortishi kuzatildi. Bu holat shlamning uzoq muddat saqlanishi davomida mineral aralashmalar bilan boyishi hamda dispers tarkibining o‘zgarishi bilan izohlanadi. Fraksiyalar tarkibida rangli metallarning deyarli barcha o‘lcham oralig‘ida mavjudligi sababli, biror fraksiyani texnologik jarayondan chiqarib tashlash maqsadga muvofiq emasligi aniqlandi.

Fraksiyalar bo‘yicha rangli metallarning taqsimlanish darajasi 1-rasmda tasvirlangan. Diagramma natijalari asosida nikel, rux va misning yirik fraksiyalarda ko‘proq to‘planganligi kuzatildi. Shu bilan birga, xrom va temir birikmalari fraksiyalar bo‘yicha nisbatan bir tekis taqsimlanganligi aniqlandi.



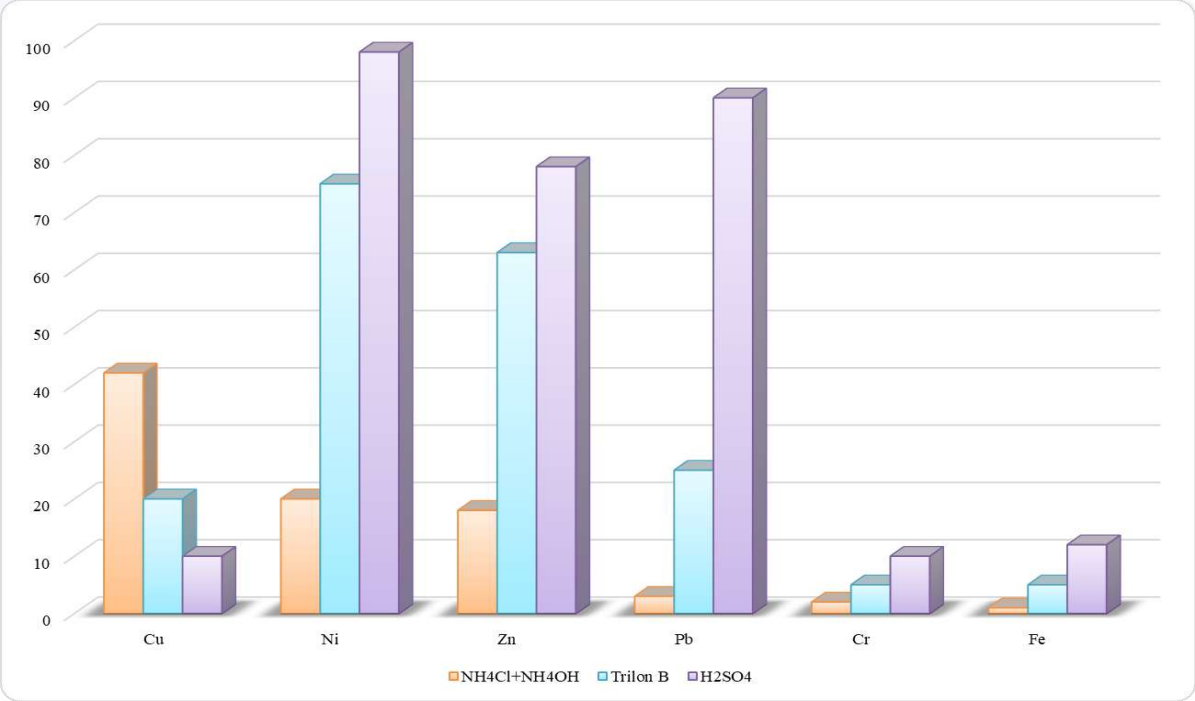

| | -0.063 | 0.063 | 0.4 | 0.63 | 1 | 1.6 | 2.5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ni | 7,5 | 6 | 6,5 | 7 | 8,5 | 17 | 12 |
| Zn | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 5 | 4 |
| Cu | 1 | 1,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Cr | 7,5 | 5,5 | 7 | 7,5 | 8 | 16 | 12 |

**1-rasm. Fraksiyalar bo‘yicha metallarning taqsimlanishi**

Sulfat kislotali eritish jarayonida mis, nikel va ruxning eritmaga o‘tish darajasi yuqori bo‘lib, ayrim hollarda 90 % dan ortiq natijalar kuzatildi. Biroq bu


ISSN 3030-3907

sharoitda temir va xromning ham qisman eritmaga o‘tishi qayd etildi. Kislota konsentratsiyasining ortishi rangli metallarning ajralish samaradorligini oshirgan bo‘lsa-da, temir va xrom gidroksidlarining eruvchanligi ham sezilarli ravishda ortishi aniqlandi.




**2-rasm. Turli erituvchilar ta’sirida metallarning eritmaga o‘tish ko‘rsatkichlari**

Trilon B asosidagi eritish tajribalarida rangli metallarning eritmaga o‘tishi sulfat kislotali muhitga nisbatan pastroq bo‘lsa-da, xromning eritmaga o‘tishi juda kam darajada kuzatildi. Bu esa kompleks hosil qiluvchi reagentlarning selektiv xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Ammoniy-xloridli eritmalarda esa rangli metallarning eritmaga o‘tish darajasi o‘rtacha qiymatlarni tashkil etdi, biroq temirning asosiy qismi qattiq qoldiq tarkibida saqlanib qoldi.

Turli erituvchilarning samaradorligini solishtirish maqsadida metallarning ajralish darajasi diagramma ko‘rinishida ifodalandi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.

Tahlillar natijasida qo‘rg‘oshin va kalsiy birikmalarining asosiy qismi qattiq qoldiq tarkibida qolishi aniqlandi. Bunga sulfat kislotali muhitda ushbu metall gidroksidlarining yuzasida passiv qatlam hosil bo‘lishi sabab bo‘ladi. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, pH>1,5 sharoitida temirning katta qismi qattiq fazada saqlanib qoladi. Xrom esa tajriba sharoitlariga bog‘liq ravishda eritma va qoldiq mahsulot o‘rtasida deyarli teng taqsimlanishi kuzatildi.

**XULOSA.**

Mazkur tadqiqotda elektrokimyoviy ishlab chiqarish chiqindilaridan hosil bo‘ladigan shlamlarning kimyoviy va granulometrik tarkibi o‘rganildi hamda


ISSN 3030-3907

ulardan rangli metallarni gidrometallurgik usullar asosida ajratib olish imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, shlam tarkibida nikel, mis, rux va xrom kabi qimmatli komponentlar sezilarli miqdorda mavjud bo‘lib, ularni qayta ishlash texnologik va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Fraksion tahlil natijalariga ko‘ra, metall komponentlarning asosiy qismi yirik fraksiyalarda to‘planganligi aniqlandi.

Tajriba sinovlari davomida sulfat kislotasi, Trilon B hamda ammiak-xloridli erituvchilarning metallarni eritmaga o‘tkazish samaradorligi baholandi. Sulfat kislotali muhit rangli metallarning yuqori darajada eritmaga o‘tishini ta’minlagan bo‘lsa-da, temir va xromning ham qisman eritilishi kuzatildi. Trilon B asosidagi eritmalar esa selektiv eritish xususiyati bilan ajralib turdi va xromning eritmaga o‘tishini kamaytirdi. Olingan natijalar elektrokimyoviy shlamlarni ekologik xavfsiz qayta ishlash, ikkilamchi xomashyodan oqilona foydalanish hamda rangli metallarning qayta tiklanish samaradorligini oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdurahmonov, A. A., & Rahimov, Sh. Sh. (2018). Rangli metallurgiya asoslari. Toshkent: O‘qituvchi.
2. Crundwell, F. K., Moats, M. S., Ramachandran, V., Robinson, T. G., & Davenport, W. G. (2011). Extractive metallurgy of nickel, cobalt and platinum group metals. Elsevier.
3. Habashi, F. (1997). Handbook of extractive metallurgy (Vol. 2). Wiley-VCH.
4. Ismoilov, X. T., & Qodirov, O. K. (2020). Elektrokimyoviy chiqindilarni qayta ishlash texnologiyasi. Kimyo va kimyoviy texnologiya, 4(2), 45–52.
5. Nabiev, X. N. (2020). Metallurgik jarayonlarda issiqlik va massa almashinuv. Toshkent: Tafakkur.
6. Qodirov, O. K., & Yusupov, B. T. (2019). Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi. Toshkent: Fan.
7. Rahmonov, S. M. (2022). Avtogen eritish pechlari va Ausmelt texnologiyasi. Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti.
8. Reddy, R. G., & Prabhakar, S. (2015). Hydrometallurgical processing of industrial sludge for non-ferrous metal recovery. Journal of Environmental Chemical Engineering, 3(4), 2765–2772.
9. Rivera, I., Flores, M., & Patiño, F. (2018). Selective leaching of heavy metals from electroplating sludge. Hydrometallurgy, 181, 210–217.
10. Tursunov, B. R., & Karimov, A. M. (2021). Galvanik chiqindilarni gidrometallurgik qayta ishlash usullari. O‘zbekiston konchilik xabarnomasi, 3(1), 66–73.


ISSN 3030-3907

11. Wang, J., & Chen, C. (2009). Biosorbents for heavy metals removal and their future. Biotechnology Advances, 27(2), 195–226.
12. Yazawa, A. (1990). Flash smelting and bath smelting processes. Elsevier.
13. Yusupov, B. T., & Erkaev, A. E. (2021). Rangli metallarning selektiv eritilish qonuniyatlari. Metallurgiya axborotnomasi, 5(3), 28–35.
14. Ziyodullayev, S. A., & Po‘latov, N. Q. (2022). Sulfat kislotali eritmalarda metall ionlarining ajralish samaradorligi. Kimyo sanoati muammolari, 2(4), 74–81.
15. Zhou, L., Li, Y., & Liu, H. (2017). Recovery of valuable metals from electroplating sludge by hydrometallurgical methods. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 27(9), 1964–1972.


ISSN 3030-3907

# HAVO KOMPRESSORLARI TURLARINING TAHLILI VA ULARNI ZAMONAVIY KISLOROD KONSENTRATORLARI UCHUN TANLASH.

**Rustamov Jobirxon Rustam o‘g‘li**
*Namangan Davlat Texnika Universiteti 2-bosqich magistranti*
**Boyturayev Sarvar Abdufozilovich**
*Namangan Davlat Texnika Universiteti 2-bosqich DSc Doktoranti*
**Kamalov Akmalxon Voxid o‘g‘li**
*Namangan Davlat Texnika Universiteti asistenti*
*E-mail: Rj5555@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada havo kompressorlarinng porshenli, rotorli, markazdan qochma va o‘qli turlari ishchi bosimi, moysiz ishlash imkoniyati, hajmi, shovqin darajasi va tebranishi energiya samaradorligi hamda narx jihatidan bugungi kunda tibbiyot sohasida qo‘llab kelinayotgan zamonaviy portativ kislorod konsentratorlari uchun muvofiq ekanligi yoritilgan.

**Kalit so‘zlar:** havo kmpressorlari, rotorli, porshenli, markazdan qochma, o‘qli, kislorod konsentratori, tibbiyot, texnologiya, bosim, hajm,shovqin tebranish, narx.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается пригодность поршневых, роторных, центробежных и осевых типов воздушных компрессоров для современных портативных кислородных концентраторов, используемых в медицинской сфере, с точки зрения рабочего давления, безмасляной работы, размеров, уровня шума, вибрации, энергоэффективности и цены.

**Ключевые слова:** воздушные компрессоры, роторные, поршневые, центробежные, осевые, кислородные концентраторы, медицина, технология, давление, объем, шум, вибрация, цена.

**Annotation.** This article discusses the suitability of piston, rotary, centrifugal, and axial types of air compressors for modern portable oxygen concentrators used in the medical field today in terms of working pressure, oil-free operation, size, noise level, vibration, energy efficiency, and price.

**Keywords**: air compressors, rotary, piston, centrifugal, axial, oxygen concentrator, medicine, technology, pressure, volume, noise, vibration, price.

## KIRISH.

So‘nggi yillarda butun dunyoni qamrab olgan COVID-19 pandemiyasi davrida kislorod yetkazib beruvchi qurilmalar – xususan, kislorod konsentratorlarining amaliy ahamiyati va klinik muhimligi yana bir bor yaqqol namoyon bo‘ldi. Nafas yetishmovchiligi holatlarida bemorlarga doimiy va barqaror kislorod oqimini ta’minlash zarurati pandemiyadan keyingi davrda ham dolzarb bo‘lib qolmoqda. Kislorod konsentratorlari atmosferadagi havodan azotni


ISSN 3030-3907

ajratish orqali yuqori konsentratsiyadagi kislorodni hosil qiluvchi tibbiy qurilmalar bo‘lib, ular kislorod balonlariga nisbatan xavfsizroq, ixchamroq va iqtisodiy jihatdan tejamkorroq hisoblanadi. Bunday qurilmalar, ayniqsa, shifoxonalarda, reanimatsiya bo‘limlarida hamda uy sharoitida uzoq muddatli oksigenoterapiyani ta’minlashda muhim vosita hisoblanadi. Shunga qaramay, amalda mavjud bo‘lgan kislorod konsentratorlarining aksariyati xorijiy ishlab chiqaruvchilarga tegishli bo‘lib, ularning yuqori narxi, cheklangan xizmat muddati, texnik xizmat ko‘rsatishdagi murakkabliklar, elektr energiyasiga to‘liq bog‘liqlik kabi bir qator kamchiliklari mavjud. Ayniqsa, qishloq joylarida yoki portativ holatda qo‘llash zarur bo‘lgan hollarda bu qurilmalarning imkoniyatlari cheklangan bo‘lib qolmoqda. Bu esa nafaqat iqtisodiy, balki amaliy jihatdan ham qator muammolarni yuzaga keltiradi. Shuning uchun ushbu tadqiqotda bu qurilmalarni energiya tejamkor, shovqinsiz va portativ ishlash prinspiga ega bo‘lishi uchun havo kompressorlarining ahamiyati o‘rganildi.

**METODOLOGIYA.** Ushbu tadqiqotda zamonaviy tibbiy kislorod konsentratorlarining texnik talablaridan kelib chiqib havo kompressorlarining 4 xil turi umumiy jihatari tahlil qilindi. Tahlil davomida havo kompressorlar tularinig ishlab chiqaruvchi korxonalar tomonidan tasdiqlangan texnik parametrlar asosida qiyoslash ishlari olib borildi. Tadqiqot o‘tkazish uchun havo kompressorlarining porshenli, rotorli, markazdan qochma kuchda ishlovchi hamda o‘qli turlari tanlab olindi. Bunda havo kompressorlarining ishchi bosimi, moysiz ishlash imkoniyati, o‘lchami va vazni, shovqin darajasi, energiya istemoli, ishlash kuchlanishi hamda bozor narxlari bo‘yicha qiyoslash ishlari olib borildi. Har bir havo kompressorlari uchun olingan ma’lumotlar ko‘p mezonli qaror qabul qilish usuli yordamida qayta ishlandi va zamonaviy portativ kislorod konsentratori uchun eng maqbul konfiguratsiya aniqlandi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.** Havo kompressori havoni muayyan bosimgacha siqib beruvchi mexanik qurilma bo‘lib, u tibbiyotda kislorod konsentratorlarining asosiy funktsional qismi hisoblanadi. Kompressor orqali olingan siqilgan havo sorbent qatlamlariga yo‘naltirilib, u yerdan kislorod ajratib olinadi. Uning ishlash sifati butun tizim samaradorligiga ta’sir qiladi [1]. Havo kompressorlarini ishalash usuliga ko‘ra bir necha turlari mavjud bo‘lib ular asosan qo‘llanilish sohalari va talab qilinadigan bosimga bog‘liq ravishda tanlab olinadi va jarayonga tadbiq etiladi.

Porshenli mashinalarda gazlami siqish hajmining kamayishi hisobiga amalga oshadi. Bunda porshenning ilgarilama-qaytma harakati tufayli gazning bosimi oshiriladi. Rotorli mashinalarda gazlami siqish ekssentrik joylashgan rotorning aylanishi tufayli hajmning kamayishi oqibatida hosil bo‘ladi. Markazdan qochma mashinalarda ishchi g‘ildirakning aylanishida hosil


ISSN 3030-3907

bo‘ladigan inersiya kuchlari yordamida gaz siqiladi. O‘qli mashinalarda ishchi g‘ildirak va yo‘naltiruvchi qurilma uzunligi bo‘ylab gaz harakatlanganda uning siqilishi sodir bo‘ladi. [2]. Porshenli kompressor — bu havoni yoki boshqa gazlarni mexanik usulda siqib, uning bosimini oshiruvchi qurilmadir. U hajmiy kompressorlar turkumiga kiradi, ya’ni bosim gazning hajmini kamaytirish hisobiga hosil qilinadi. Portativ kislorod konsentratorlarida aynan porshenli kompressorlar "havo nasosi" vazifasini bajarib, PSA tizimining ishlashi uchun zarur bo‘lgan energiyani yetkazib beradi [3, 4]. Qurilma quyidagi komponentlardan tashkil topgan bo‘lib har bir detalning o‘ziga xoz vazifasi mavjud.

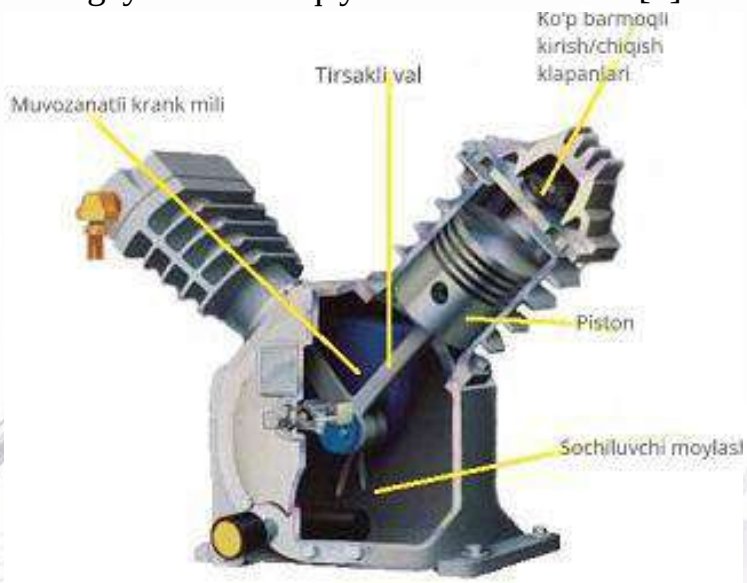
Silindr – havoni siqish jarayoni sodir bo‘ladigan bo‘shliq.

Porshen – silindr ichida yuqoriga va pastga harakatlanuvchi detal.

Tirsakli val – dvigatelning aylanma harakatini porshenning yuqoriga-pastga harakatiga aylantirib berish vazifaini bajaradi.

Klapanlar – gazning harakat yo‘nalishini boshqaruvchu bir tonomlama chiqish darvozalari.

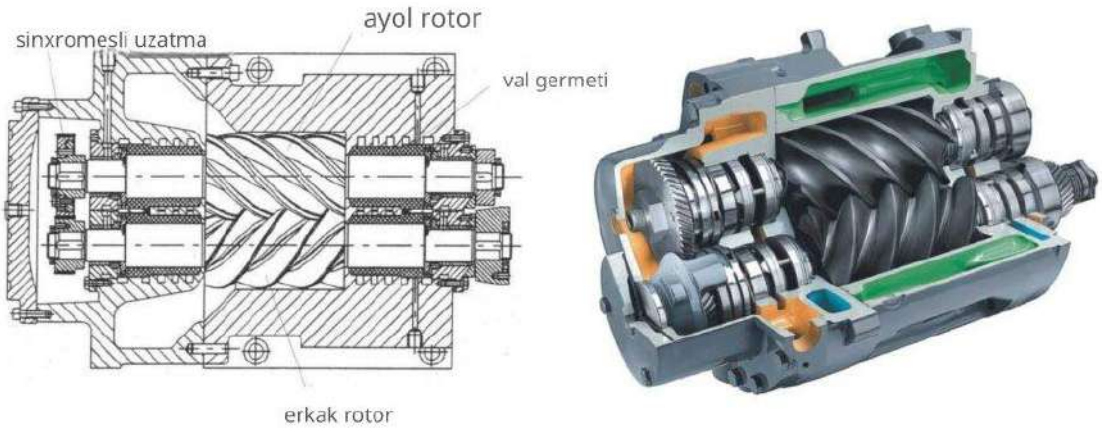
Porshenli ishlash prinspi asosyi to‘rt bosqichdan iborat siklga asoslangan. Porshen pastga harakatlanganda , silindr ichidagi bosim atmosfera bosimidan past bo‘ladi natijada kirish klapani ochiladi va havo ichkariga kiradi. So‘ng porshen yuqoriga harakatlanganda klapanlar yopiladi va havo kichikroq havmdagi bo‘sgliqqa siqiladi va buning natijasida havoning bosimi va harorati ortadi [5]. Bosim belgilangan darajaga yetganda (masalan, 2 bar) chiqish klapani ochiladi va siqilgan havo adsorbsiya ustunlariga haydaladi. Porshen o‘zining eng yuqori nuqtasiga yetib qayta pastga harakatlana boshlaganda, silindr ichida qolgan oz miqdordagi havo kengayadi va sikl qaytadan takrorlanadi [6].




**1-rasm. Porshenli havo kompressorini tuzilishi.**


ISSN 3030-3907

Rotorli kompressorlar havoni siqish jarayoni aylanuvchi ishchi organlar (rotorlar) yordamida amalga oshiriladigan hajmiy kompressorlar turidir. Porshenli kompressorlardan farqli o‘laroq, bu yerda ilgarilanma-qaytma harakat yo‘qligi sababli tebranish darajasi ancha past va havo uzatish oqimi pulsatsiyasiz (bir tekis) bo‘ladi [7, 8]. Bu turdagi havo kompressorini eng keng tarqalgan turi vintli kompressorlardir. Ularning ishlashi ikki dona o‘zaro tishlashgan vintrsimon rotorlarning qarama-qarshi aylanishiga asoslangan. Bu turdagi havo kompressorlarini ishlash mexanizmi quyidagicha ifodalanadi. Rotorlar aylanganda ular orasidagi bo‘shliq kengayadi va havo so‘rib olinadi, so‘ng rotorlar aylanishda davom etib, tishlashish nuqtasi tomon harakatlanadi. Bu jarayonda havo hajmi kamayib boradi va bosim ortadi, siqilgan havo rotorlarning oxirgi qismidagi chiqish darchasidan tizimga haydaladi [9].

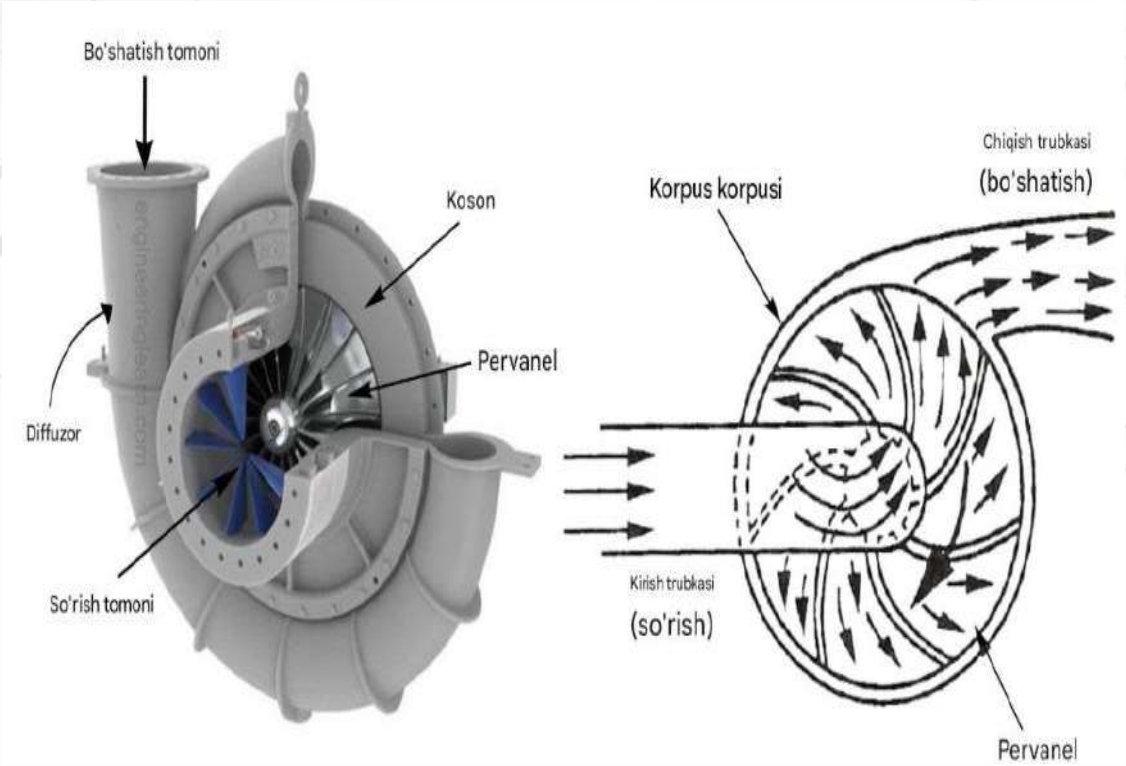



2-rasm. Rotorli havo kompressorini ko‘ndalang kesimda ko‘rinishi.

Markazdan qochma kompressorlar gazga kinetik energiya berish va uni bosim energiyasiga aylantirish hisobiga ishlovchi dinamik qurilmalardir. Porshenli va rotorli kompressorlardan farqli o‘laroq, bu yerda havo hajmi mexanik ravishda qisqartirilmaydi, balki yuqori tezlikda aylanuvchi ishchi g‘ildirak yordamida tezlashtiriladi [10]. Markazdan qochma kompressorning ishlash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat. Havo markaziy qismdan (val o‘qi bo‘ylab) kiradi va yuqori tezlikda aylanayotgan ishchi g‘ildirak kuraklari orasiga tushadi. Markazdan qochma kuch ta'sirida havo chetga otiladi va uning kinetik energiyasi (tezligi) keskin ortadi. Tezlashgan havo diffuzor deb ataladigan kengayuvchi kanalga o‘tadi. Bu yerda havo tezligi pasayadi va Bernulli qonuniyatiga ko‘ra, kinetik energiya potensial energiyaga, ya’ni yuqori bosimga aylanadi [11, 12]. Bu turdagi havo kompressorlari unumdorlik jihatida juda samarali va havoni uzuluksiz ravishda haydashga moslashgan. Konstruktiv jihatdan ishchi kamera va moylash tizimi to‘liq ajratilganligi sababli chiqish qizmidagi havo 100% moysiz holatda bo‘ladi [13]. Bundan tashqari ishchi qismlar


ISSN 3030-3907

orasida ishqalanish kuchi kam bo‘lganligi sababli mexanik yemirilish darajasi past bo‘ladi.




**3-rasm. Markazdan qochma kuchda ishlovchi havo kompressori tuzilishi.**

O‘qli kompressorlar gaz oqimi qurilmaning aylanish o‘qi bo‘ylab parallel harakatlanadigan dinamik kompressor turidir. Ushbu turdagi qurilmalar juda katta hajmdagi havo oqimini doimiy va yuqori samaradorlik bilan ta’minlash uchun mo‘ljallangan. Ularning asosiy o‘ziga xosligi shundaki, havo yo‘nalishi o‘zgarmasdan, to‘g‘ri chiziqli harakat davomida siqiladi [14].

O‘qli kompressorning ishchi qismi navbatma-navbat joylashgan aylanuvchi (rotor) va qo‘zg‘almas (stator) kuraklar qatoridan iborat. Aylanayotgan rotor kuraklari havo oqimiga kinetik energiya beradi va uni keyingi bosqichga haydaydi. Qo‘zg‘almas stator kuraklari havoning aylanish harakatini to‘g‘rilaydi va kengayuvchi kanal hosil qilib, kinetik energiyani bosimga aylantiradi [15, 16]. Bu turdagi havo kompressorlar katta miqyosdagi havo siqish jarayonlarida o‘qli kompressorlar barcha turdagi kompressorlar orasida eng yuqori samaradorlikka ega. Havo oqimi uzluksiz va tekis bo‘lganligi sababli, tizimda pulsatsiyalar deyarli kuzatilmaydi. Bir nechta rotor-stator juftliklarini ketma-ket joylashtirish orqali juda yuqori bosim darajalariga erishish mumkin [17].

**NATIJALAR.** Tadqiqod davomida olingan natijalari, kislorod konsentratorini loyihalashda qo‘llash uchun tanlab olingan havo kompressorlarining o‘lchami, shovqin darajasi, energiya sarfi va eng muhimi — kislorod tozaligiga bevosita ta’siri tahlil qilndi. Quyidagi jadvalda ko‘rib


ISSN 3030-3907

chiqilgan kompressor turlarining portativ kislorod konsentratori talablariga muvofiqligi tahlil qilingan [18, 19]

**1-jadval.**

**Kompressor turlarining qiyosiy tavsifi.**

| **Texnik ko‘rsatkichlar** | **Porshenli** | **Rotorli (Vintli)** | **Markazdan qochma** | **O‘qli (Aksial)** |
|---|---|---|---|---|
| **Havo bosimi (1.5-2.5 bar)** | Yuqori (Mos) | O‘rtacha | Past (Kichik hajmda) | Juda past |
| **Moysiz ishlash imkoniyati** | Mavjud (Oson) | Murakkab | Mavjud | Mavjud |
| **O‘lcham va vazn** | Ixcham | O‘rtacha | Katta | Juda katta |
| **Shovqin va tebranish** | Yuqori | Past | Juda past | O‘rtacha |
| **Energiya samaradorligi** | Yuqori (Kichik hajmda) | Yuqori | O‘rtacha | Past (Kichik hajmda) |
| **Narxi** | Arzon | Qimmat | Juda qimmat | Juda qimmat |

**MUHOKAMA.** Poshenli havo kompressorlari yuqori bosim bera olish xususiyatiga ega bo‘lib, ular asosan kompressorning hajmiga bog‘liq ravishda ortib boradi, bundan tashqari zamonaviy havo kompressorlari uchun ham mos keladigan moysiz ishlash imkoniyati ham mavjud. Hajmiy jihatdan portativ qurilmalar uchun ham kerakli darajada ixcham turlari mos keladi, biroq shunga qaramay shovqin darajasi yuqori, energiya samaradorligi yuqori va tan narxi boshqa turdagilardan ancha arzon.

Rotorli kompressorlarning afzalligi shudanki, harakatlanuvchi qismlarning muvozanatlanganligi sababli, porshenli turlarga qarahganda shovqin sezilarli darajada kam. Bundan tashqari ular uzoq vaqt ishlaganda ham qizib ketmasdan ishlashga moslashgan va yuqori aylanishlar sonida kichik o‘lcham bilan kata hajmdagi havo oqimini ta’minlay oladi [20]. Rotorli havo kompressori havo bosimi porshenliga qaraganda biroz pasroq hisoblanadi, asosan moy bilan ishlaydi tibbiy qurlmalar uchun asosan moysiz bo‘lishi kerak chunki havo bilan moyning aralashishi natijasida chiqishda moyli havo bemorga uzatilish xavfini oshiradi. Hajm jihatidan bu turdagi havo kompressorlari ham kichik turlari mavjud, bu turning asosiy afzalligi shovqin darajasining va tebranishning kamligidir, energiya samaradorli juda yuqori narx jihatidan qimmatroq hisoblanadi.


ISSN 3030-3907

Markazdan qochma kompressorlar o‘zlarining katta o‘lchamlari va yuqori aylanish tezligi 10,000-100,000 ayl/min gacha bo‘lganligi tufayli asosan yirik kislorod zavodlarida yoki shifoxonalarning markazlashgan havo haydash tizimlarida ishlatiladi. Portativ qurilmalarda ularni qo‘llash murakkab, biroq oxirgi yillarda mikro-sentrifugall texnologiyalar ustida izlanishlar olib borilmoqda [21, 22]. Bu turdagi havo kompressorlari bosimi yuqori bo‘lishi uchun katta hajmda bo‘lishi talab qilnadi, portativ qurilmalar uchun pastlik qiladi, moysiz ishlash imkoniyati mavjud, hajmi jihatidan katta, shovqi darajasi juda past, energiya samaradorligi qoniqarli, narx jihatidan qimmat.

O‘qli kompressorlar o‘zining murakkab konstruksiyasi va o‘ta yuqori aylanish tezligini talab qilishi tufayli kichik hajmli portativ kislorod konsentratorlarida deyarli qo‘llanilmaydi. Ular asosan aviatsiya dvigatellarida, gaz turbinalarida va yirik sanoat havo ajratish zavodlarida ishlatiladi. Bu turagi havo kompressorlari havo posimi kichik hajmlarda juda past, moysiz ishlash imkoniyati mavjud, hajm juhatidan juda katta, shovqin va tebranish darajasi o‘rtacha, enegiya samaradorligi kichik hamlarda past, narxi juda qimmat turadi.

**XULOSA.** Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, portativ kislorod konsentratorlari uchun porshenli (moysiz) kompressorlar quyidagi sabablarga ko‘ra eng maqbul yechim hisoblanadi. PSA (bosimli adsorbsiya) jarayoni uchun kamida 1,5-2,0 bar bosim talab qilinadi. Porshenli kompressorlar kichik hajmlarda ham ushbu bosimni barqaror ushlab tura oladi. Zeolit adsorbentini himoya qilish uchun havo 100% moysiz bo‘lishi shart. Porshenli kompressorlarda teflon (PTFE) halqalarni qo‘llash orqali buni amalga oshirish texnik jihatdan eng sodda va samarali usuldir. Dinamik (markazdan qochma va o‘qli) kompressorlar samarali ishlashi uchun juda yuqori aylanish tezligini (50,000< ayl/min) talab qiladi, bu esa portativ akkumulyatorlar uchun og‘irlik qiladi. Porshenli modellar esa pastroq tezlikda ham yuqori foydali ish koeffitsiyenti (FIK) bilan ishlaydi. Porshenli kompressorlarning tuzilishi sodda bo‘lib, ularni ta’mirlash va portativ korpus ichiga ergonomik joylashtirish qulayligi sababli yan bir bor ularning afzalligni ko‘rsatadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Georgia Hardavella, Ioannis Karampinis, Armin Frille, Katherina Sreter, Ilona Rousalova. Oxygen devices and delivery systems. - National library of medicine 2019.
2. N.R. Yusupbekov, U.S. Nurmuhamcdov, S.G. Zokirov. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. - T.:«Fan va texnologiya», 2015, 848 bet.
3. Bloch, H. P. "Compressors and Modern Process Applications". John Wiley & Sons. 2006. 12–18-betlar.


ISSN 3030-3907

4. Brown, R. N. "Compressors: Selection and Sizing". Gulf Professional Publishing. 2005. 85–90-betlar.
5. Hanlon, P. C. "Compressor Handbook". McGraw-Hill Education. 2001. 5–12-betlar.
6. Ganesan, V. "Internal Combustion Engines". Tata McGraw-Hill. 2012. 535–542-betlar.
7. Bloch, H. P. "Compressors and Modern Process Applications". John Wiley & Sons. 2006. 145–152-betlar.
8. Brown, R. N. "Compressors: Selection and Sizing". Gulf Professional Publishing. 2005. 210–215-betlar.
9. Stosic, N., Smith, I. K., & Kovacevic, A. "Screw Compressors: Mathematical Modeling and Performance Calculation". Springer Science & Business Media. 2005. 34–42-betlar..
10. Lüdtke, K. "Process Centrifugal Compressors: Basics, Function, Operation, Design, Application". Springer Nature. 2020. 45–52-betlar.
11. Boyce, M. P. "Centrifugal Compressors: A Strategy for Aerodynamic Design and Analysis". Elsevier Science. 2021. 112–118-betlar.
12. Aungier, R. H. "Centrifugal Compressors: A Strategy for Aerodynamic Design and Analysis". ASME Press. 2022. 88–94-betlar.
13. Gresh, M. T. "Compressor Performance: Aerodynamics for the User". Butterworth-Heinemann. 2018. 156–162-betlar.
14. Schobeiri, M. T. "Turbomachinery Flow Physics and Dynamic Performance". Springer Nature. 2020. 215–222-betlar.
15. Saravanamuttoo, H. I. H., et al. "Gas Turbine Theory". Pearson Education. 2017. 148–155-betlar.
16. Aungier, R. H. "Axial-Flow Compressors: A Strategy for Aerodynamic Design and Analysis". ASME Press. 2021. 102–110-betlar.
17. Gresh, M. T. "Compressor Performance: Aerodynamics for the User". Butterworth-Heinemann. 2018. 188–194-betlar.
18. Gresh, M. T. "Compressor Performance: Aerodynamics for the User". Butterworth-Heinemann. 2018. 142–148-betlar.
19. Brown, R. N. "Compressors: Selection and Sizing". Gulf Professional Publishing. 2024. 88–95-betlar..
20. Hanlon, P. C. "Compressor Handbook". McGraw-Hill Education. 2001. 4.10–4.18-betlar..
21. Brown, R. N. "Compressors: Selection and Sizing". Gulf Professional Publishing. 2024. 310–316-betlar..


ISSN 3030-3907

22. Zhu, X., et al. "Numerical investigation of a high-speed centrifugal compressor for fuel cell and medical applications". Journal of Thermal Science. 2023. 1245–1252-betlar..


ISSN 3030-3907

# TI(IV) IONLARINI TRIFENILMETANLI REAGENTLAR YORDAMIDA SORBSION SPEKTROFOTOMETRIK ANIQLASH USULLARI

**G.O Nematullayeva**
***O‘zbekiston Milliy Universiteti***
**Z.A Smanova**
***O‘zbekiston Milliy Universiteti***
**Azimova D.A.**
***O‘zbekiston Milliy Universiteti***
**Gafurov A.A.**
***O‘zbekiston Milliy Universiteti***
**S.E. Abdullayeva**
***Toshkent Kimyo Xalqaro universiteti***
**Usmanova H.U.**
***Jamoar xafsizligi universiteti***
**Atamuratova M.Sh.**
***Toshkent kimyo-texnologiya instituti***
**Shahidova D.N.**
***O‘zbekiston Milliy Universiteti***
***E-mail: gulinematullayeva0802@gmail.com***
***Tel:+998-97-432-27-02***

**Abstract.** This article investigates sorption–spectrophotometric methods for the determination of Ti(IV) ions using triphenylmethane reagents. Xylenol orange was employed as an immobilized organic reagent, on the basis of which a relatively inexpensive and selective method for the immobilization of Ti(IV) ions was developed. A hybrid sorption–spectrophotometric approach was applied, and the optimal conditions for complex formation were studied. The immobilization process was carried out using PPD polymer fiber.

**Keywords:** titanium, xylenol orange, PPD fiber, spectrophotometry, immobilization, sorption.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены методы сорбционно-спектрофотометрического определения ионов Ti(IV) с использованием трифенилметановых реагентов. В качестве иммобилизованного органического реагента применён ксиленоловый оранжевый, на основе которого разработан сравнительно недорогой и селективный способ иммобилизации ионов Ti(IV). В работе использован гибридный сорбционно-спектрофотометрический метод, а также изучены оптимальные условия комплексообразования. Процесс иммобилизации осуществлялся с использованием полимерного волокна ППД.

**Ключевые слова:** титан, ксиленоловый оранжевый, ППД волокно, спектрофотометрия, иммобилизация, сорбция.

**Annotatsiya.** Mazkur maqola immobillangan organik reagent ksilenol zarg‘aldog‘i yordamida Ti(IV) ionlarini immobilizatsiya qilishning nisbatan arzon va selektiv usulini ishlab chiqishdan iborat. Maqolada gibrid sorbsion-spektrofotometrik usul qo‘llanilgan va kompleks hosil bo‘lishi uchun optimal sharoitlar o‘rganilgan. Immobillash jarayoni PPD polimer tolasi orqali amalga oshirilgan.

**Kalit so‘zlar:** titan, ksilenol zarg‘aldog‘i, PPD tola, spektrofotometriya, immobilizatsiya, sorbsiya.

**KIRISH.**

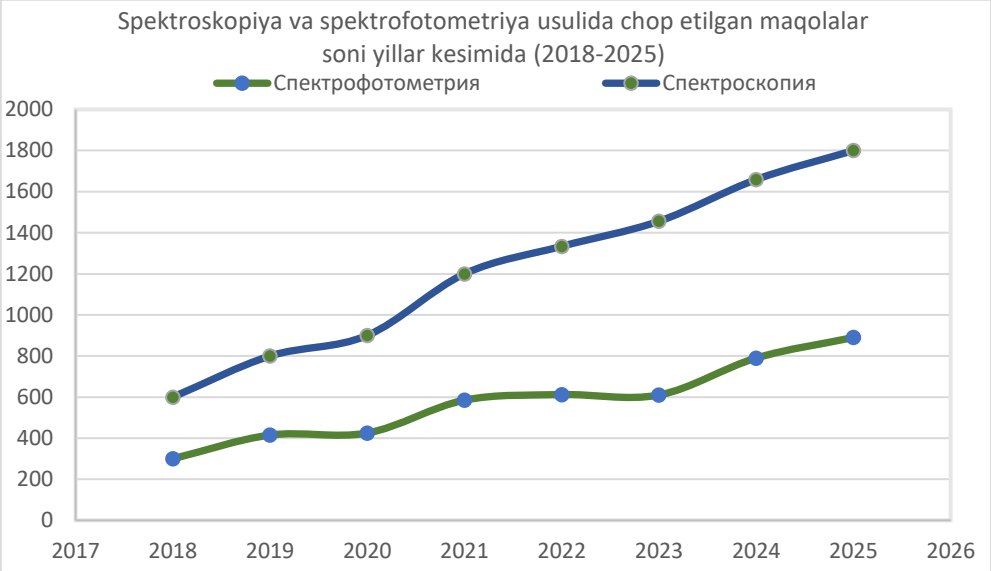
Kimyo sanoatini rivojlantirishda atrof-muhit ob’yektlari tarkibidagi titan(IV) ionlarini aniqlashning “gibrid” uslublarini yaratishga alohida etibor qaratilmoqda. Olib borilayotgan dasturiy chora-tadbirlar asosida mazkur yo‘nalishda yutuqlarga erishilgan, ayniqsa, tuproqlar, oqava suvlar, rudalar tarkibida titan(IV) ionlarining sifat va miqdoriy tahlil qilish bo‘yicha keng qamrovli ishlar olib borilmoqda. Respublikamizda kimyo sanoati, xalq xo‘jaligida titan kabi metallarning keng ishlatilishi sababli, ularni aniqlash uchun zamonaviy, yanada ishonchli, tezkor va arzon usullarini ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

**TADQIQOTNING MAQSADI.** ksilenol zarg`aldog`i asosida titan(IV) ionini Immobillizatsiya qilishning nisbatan arzon va selektiv usulini ishlab chiqish, PPD polimer tolasi yordamida sorbtsion-spektrofotometrik yondashuvni qo`llash va kompleks hosil bo`lishi uchun optimal sharoitlarini aniqlash.

**MATERIAL VA USULLAR.** Dunyoda Titan(IV) ionlarini aniqlash uchun ko‘pgina optik, elektrokimyoviy va boshqa usullari ishlab chiqilgan. Titan (IV) ionlarini aniqlash zamonaviy analitik kimyoning muhim yo`nalishlaridan biri hisoblanadi. Chunki Titan (IV) ko`plab sanoat jarayonlarida, shu jumladan pigmentlar, katalizatorlar va qotishmalarda keng qo`llaniladi. Shu sababli, uni tezkor, sezgir va ishonchli usullar bilan aniqlash dolzarb masalalardan biridir. Metallarni aniqlashda qo‘llanilayotgan sorbsion-spektrometrik aniqlash bo‘yicha 2020-2025- yillarda ilmiy jurnallarda chop etilgan maqolalar soni yildan yilga ortgani esa ushbu mavzuga qiziqishlarni ortganligi va dolzarbligi ko‘rsatadi.

Ushbu 1- diagrammada mavzuga oid maqolalarning o‘sish sur’ati keltirilgan.


ISSN 3030-3907




Ko‘pgina olimlar bu muammoni hal etishda immobillangan organik reagentlardan foydalanishni taklif etishgan. Immobillangan organik raegentlardan foydalanishga asoslangan qattiq fazali-spektroskopik usullar yangi yondashuvlardan biri bo‘lib, sezgirligi va ishonchliligi bilan barcha talablarga javob beradi. Atrof –muhitdagi zaharli metallar miqdorini nazorat qilish, ularning tirik organizmlarga yetkazayotgan nojo‘ya ta’sirlarini o‘rganish ekologik muammolarni erta aniqlash va ularni oldini olish imkonini beradi. “JBIC Journal of Biological Inorganic Chemistry” jurnalida qayd etilgan maqolada titan fotokatalizatorlari implant materiallari sifatida qo‘llaniladigan titan qotishmalariga qaraganda inson organizmi uchun nisbatan kamroq konserogenlik xususiyatiga ega ekanligi haqida xulosalar keltirilgan. Dambournet (1) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ($TiO_2$) shaklida kation bo`shliqlari hosil bo`lishi, ularning ion-interkalatsiya xossalari va defekt tuzilmalari o`rganilgan. Bu ish titan birikmalarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini chuqur tushunishga yordam beradi va ularni analitik maqsadlarda qo`llash imkoniyatlarini kengaytirgan. Titan(IV) ionini aniqlash uchun innovatsion yondashuvni taklif etgan olimlarning (2) fikricha, PVX matritsaga kiritilgan ANPDP va NaTPB asosida optic membrana yaratib, PH=8,25 da rangning to`q sariqdan binafsha ranggacha o`zgarishini kuzatishgan. Bu usul Titan(IV)ni spektrofotometrik aniqlashda ishonchli vosita sifatida tavsiya etigan. Srilalitha va uning hamkorlari (3) esa ekstraksiyasiz tezkor spektrofotometrik usulni taklif qilishgan. Ularning tadqiqotida N”- (2-gidroksibenziliden)-3-oksobutangidrazidni reagent sifatida qo‘llanilib, Titan(IV) ionini mikro miqdorini aniqlash imkoniga ega bo`lgan. Optimal sharoitlarida yutulish qiymati 1,757 dan 17,57 mkg/ml gacha bo`lgan konsentratsiya oralig`ida chiziqli ravishda ortishini aniqlangan. Bundan tashqari, Hines va Boltz (4) Ti(IV) ionini askorbin kislotasi yordamida aniqlash usulini taklif etishgan. pH=3,5-6 oralig`ida sariq kompleks hosil bo`lishini kuzatilgan. Bu usulda ham Ti(IV) ionini


ISSN 3030-3907

aniqlashda qo`llanilishi mumkin. Otomo (5) tomonidan Ti(IV) ionini vodorod peroksid va ksilenol apelsin yordamida aniqlash usulini ishlab chiqgan bo`lib, pH=2 dan past sharoitda Ti rang bermasa-da, $H_2O_2$ qo`shilganda 535nm da maksimal yutulishga ega qizil kompleks hosil bo`ladi. Bu usul Beer qonuniga mos kelib, 7-70 mkg oralig`ida chiziqli bog`lanishini ta`minlaydi. Titan(IV) kuchsiz kislotali muhitda (pH 2,4–3,8) metiltimol ko‘k (MTB), ksilenol zarg‘aldog‘i va kalsein reagentlari bilan komplekslar hosil qiladi. Bu komplekslar xlorat ionlari ishtirokida adsorbtiv-katalitik stripping voltammetriya (AdCtSV) usuli orqali titanni juda sezgir va tanlab aniqlash imkonini beradi. Optimal sharoitda aniqlash chegaralari: MTB uchun 1,10 nM, ksilenol zarg‘aldog‘i uchun 0,41 nM va kalsein uchun 0,12 nM(6)

Shunday qilib, Ti(IV) ionini aniqlash bo`yicha olib borilgan tadqiqotlar ko`plab yangi reagentlar va metodikalarni yaratishga olib kelingan. Bu esa analitik kimyo va ekologik monitoringda titan aniqlashning dolzarbligini va istiqbolliligini ko`rsatadi. Ushbu maqolada titan birikmasini standart eritmasi va poli-parafenilen(PPD) tolasiga immobilizatsiya qilish va uning sorbsion-spektrofotometrik tahlil qilinadi.

**TADQIQOT NATIJALARI**.

*$Ti^{4+}$ ioni uchun reagent tanlash*. Ksilenol zarg‘aldog‘i va $Ti^{4+}$ ionlari orasida kompleks hosil bo‘lishi uch xil sharoitda ko‘rib chiqildi. Ti(IV) xlorid tuzi standart eritmasidan olamiz va 3 ta probirkaga teng miqdorda 3-4 tomchidan solamiz. Birinchi probirkaga konsentrlangan xlorid kislota eritmasidan 1-2 tomchi solamiz va hosil bo‘lgan eritma pH muhitini tekshiramiz pH =1 ekanligi aniqlandi. Ikkinchi probirkaga atsetatli bufer eritmadan qo‘shamiz bunda eritma pH muhiti 5-7 oralig‘ida bo‘ladi. Uchinchi probirkaga esa ammiakli bufer eritmadan solamiz va pH muhiti 7-10 oralig‘ida bo‘ladi. Uchala probirkaga ham ksilenol zarg‘aldog‘i eritmasidan teng miqdorda qo‘shamiz va chayqatamiz. Hosil bo‘lgan o‘zgarishlarni kuzatamiz, bunda 1-probirkada och sabzirang hosil bo‘ladi. Ikkinchi probirkada rang biroz ocharganini kuzatamiz va uchinchi probirkada esa ikkita qatlam hosil bo‘ladi: siyohrang kompleks birikma hosil bo‘lgan qatlam va pushti cho‘kma tushgan qatlamni guvohi bo‘lamiz. Bundan xulosa shuki ammiakli muhitda $Ti^{4+}$ ionlari va ksilenol zarg‘aldog‘i o‘rtasida pH 7-10 oralig‘ida ammiakli bufer sharoitida kompleks berdi.

*Polimer tolali sorbent olish.* Bir qancha polimer sorbentlar sinab ko‘rildi va tanlab olingan tolasimon sorbentning statik va dinamik almashinish sig‘imlari o‘lchandi. (SAS mg-ekv/g) ulardan keyingi ishlarda qattiq tolasimon tashuvchilar sifatida foydalanildi. Xlorid kislotada aktivlangan tolasimon sorbent solinib immobillash jarayoni olib borildi. Immobillash jarayonining vaqti 5 minutdan 24 soatgacha vaqt mobaynida olib borildi. Tolaga immobillangan Ksilenol


ISSN 3030-3907

zarg‘aldog‘i eritmasi ustiga $TiCl_4$ eritmasidan 10 ml hajmda o‘lchab olindi va solindi, ushbu namuna ham 24 soat vaqt davomida quritishga qoldirildi.

Quritib olingan namunalar:

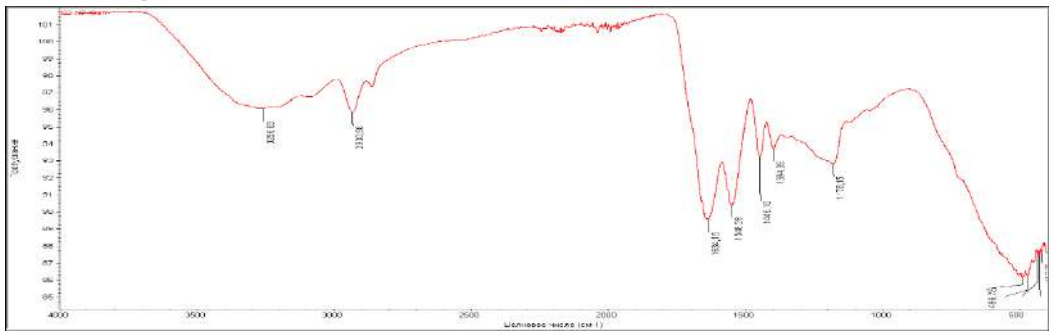
1. Xlorid kislotada aktivlangan PPD tolasi.
2. Tolaga immobillangan ksilenol zarg‘aldog‘i va Ti(IV) ioni.



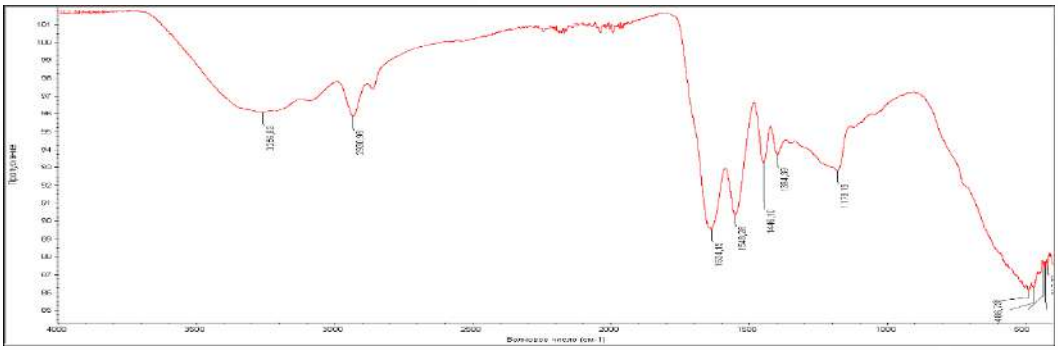
**PPD** **ImR+$Ti^{4+}$**

**1-rasm. Immobilizatsiyadan oldingi va keying rang intensivligi.**

Quyida polimer PPD tashuvchi sorbentga ksilenol zarg`aldog`I va Ti(IV) ionlari immobilizatsiya qilingan namunalar infraqizil (IQ) spektroskopiya yordamida o`rganildi.



**2-rasm. Immobillangan reagent IQ spektri.**



**3-rasm. Polimer tolaga immobillangan reagent va $Ti^{4+}$ ionining IQ spektri.**

Yuqorida IQ spektrlardan ko`rinib turibdiki, boshlang`ich sorbent IQ spektrida aromatik halqa va amid guruhlariga xos bo`lgan 1650-1550 $sm^{-1}$ oralig`idagi valent tebranish chiziqlari kuzatildi. Bu tolada mavjud bo`lgan asosiy funksional guruhlarni tasdiqlaydi. Immobillangan tola spektrda $–SO_3H$ guruhiga xos 1040-1180 $sm^{-1}$ oralig`ida yangi yutilish chiziqlari paydo bo`ldi. Bu esa tolaga reagentning muvaffaqiyatli immobilizatsiya qilinganini ko`rsatadi. $Ti^{4+}$ ioni bilan kompleks hosil bo`lgan tola qismida es 1585-1621 $sm^{-1}$ oralig`ida aromatik –


ISSN 3030-3907

C=C– bog`iga xos chiziqlar kuchaygan, shuningdek 2628 $sm^{-1}$ da –OH guruhining keng yutilish chizigi kuzatildi. Bundan tashqari, 1464-1658 $sm^{-1}$ oralig`ida S=O guruhiga xos intensiv tebranishlar paydo bo`lib, $Ti^{4+}$ ionlari va ksilenol zarg`aldog`i o`rtasida kompleks hosil bo`lganini tasdiqlaydi. Bu spektrlardan xulosa qilib aytganda, ksilenol zarg`aldog`I reagentining PPD tolaga muvaffaqiyatli immobilizatsiya qilinganini va $Ti^{4+}$ ionlari kompleks hosil bo`lganini tasdiqlaydi.

Ishlab chiqilgan usul Navoiy viloyati “Navoiy erkin iqtisodiy zonasi” atrofidagi zararlangan tuproqlar namunalari asosida ko‘rib chiqildi. Bunda tuproq namunalari tarkibidagi $Ti^{4+}$ ionlari miqdori ISP tahlil qilindi va tahlil natijalari.

**1-jadval.**

**“Navoiy erkin iqtisodiy zonasi” tuprog‘i namunasi elementar tahlili.**

| N | Element | Conc.1(mg/L) | RSD(%) | Conc.2(mg/kg) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | B | 0.1984 | 0.08 | 180.1 |
| 2 | Si | 1.981 | 2.38 | 1798 |
| 3 | P | 0.05143 | 0.39 | 466.7 |
| 4 | S | 0.0732 | 1.54 | 66.43 |
| 5 | Ti | 0.3236 | 1.23 | 293.7 |
| 6 | Ge | -0.0016 | 22.89 | -1.434 |
| 7 | Zr | 0.0050 | 3.48 | 4.530 |
| 8 | Nb | -0.0005 | 62.18 | -0.4704 |
| 9 | Mo | 0.0017 | 2.04 | 1.514 |
| 10 | W | 0.0004 | 211.09 | 0.3563 |

Ushbu natijalarga ko‘ra esa “Navoiy erkin iqtisodiy zonasi” tuprog‘idan olingan namunalar tahlilida $Ti^{4+}$ ionlari miqdori 293,7 mg/kg ya’ni 1,23% ekanligi namoyon bo‘ldi.

Immobilizatsiya qilingan organik reagent ksilenol zarg‘aldog‘i yordamida Ti(IV) ionlarini aniqlash uchun ishlab chiqilgan yangi sorbsion spektrofotometrik usul yordamida Navoiy viloyati tuproq namunalarini tahlil qilishda qo‘llanildi va immobillangan tuproq namunalarini rentgent fluoresent tahlil yordamida $Ti^{4+}$ ionlarini miqdoriy analiz qilinganda quyidagi natijaga erishildi.

**2-jadval.**

**ImR+$Ti^{4+}$ namunasining rentgent fluoresent tahlil natijalari.**

| N | Element | Mass % | Stat.xatolik | LLD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Na | 90.7 | 0.997 | 5.30 |
| 2 | Cl | 8.0 | 0.0044 | 0.0011 |
| 3 | Al | 0.522 | 0.0170 | 0.0404 |
| 4 | S | 0.306 | 0.0013 | 0.0016 |


ISSN 3030-3907

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Si | 0.212 | 0.0043 | 0.0091 |
| 6 | Fe | 0.137 | 0.0006 | 0.0002 |
| 7 | Ti | 0.0628 | 0.0012 | 0.0014 |
| 8 | Zn | 0.0069 | 0.0001 | 0.0001 |
| 9 | Ca | 0.0052 | 0.0016 | 0.0044 |
| 10 | Ni | 0.0031 | 0.0001 | 0.0001 |

Ushbu rentgent fluoresent tahlil natijalariga ko‘ra tolaga immobillangan $Ti^{4+}$ ionlarining foiz miqdori 0,0628% ni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkich yuqorida qayd etilgan foiz ko‘rsatkichlaridan tubdan farq qildi va ishlab chiqilgan usul samaradorligini ko‘rsatdi.

**XULOSA.** Atrof muhitdagi og‘ir metallar bilan ifloslanishni monitoring qilish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va aholi salomatligini muhofaza qilish biz uchun muhim vazifa bo‘lib kelmoqda. Zamonaviy analitik usullarni ishlab chiqish va joriy etish monitoring samaradorligini oshirishga, ifloslanishni kamaytirisjga va hayot sifatini yaxshilashga yordam beradi. Analitik usullarning sezgirligi va selektivligini oshirishi mumkin bo‘lgan immobilizatsiyalangan organik reagentlardan foydalanadigan optik analitik usullar bu borada istiqbolli hisoblanadi. Bu usullar yordamida metallar aniqlash chegarasini bir necha darajaga kamaytirish imkoni yaratiladi. Immobilizatsiya qilingan organik reagentlarning kimyoviy xossalari eritmadagi xossalardan farq qiladi bunday xulosa yuqoridagi tahlil natijalarida ham yaqqol namoyon bo‘lgan. Shuning uchun ham bunday usullardan foydalanish zamonaviy analitik kimyoning muhim bo‘limlaridan biri bo‘lib qolmoqda.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Dambournet D. Cationic vacancies in anatase (TiO2): synthesis, defect characterization, and ion-intercalation properties //Accounts of Chemical Research. – 2022. – T. 55. – №. 5. – C. 696-706.(4)
2. Alshehri R. F. et al. An innovative approach in titanium determination based on incorporating 2-amino-4-((4-nitrophenyl) diazenyl) pyridine-3-ol in a PVC membrane //RSC advances. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 712-724.
3. Srilalitha V. et al. A new spectrophotometric method for the determination of trace amounts of titanium (IV) //Facta universitatis-series: Physics, Chemistry and Technology. – 2010. – T. 8. – №. 1. – C. 15-24.
4. Hines E., Boltz D. F. Spectrophotometric determination of titanium with ascorbic acid //Analytical Chemistry. – 1952. – T. 24. – №. 6. – C. 947-948.
5. Otomo M. The spectrophotometric determination of titanium with hydrogen peroxide and xylenol orange //Bulletin of the Chemical Society of Japan. – 1963. – T. 36. – №. 10. – C. 1341-1346.


ISSN 3030-3907

6. Gawryś M., Golimowski J. Sensitive and very selective determination of titanium by adsorptive-catalytic stripping voltammetry with methylthymol blue, xylenol orange and calcein //Analytica chimica acta. – 2001. – Т. 427. – №. 1. – С. 55-61.
7. Matsubara C., Takamura K. Spectrophotometric determination of traces of hydrogen peroxide with the Ti (IV)-xylenol orange and the Ti (IV)-chromazurol S reagents //Microchemical Journal. – 1977. – Т. 22. – №. 4. – С. 505-513.
8. Madusmanova N. K., Smanova Z. A. Sorption-Spectroscopic determination of cadmium ions //International journal of advanced research in science, engineering and technology. – 2020. – Т. 7. – №. 1. – С. 12621-12625.
9. Smanova Z. et al. High-performance liquid chromatography method for the determination of levofloxacin in liquid pharmaceutical preparations: Implications for environmental health and earth sciences //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 633. – С. 01002.
10. Smanova Z. A. et al. SORPTION-SPECTROSCOPIC METHOD FOR DETERMINING Mn IONS IN WASTEWATER //Technical science and innovation. – 2025. – Т. 2025. – №. 1. – С. 1.
11. Smanova Z. et al. Sorption-spectrophotometric determination of bismuth ion (III) using immobilised xylenol orange on modified polyacrylonitrile //International Journal of Environmental Analytical Chemistry. – 2024. – С. 1-21.
12. Yakhshieva Z., Ahmadjonova Y., Smanova Z. HYDROCHEMICAL ANALYSIS OF WATER COMPOSITION OF AYDAR-ARNASAY LAKE SYSTEM.
13. Smanova Z. A. et al. SORPTION-SPECTROSCOPIC METHOD FOR DETERMINING Mn IONS IN WASTEWATER //Technical science and innovation. – 2025. – Т. 2025. – №. 1. – С. 1.
14. Smanova Z. A. et al. SORPTION-SPECTROSCOPIC METHOD FOR DETERMINING Mn IONS IN WASTEWATER //Technical science and innovation. – 2025. – Т. 2025. – №. 1. – С. 1.


ISSN 3030-3907

# ANALYSIS OF PRESSURE EFFECTS ON THE EVAPORATION OF TOMATO PULP.

**Narziev Mirzo Saidovich**
*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Bukhara Engineering and Technological Institute*
*Tel: (97)300 13 77*
**Ergasheva Muhabbat Komil qizi**
*Researcher, Bukhara Institute of Engineering and Technology*
*Tel: (95) 707 78 64*
*E-mail mukhabbater1@gmail.com.*
**Rustamov Elyor Samiyevich**
*PHD Senior Lecturer, , Bukhara Engineering and Technology Institute*

**Abstract.** This paper presents the results of an investigation into the dependence of the evaporation rate of tomato pulp on system pressure. Experimental findings demonstrate that intensifying heat and mass transfer processes under elevated pressure significantly reduces the duration of moisture removal. The results obtained may be used to enhance the efficiency of industrial processing lines in food production.

**Keywords:** tomato pulp, evaporation rate, system pressure, heat transfer, mass transfer, moisture removal, process intensification, food processing technology, industrial drying, energy efficiency.

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования зависимости скорости выпаривания томатной пульпы от давления в системе. Экспериментально доказано, что интенсификация процессов тепло- и массообмена при повышенном давлении существенно сокращает время влагоудаления. Предложенные данные позволяют повысить эффективность технологических линий в производстве.

**Ключевые слова:** томатная пульпа, скорость испарения, давление системы, теплообмен, массообмен, удаление влаги, интенсификация процессов, пищевая технология, промышленная сушка, энергетическая эффективность.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada pomidor pulpasining bug‘lanish tezligining tizim bosimiga bog‘liqligi bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, yuqori bosim sharoitida issiqlik va massa almashinuvi jarayonlarini jadallashtirish namlikni chiqarish vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi. Olingan natijalar oziq-ovqat ishlab chiqarishdagi texnologik liniyalarning samaradorligini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

**Kalit so‘zlar:** pomidor pulpasi, bug‘lanish tezligi, tizim bosimi, issiqlik almashinuvi, massa almashinuvi, namlikni yo‘qotish, jarayonlarni jadallashtirish, oziq-ovqat texnologiyasi, sanoat quritish jarayoni, energiya samaradorligi.

## INTRODUCTION.

Tomato pulp is an important raw material component in the production of food products such as tomato pastes, sauces, and juices. The quality of the final product is largely determined by the physicochemical properties of the pulp, among which viscosity, structure, final product color, and overall quality are of particular importance.Traditional methods of concentrating tomato pulp are based on thermal evaporation; however, these processes may lead to a deterioration of organoleptic properties, loss of biologically active compounds, and changes in the structural characteristics of the product. Evaporation represents one of the most important unit operations in tomato pulp processing, primarily used to increase soluble solids concentration while maintaining desirable physicochemical, sensory, and nutritional properties of the final product. The efficiency of this process depends on several operational parameters, among which pressure plays a critical role. While temperature is commonly regarded as the principal factor influencing evaporation, pressure directly affects vapor–liquid equilibrium, boiling point elevation, heat transfer characteristics, and mass transfer efficiency, thereby significantly determining the overall performance of the concentration process.Under conventional industrial practice, tomato pulp concentration is generally conducted under reduced pressure to lower the boiling point of water and minimize thermal degradation. Vacuum evaporation allows water removal at relatively low temperatures, which helps preserve color, aroma, viscosity, and heat-sensitive bioactive compounds. However, operation under elevated pressure conditions, such as 6 atm, produces substantially different thermodynamic behavior. According to the Clausius–Clapeyron relation, increasing system pressure raises the saturation temperature of water to approximately 160°C, requiring the tomato pulp to reach significantly higher temperatures before phase transition can occur.

Elevated-pressure evaporation offers several operational advantages. Higher processing temperatures increase the thermal gradient between the heating medium and the product, resulting in improved heat transfer coefficients and faster energy transfer rates. Additionally, operation at elevated pressure reduces foam formation and provides simultaneous microbial inactivation, contributing to improved process stability and product safety. Nevertheless, these advantages are accompanied by significant drawbacks related to product quality deterioration. High-temperature exposure accelerates non-enzymatic browning reactions, particularly the Maillard reaction, and promotes degradation of thermolabile compounds such as lycopene, which is responsible for the characteristic red color and antioxidant properties of tomato products. Furthermore, prolonged thermal


ISSN 3030-3907

treatment may induce pectin breakdown, viscosity reduction, and undesirable flavor alterations.

To overcome these limitations, advanced concentration technologies frequently incorporate the pressure drop method, also known as flash evaporation. This method involves preheating tomato pulp under elevated pressure followed by rapid depressurization into a low-pressure chamber. The sudden pressure reduction causes immediate partial vaporization of water, resulting in rapid evaporative cooling and efficient moisture removal. This approach enables partial utilization of stored thermal energy while reducing residence time at elevated temperatures, thereby minimizing thermal damage to the product.

Therefore, in recent years, alternative processing methods aimed at preserving raw material quality have been actively investigated.One promising approach is the evaporation of tomato pulp under pressure differential conditions. This method intensifies moisture removal by lowering the boiling point of the liquid under reduced pressure and also affects the microstructure of the pulp, promoting the release of cellular components, including pectic substances. The application of a pressure differential can significantly influence evaporation time and the rheological properties of the tomato system, including its viscosity and storage stability. In this regard, a comprehensive study is required to evaluate the effect of this processing method on the structural and mechanical characteristics of tomato pulp.The aim of this study is to investigate the process of tomato pulp evaporation under pressure differential conditions, to analyze the dependence of evaporation time on pressure level, and to identify the patterns that determine the efficiency of the concentration process.

Experimental data demonstrate a consistent trend of decreasing evaporation time with increasing pressure. Tomato pulp consists of plant cells filled with juice and surrounded by rigid cell walls composed of cellulose and pectin. Within the cell walls of tomatoes, pectin acts as a natural thickening agent.

Mechanism: a sudden pressure drop releases bound pectin from disrupted cells into the bulk system. As a result, pectin begins to actively bind water. The pressure differential also reduces the particle size of the solid phase (pulp fraction). Before treatment, particle sizes typically range from 500–1000 microns, whereas after treatment they decrease to less than 100 microns. Due to the pressure differential, a more uniform structure is formed, in which fine particles are evenly distributed and stabilized by a pectin network.

Pressure differential during evaporation improves texture by reducing the size of solid pulp particles and forming a stable, homogeneous structure. Elevated pressure conditions promote structural stabilization of the pulp and enable fine disintegration of fibrous components, allowing them to remain in suspension.


ISSN 3030-3907

Homogenization prevents phase separation of the juice, as smaller particles remain suspended for a longer time and do not settle as sediment.

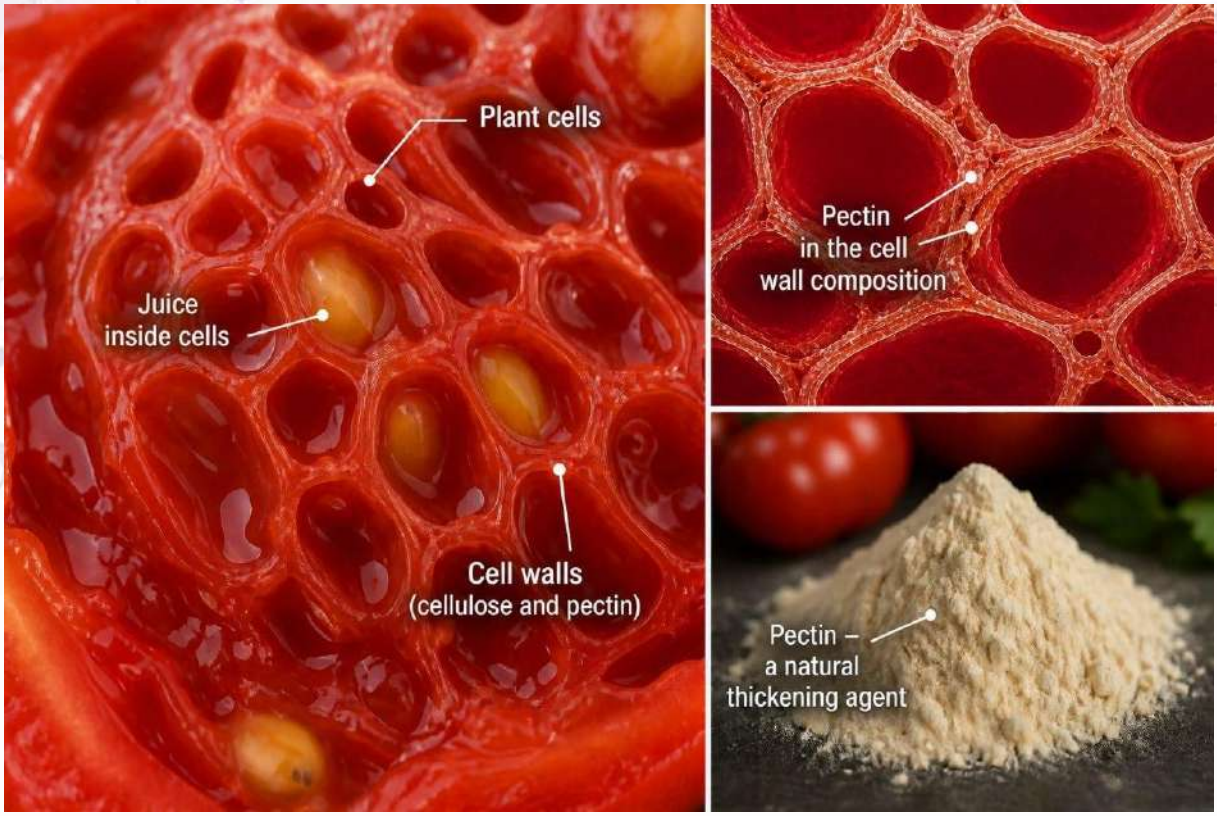



**Figure 1. Structure of the product after pressure differential treatment**

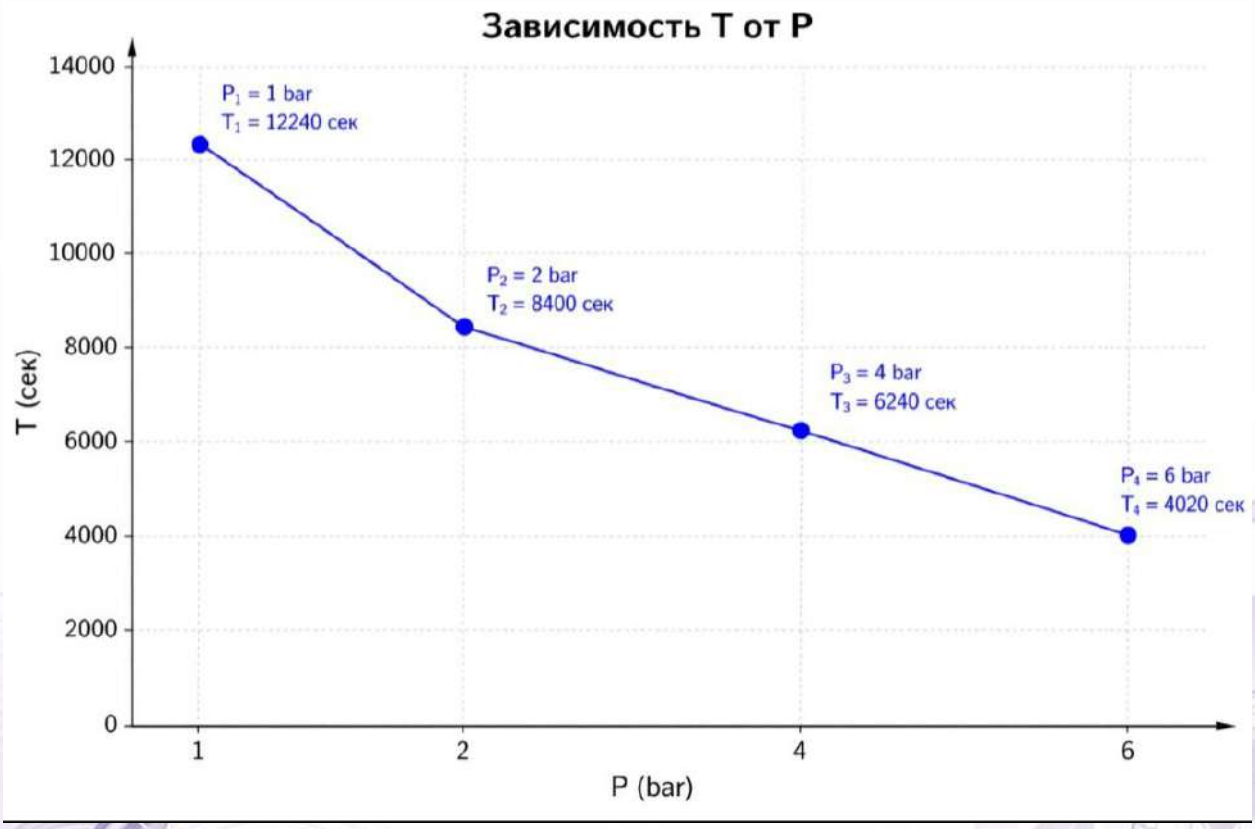



**Figure 2. Analysis of the dependence of tomato pulp evaporation time on pressure**


ISSN 3030-3907

The graph shows the dependence of tomato pulp evaporation time on the pressure in the system. The x-axis represents pressure (bar), while the y-axis represents evaporation time (seconds).The experimental data demonstrate a consistent decrease in process duration with increasing pressure. At atmospheric pressure (1 bar), the evaporation time is 12,240 s. Increasing the pressure to 2 bar reduces the time to 8,400 s. Further increases to 4 bar and 6 bar lead to evaporation times of 6,240 s and 4,020 s, respectively. The observed relationship is inverse and nonlinear in nature, indicating an intensification of heat and mass transfer processes at elevated pressures. An increase in pressure raises the boiling point and the heat transfer coefficient, which accelerates moisture removal from the pulp and, consequently, shortens the concentration time.

In comparison with vacuum-based evaporation systems, operation at elevated pressure (e.g., 6 atm) provides a more stable boiling regime. The higher system pressure reduces the likelihood of abrupt pressure fluctuations, thereby minimizing the risk of sudden boiling disturbances or process instabilities. As a result, vapor formation tends to occur in a more controlled and uniform manner. This contributes to improved operational consistency, particularly in continuous processing systems where maintaining steady-state conditions is essential. Furthermore, the reduced sensitivity to pressure variations simplifies process control and enhances the reliability of industrial equipment.

Evaporation under elevated pressure conditions offers several technical and operational advantages:

Enhanced heat transfer rates due to increased temperature gradients between the heating medium and the product.

Reduced foaming tendency, leading to improved process stability and simplified equipment requirements.

Inherent microbial inactivation and enzyme deactivation as a result of high-temperature conditions.

Partial retention of certain volatile compounds during the initial stages of processing, prior to thermal degradation.

Potential for more compact equipment design due to higher heat transfer efficiency.

Improved stability of operation with reduced pressure fluctuations.

The obtained results are of significant practical importance for optimizing evaporation regimes. Increasing pressure can be considered an effective method for intensifying the technological process, allowing a reduction in energy consumption over time and an improvement in equipment productivity. The experimental results confirmed that increasing system pressure enhances heat and mass transfer processes, thereby significantly reducing the time required for


ISSN 3030-3907

moisture removal. These findings indicate that pressure intensification can be effectively utilized to improve the efficiency of industrial processing lines in food production technologies.

## LIST OF REFERENCES USED:

1. McCabe W. L., Smith J. C., Harriott P. Unit Operations of Chemical Engineering. 7th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2005. 1020 p.
2. Geankoplis C. J. Transport Processes and Separation Process Principles. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003. 928 p.
3. Heldman D. R., Lund D. B. Handbook of Food Engineering. Boca Raton: CRC Press, 2007. 1024 p.
4. Mujumdar A. S. Handbook of Industrial Drying. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2014. 1350 p.
5. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 3rd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009. 948 p.
6. Perry R. H., Green D. W. Perry's Chemical Engineers' Handbook. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2008. 2400 p.


ISSN 3030-3907

# GAYMOR BO‘SHLIG‘I ANATOMIYASI VA IMPLANTOLOGIYADA AHAMIYATI

**Zokirjonova Muslima Saidjon qizi**
*Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti Stomatologiya fakulteti talaba*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada gaymor bo‘shlig‘ining anatomik tuzilishi, uning individual variatsiyalari va yuqori jag‘ning chakka sohasidagi tish implantatsiyasi jarayonidagi ahamiyati yoritilgan. Maqolada bo‘shliq tubining tushishi (pnevmotizatsiya) va alveolyar o‘siq[11] atrofiyasi kabi omillarning implantat o‘rnatishdagi qiyinchiliklari tahlil qilinadi. Shuningdek, sinus-lifting operatsiyasining turlari, gaymor bo‘shlig‘i shilliq qavatining (Shnayder membranasi) holati va operatsiyadan keyingi asoratlarning oldini olishda anatomik bilimlarning o‘rni bayon etilgan. Tadqiqotning maqsadi implantologlarga gaymor bo‘shlig‘i bilan bog‘liq xavflarni minimallashtirish va uzoq muddatli muvaffaqiyatli natijalarga erishish uchun nazariy asos yaratishdan iborat.

**Kalit so‘zlar:** Gaymor bo‘shlig‘i, yuqori jag‘, tish implantatsiyasi, sinus-lifting, Shnayder membranasi, alveolyar o‘siq, pnevmotizatsiya, osteointegratsiya, konus-nurli kompyuter tomografiyasi (KNKT).

**Abstract.** This article highlights the anatomical structure of the maxillary sinus, its individual variations, and its significance during dental implantation in the posterior region of the upper jaw. The paper analyzes difficulties in implant placement caused by factors such as sinus pneumatization and alveolar ridge atrophy. Furthermore, types of sinus-lifting operations, the condition of the maxillary sinus mucosa (Schneiderian membrane), and the role of anatomical knowledge in preventing postoperative complications are described. The aim of the research is to provide implantologists with a theoretical foundation to minimize risks associated with the maxillary sinus and achieve long-term successful results.

**Keywords:** Maxillary sinus, upper jaw, dental implantation, sinus-lifting, Schneiderian membrane, alveolar ridge, pneumatization, osseointegration, cone-beam computed tomography (CBCT).

**Аннотация.** В данной статье освещены анатомическое строение гайморовой пазухи, ее индивидуальные вариации и значение в процессе дентальной имплантации в области жевательных зубов верхней челюсти. Анализируются такие факторы, как опущение дна пазухи (пневматизация) и атрофия альвеолярного отростка, создающие трудности при установке

[11] Alveolyar o‘siq — yuqori yoki pastki jag‘ning tish katakchalari joylashgan va tishlarni ushlab turishga xizmat qiladigan suyak qismi.


ISSN 3030-3907

имплантатов. Также описаны виды операций синус-лифтинга, состояние слизистой оболочки гайморовой пазухи (мембрана Шнайдера) и роль анатомических знаний в профилактике послеоперационных осложнений. Целью исследования является создание теоретической базы для имплантологов с целью минимизации рисков, связанных с гайморовой пазухой, и достижения долгосрочных успешных результатов.

**Ключевые слова:** Гайморова пазуха, верхняя челюсть, дентальная имплантация, синус-лифтинг, мембрана Шнайдера, альвеолярный отросток, пневматизация, остеоинтеграция, конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ).

**KIRISH.**

Zamonaviy stomatologiyada adentiya (tishlarning yo‘qligi) muammosini hal qilishda dental implantatsiya eng samarali va yuqori texnologiyali usul hisoblanadi. Biroq, yuqori jag‘ning chakka sohasida implantatlarni o‘rnatish jarayoni o‘ziga xos murakkabliklarga ega. Bu murakkabliklar, eng avvalo, gaymor bo‘shlig‘i (sinus maxillaris) ning anatomik joylashuvi va tishlar yo‘qotilgandan keyin jag‘ suyagida kechadigan involyutsion o‘zgarishlar bilan bog‘liq.

**MAVZUNING DOLZARBLIGI.** Yuqori jag‘ tishlari yo‘qotilgandan so‘ng, alveolyar o‘siqning vertikal balandligi tez sur'atlarda qisqaradi. Shu bilan birga, gaymor bo‘shlig‘ining pnevmotizatsiyasi (kengayishi) natijasida suyak hajmi yanada kamayadi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, yuqori jag‘ning orqa sohasida implantatsiyaga muhtoj bemorlarning 40-60 foizida suyak balandligi standart implantat o‘rnatish uchun yetarli emas. Bu esa sinus-lifting (gaymor bo‘shlig‘i tubini ko‘tarish) operatsiyasini bajarishni taqozo etadi.

Gaymor bo‘shlig‘i nafaqat havo yo‘li, balki muhim anatomik to‘siq hamdir. Uning devorlari qalinligi, Shnayder membranasining elastikligi, qon bilan ta’minlovchi tomirlarning (masalan, *a. infraorbitalis* va *a. alveolaris superior posterior* anastomozlari) joylashuvi operatsiya muvaffaqiyatini belgilaydi. Shifokor tomonidan ushbu anatomik tuzilmalarning e’tiborga olinmasligi gaymorit, implantatning bo‘shliq ichiga migratsiyasi yoki og‘ir qon ketishlariga sabab bo‘lishi mumkin.

**MAQOLANING MAQSADI.** Ushbu ishning maqsadi gaymor bo‘shlig‘ining o‘ziga xos anatomik xususiyatlarini tahlil qilish hamda ushbu bilimlar dental implantologiyada asoratlarni oldini olish va suyak plastikasi operatsiyalari samaradorligini oshirishda qanchalik muhimligini ko‘rsatib berishdan iborat.

**ASOSIY QISM.**


ISSN 3030-3907

Gaymor bo‘shlig‘i yuqori jag‘ tanasining ichida joylashgan bo‘lib, uning shakli ko‘pincha piramidaga o‘xshatiladi. Implantolog uchun bo‘shliqning pastki devori (tubi) eng muhim hisoblanadi. Normada bo‘shliq tubi va yuqori jag‘ tishlarining ildizlari (ayniqsa 1- va 2-molyarlar) orasida yupqa suyak qatlami mavjud. Ba’zi hollarda tish ildizlari bevosita bo‘shliq ichiga kirib turishi yoki faqat shilliq qavat bilan ajralgan bo‘lishi mumkin.

**Shnayder membranasi:** Bo‘shliqning ichki yuzasini qoplab turuvchi ko‘p qatorli silindrsimon epiteliy bo‘lib, uning qalinligi o‘rtacha 0.3 mm dan 0.8 mm gacha bo‘ladi. Sinus-lifting operatsiyasida ushbu membranani shikastlamasdan suyakdan ajratish eng nozik va mas’uliyatli bosqich hisoblanadi.

Tishlar yo‘qotilgandan so‘ng ikki tomonlama salbiy jarayon boshlanadi:

Ekzoatrofiya: Alveolyar o‘siqning tashqi (og‘iz bo‘shlig‘i) tomonidan so‘rilishi.

Endoatrofiya (Pnevmotizatsiya): Gaymor bo‘shlig‘ining pastga va yon tomonga kengayishi natijasida suyakning ichki tomondan yemirilishi.

Ushbu jarayonlar natijasida implantat uchun zarur bo‘lgan suyak balandligi ko‘pincha 1–3 mm gacha kamayadi, holbuki barqarorlik uchun kamida 8–10 mm suyak talab etiladi.

Operatsiya vaqtida qon ketishining oldini olish uchun a. alveolaris superior posterior (ASP) va a. infraorbitalis orasidagi anastomozlarni bilish shart. Ushbu tomor yoyi ko‘pincha gaymor bo‘shlig‘ining tashqi devori ichida, sinus tubidan 10–15 mm balandlikda joylashgan bo‘ladi. Ochiq sinus-lifting operatsiyasida "oyna" ochish paytida ushbu arteriyani shikastlash kuchli gemorragiyaga sabab bo‘lishi mumkin.

Suyak hajmi yetishmagan hollarda quyidagi anatomik-jarrohlik muolajalar o‘tkaziladi:

Yopiq sinus-lifting: Agar mavjud suyak balandligi 5–7 mm bo‘lsa, implantat o‘rni orqali bo‘shliq tubi maxsus osteotomlar bilan yuqoriga suriladi.

Ochiq sinus-lifting: Suyak balandligi 5 mm dan kam bo‘lganda, bo‘shliqning oldingi-tashqi devoridan "oyna" ochiladi va katta miqdorda suyak o‘rnini bosuvchi material (osteoplast) joylashtiriladi.

Taxminan 25-33% bemorlarda gaymor bo‘shlig‘i ichida suyakli to‘siqlar uchraydi. Ular bo‘shliqni bo‘laklarga ajratib, sinus-lifting paytida Shnayder membranasining yirtilish xavfini keskin oshiradi. Shuning uchun operatsiyadan oldin KNKT (kompyuter tomografiyasi) orqali septalar joylashuvini aniqlash shart.

**XULOSA.**

Gaymor bo‘shlig‘i anatomiyasini mukammal bilish va operatsiyadan oldingi rejalashtirish jarayonida individual xususiyatlarni hisobga olish yuqori


ISSN 3030-3907

jag‘ tish implantologiyasining "oltin standarti" hisoblanadi. Tadqiqot va tahlillar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

Gaymor bo‘shlig‘ining pnevmotizatsiyasi va alveolyar o‘siq atrofiyasi tishlar yo‘qotilgandan keyin qonuniyatli ravishda yuzaga keladi. Bu jarayonlar implantatni barqaror o‘rnatish uchun zarur bo‘lgan suyak hajmining yetishmasligiga sabab bo‘ladi, shuning uchun ko‘p hollarda sinus-lifting amaliyoti muqarrar hisoblanadi.

Muvaffaqiyatli jarrohlik amaliyoti uchun Shnayder membranasining butunligini saqlash birinchi darajali vazifadir. Membrana qalinligi va uning elastikligi, shuningdek, bo‘shliq ichidagi suyak to‘siqlari (Underwood septalari) operatsiya taktikasini tanlashda asosiy ko‘rsatkich bo‘lib xizmat qiladi.

Operatsiyadan oldingi bosqichda konus-nurli kompyuter tomografiyasi (KNKT) tekshiruvini o‘tkazish majburiydir. Faqatgina ushbu usul yordamida arteriyalar yo‘nalishi, sinus tubining holati va patologik o‘zgarishlarni (masalan, kistalar yoki shilliq qavat qalinlashishi) aniq baholash mumkin.

Dental implantatsiya nafaqat mexanik jarayon, balki murakkab biologik-anatomik integratsiyadir. Gaymor bo‘shlig‘i bilan bog‘liq bo‘lgan barcha anatomik to‘siqlarni to‘g‘ri baholagan holda bajarilgan amaliyotlar asoratlarni \$90\$-\$95\%\$ gacha kamaytirish va implantatlarning uzoq muddatli funksionalligini ta’minlash imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abdukodirov A.A. Yuz-jag‘ jarrohligi: darslik. – Toshkent: "Yangi asr avlodi", 2021. – 450 b.
2. Misch C.E., Resnik R.R. Contemporary Implant Dentistry. 4th Edition. – Elsevier Health Sciences, 2020. – 1250 p.
3. Pikos M.A. Maxillary Sinus Grafting: Techniques and Step-by-Step Procedures. – Quintessence Publishing, 2019. – 320 p.
4. Gullu M., Yalcin S. Anatomy of the Maxillary Sinus for the Implantologist: A Clinical Review. // Journal of Oral Implantology. – 2022. – Vol. 48, No. 3. – Pp. 245-258.
5. Testori T., Del Fabbro M. Maxillary Sinus Surgery and Alternatives in Treatment. – Milan: Quintessence Publishing, 2018. – 415 p.
6. Khasanov F.K. Dental implantologiyada sinus-lifting operatsiyasining samaradorligini oshirish usullari. // Stomatologiya jurnali. – Toshkent, 2023. – №2. – 12-16-betlar.
7. Zitzmann N.U., Schärer P. Sinus elevation procedures in the resorbed posterior maxilla. Comparison of the crestal and lateral approaches. // Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. – 2018. – Vol. 85, No. 1. – Pp. 8-17.


ISSN 3030-3907

8. Shayramov S.B. Yuqori jag‘ tishsiz sohalarida suyak plastikasi va implantatsiya masalalari. O‘quv-uslubiy qo‘llanma. – Samarqand, 2022. – 98 b.


ISSN 3030-3907

# POLIFUNKSIONAL QO‘SHIMCHALAR KOMPLEKSINING BITUM DISPERS TUZILMASIGA TA`SIRI VA REOLOGIK XOSSALARINI BOSHQARISH

**Siddiqov Otabek G`afforovich**
*Buxoro davlat texnika universiteti mustaqil izlanuvchi*
*O`zbekiston Respublikasi*
**Sharipov Qahramon Qandiyorovich**
*K,f,ni. Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti*
*O‘zbekiston Respublikasi*
**Mavlonov Shohrux Boboxon o`g`li**
*Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti t.f.f.d. PhD,*
*O‘zbekiston Respublikasi*

**Annotatsiya.** Mazkur ishda bitumning reologik xossalarini boshqarish mexanizmlari SARA (Saturates, Aromatics, Resins, Asphaltenes) fraksiyalari va polifunksional qo‘shimchalar ta’siri asosida tahlil qilindi. Aniqlanishicha, bitumning strukturaviy xususiyatlari asfaltenlar va maltenlar o‘rtasidagi kolloid muvozanat bilan belgilanadi. Termoplastik elastomerlar (SBS, SEBS), plastomerlar (PE, PP, EVA) hamda aktiv komponentlar kiritilishi aromatik va smola fraksiyalarining dispergatsion qobiliyatini oshirib, asfalten agregatlarining barqarorligini kuchaytiradi. Natijada yopishqoqlik, elastiklik va haroratga sezgirlik boshqariladi, penetratsiya kamayib, yumshash harorati oshadi hamda mo‘rtlashish harorati pasayadi. Ushbu yondashuv yo‘l qurilish materiallarining ekspluatatsion xossalarini yaxshilashda samarali hisoblanadi.

**Kalit so‘zlar:** bitum, SARA tahlili, polifunksional qo‘shimchalar, reologik xossalar, asfaltenlar, maltenlar, SBS, plastomerlar, elastiklik, kolloid tizim.

**Annotatsiya.** Mazkur ishda bitumning reologik xossalarini boshqarish mexanizmlari SARA (Saturates, Aromatics, Resins, Asphaltenes) fraksiyalari va polifunksional qo‘shimchalar ta’siri asosida tahlil qilindi. Aniqlanishicha, bitumning strukturaviy xususiyatlari asfaltenlar va maltenlar o‘rtasidagi kolloid muvozanat bilan belgilanadi. Termoplastik elastomerlar (SBS, SEBS), plastomerlar (PE, PP, EVA) hamda aktiv komponentlar kiritilishi aromatik va smola fraksiyalarining dispergatsion qobiliyatini oshirib, asfalten agregatlarining barqarorligini kuchaytiradi. Natijada yopishqoqlik, elastiklik va haroratga sezgirlik boshqariladi, penetratsiya kamayib, yumshash harorati oshadi hamda mo‘rtlashish harorati pasayadi. Ushbu yondashuv yo‘l qurilish materiallarining ekspluatatsion xossalarini yaxshilashda samarali hisoblanadi.

**Kalit so‘zlar:** bitum, SARA tahlili, polifunksional qo‘shimchalar, reologik xossalar, asfaltenlar, maltenlar, SBS, plastomerlar, elastiklik, kolloid tizim.


ISSN 3030-3907

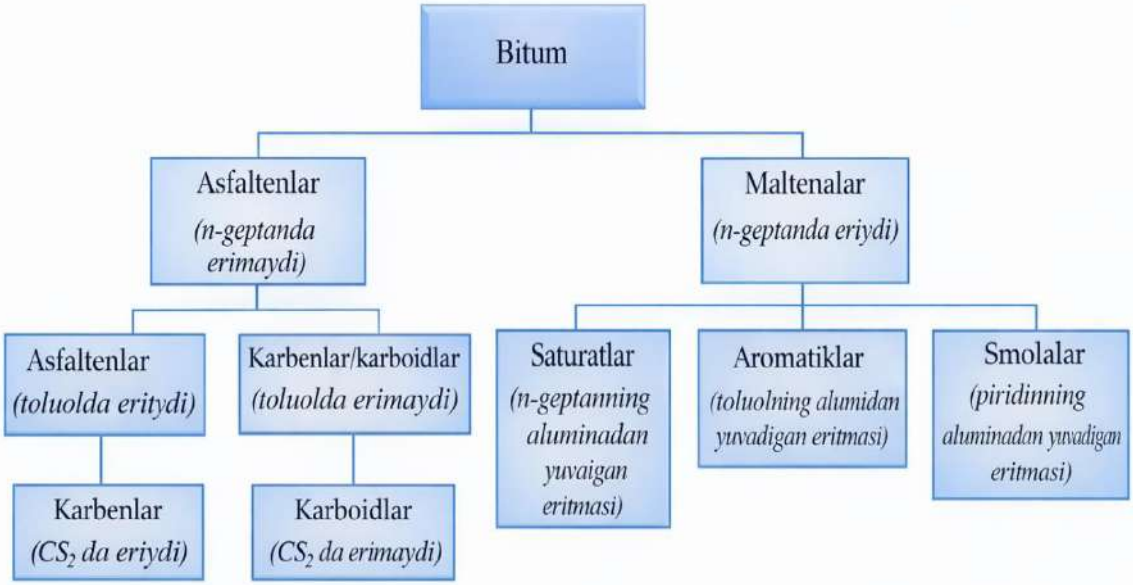
**Abstract.** This work analyzes the mechanisms for controlling the rheological properties of bitumen based on the effects of SARA (Saturates, Aromatics, Resins, Asphaltenes) fractions and polyfunctional additives. It has been determined that the structural properties of bitumen are determined by the colloidal balance between asphaltenes and maltenes. The introduction of thermoplastic elastomers (SBS, SEBS), plastomers (PE, PP, EVA), and active components increases the dispersing ability of aromatic and resin fractions, enhancing the stability of asphaltene aggregates. As a result, viscosity, elasticity and temperature sensitivity are controlled, penetration decreases, the softening temperature increases, and the brittleness temperature decreases. This approach is effective in improving the operational properties of road building materials.

**Keywords:** bitumen, SARA analysis, polyfunctional additives, rheological properties, asphaltenes, maltenes, SBS, plastomers, elasticity, colloidal system.

**KIRISH.**

Bitum ***SARA*** usuli asosida asfaltenlar va maltenlarga ajraladi. Asfaltenlar (n-geptanda erimaydigan fraksiya) yuqori molekulyar massali va poliaromatik tuzilishga ega bo‘lib, tizimning strukturaviy karkasini hosil qiladi. Maltenlar esa (n-geptanda eruvchi qism) saturatlar, aromatiklar va smolalardan iborat bo‘lib (1-rasm), ular dispergatsion muhit vazifasini bajaradi. Ushbu ikki faza o‘rtasidagi nisbat bitumning kolloid tizim sifatidagi barqarorligini belgilaydi. Asfaltenlar dispers faza sifatida bitumning qattiqligi va yuqori haroratdagi deformatsiyaga chidamliligini ta’minlaydi, biroq ularning ortiqcha agregatsiyasi tizimning mo‘rtlashishiga olib keladi. Aromatiklar va smolalar esa asfalten zarrachalarini stabilizatsiya qilib, ularni dispergatsiya holatida ushlab turadi. Natijada bitum yuqorielastik sistema sifatida shakllanadi. SARA fraksiyalaridagi muvozanat buzilganda yopishqoqlik, elastiklik va haroratga sezgirlik keskin o‘zgaradi, bu esa ekspluatatsion xossalarga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.


ISSN 3030-3907

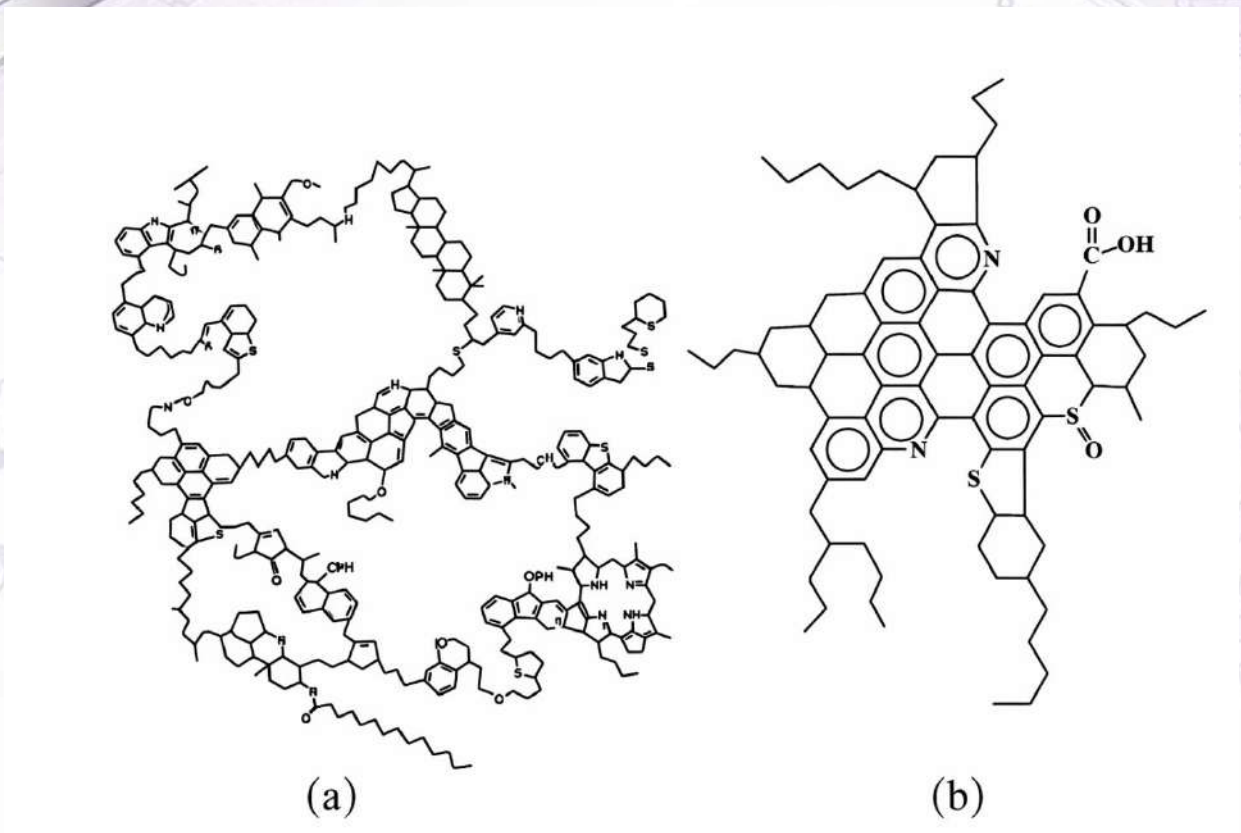



**1-rasm: Bitum tarkibidagi moddalar SARA S — Saturates (To‘yingan uglevodorodlar), A — Aromatics (Aromatik birikmalar), R — Resins (Smolalar), A — Asphaltenes (Asfaltenlar) usuli bo`yicha tasniflanishi**

Polifunksional qo‘shimchalar kiritilishi natijasida SARA tizimidagi muvozanat maqsadli ravishda o‘zgartiriladi. Xususan, aromatik va smola fraksiyalarining faolligi ortib, asfalten agregatlarining dispersligi va barqarorligi yaxshilanadi. Natijada bitumning yopishqoqligi optimallashadi, elastiklik ortadi va past haroratlarda mo‘rtlashish kamayadi. Shu bilan birga, yuqori haroratlarda oqimga qarshilik kuchayadi. Bu esa bitumning keng harorat diapazonida barqaror ishlashini ta’minlaydi va yo‘l qoplamalarining xizmat muddatini uzaytiradi [1,2]. 1-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, bitum tarkibi SARA fraksiyalari bo‘yicha sezilarli farqlanuvchi fizik-kimyoviy xossalarga ega. Saturatlar va aromatiklar nisbatan past molekulyar massaga (600–800 g/mol) va qutbsiz xususiyatga ega bo‘lib, ular tizimning suyuq fazasini tashkil etadi. Smolalar yuqori qutblilikka ega bo‘lgan yarim qattiq komponentlar sifatida ajralib turadi, asfaltenlar esa eng yuqori molekulyar massali (800–3500 g/mol), yuqori zichlikka ega qattiq fraksiya hisoblanadi. Fraksiyalar o‘rtasidagi bu farqlar bitumning umumiy strukturaviy holatini belgilayd [2,3].

Bitum tarkibidagi asfalten molekulalarining murakkab poliaromatik tuzilishi va ularning agregatsiyaga moyil fazoviy modeli (1-rasm) (a) ko‘rinishda tarmoqlangan, uch o‘lchamli strukturaga ega bo‘lgan asfalten makromolekulalari keltirilgan bo‘lib, ular uzun alifatik zanjirlar va geteroatomlar (N, S, O) orqali o‘zaro bog‘langan. (b) ko‘rinishda esa kondensirlangan aromatik yadrolardan tashkil topgan, nisbatan kompakt agregat modeli tasvirlangan.


ISSN 3030-3907

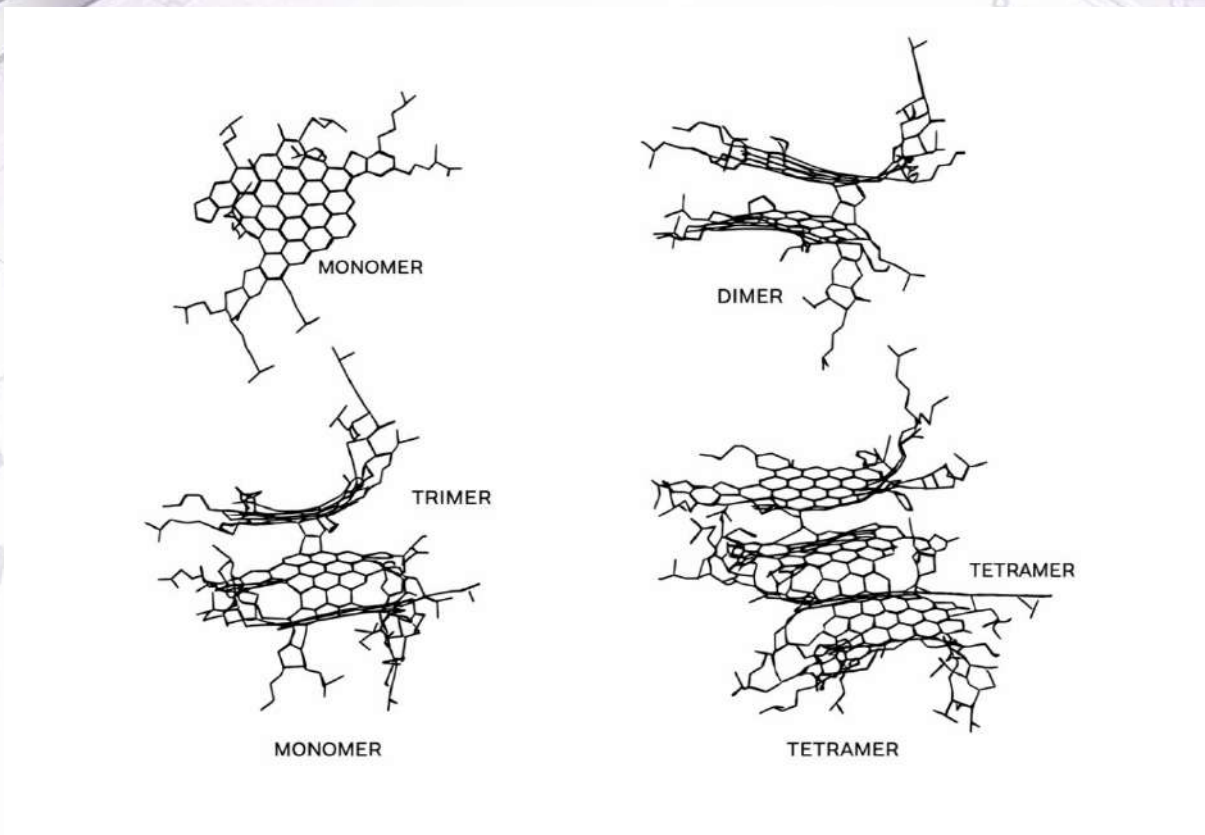



**2-rasm. Asfalten molekulalarining murakkab poliaromatik tuzilmasi va agregatsiya modeli: (a) fazoviy tarmoqlangan struktura, (b) kondensirlangan aromatik yadrolarga ega model**

Ushbu strukturalar asfaltenlarning yuqori qutblilikka ega ekanligini va ular o‘zaro π–π ta’sirlar hamda vodorod bog‘lari orqali agregatlar hosil qilishga moyilligini ko‘rsatadi [5,6]. Shu sababli ular bitum dispers tizimida dispers faza sifatida ishtirok etib, uning strukturaviy karkasini shakllantiradi. Polimer va mineral qo‘shimchalar kiritilganda ushbu agregatsiya jarayoni sezilarli darajada o‘zgaradi: polimerlar asfalten zarrachalarini qoplab, ularning qayta birikishini cheklaydi, mineral qo‘shimchalar esa ularning taqsimlanishini barqarorlashtiradi. Natijada dispers tizimning bir jinsliligi ortib, bitumning reologik va ekspluatatsion xossalari yaxshilanadi [3].

2-rasmda asfalten molekulalarining turli assotsiatsiya bosqichlari — monomer, dimer, trimer va tetramer shakllarida agregatsiya jarayoni tasvirlangan bo`lib, dastlab, alohida monomer holatdagi asfalten molekulalari aromatik yadrolar va alifatik zanjirlar bilan tavsiflanadi [4]. Molekulalar o‘zaro π–π stacking ta’sirlari, vodorod bog‘lari hamda van-der-Vaals kuchlari orqali birikib, dimer va undan keyin yuqori tartibli assotsiatsiyalar — trimer va tetramerlarni hosil qiladi.


ISSN 3030-3907

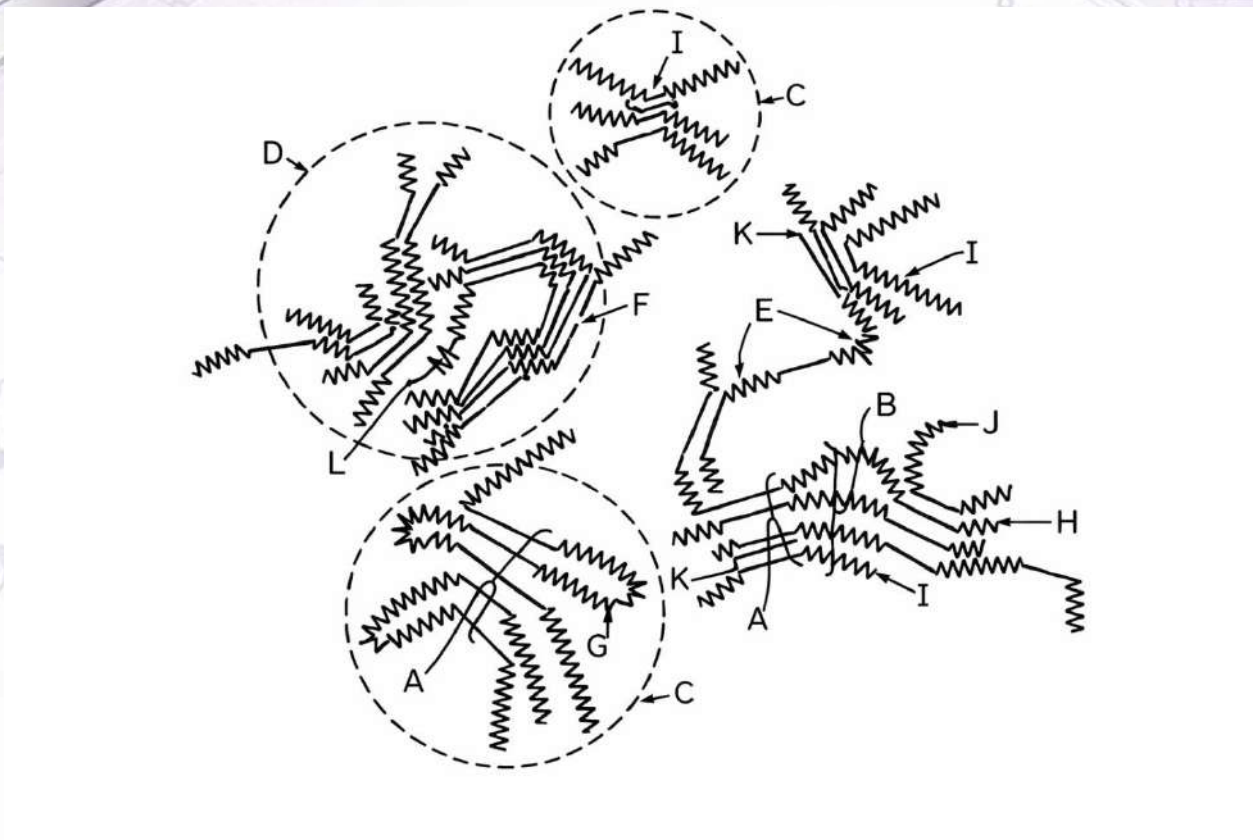



**3-rasm: Asfalten molekulalarining assotsiatsiya darajalari: monomer, dimer, trimer va tetramer shakllarida agregatsiya jarayoni**

Agregatsiya darajasi ortgani sari asfalten zarrachalarining o‘lchami va zichligi oshadi, bu esa bitumning dispers tuzilmasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Yirik agregatlar hosil bo‘lishi tizimning qattiqligi va yopishqoqligini oshiradi, biroq disperslikning kamayishi mo‘rtlikka olib kelishi mumkin. Polimer va mineral qo‘shimchalar qo‘llanilganda ushbu assotsiatsiya jarayoni boshqariladi: polimerlar asfalten agregatlarining yuzasini qoplab, ularning yiriklashishini cheklaydi, mineral qo‘shimchalar esa dispers fazaning bir tekis taqsimlanishini ta’minlaydi. Natijada asfaltenlarning past darajadagi agregatsiyasi (monomer–dimer diapazoni) yuqori bo`lib, , bu esa bitumning yuqorielastik xossalarini optimallashtiradi va uning ekspluatatsion barqarorligini oshiradi [7].

3-rasmda bitumning dispers tizimida asfalten agregatlarining fazoviy tashkil topishi va ularning o‘zaro ta’sir mexanizmi sxematik tarzda tasvirlangan. Asfalten molekulalari malten muhitida turli o‘lchamdagi klasterlar ko‘rinishida joylashib, o‘zaro π–π stacking, vodorod bog‘lari va van-der-Vaals kuchlari orqali birikadi. Ushbu o‘zaro ta’sirlar natijasida murakkab fazoviy tarmoq hosil bo‘lib, u bitumning strukturaviy karkasini shakllantiradi [8].


ISSN 3030-3907




**4-rasm. Bitum dispers tizimida asfalten agregatlarining fazoviy tashkil topishi va o‘zaro ta’sir modeli**

Rasmda ko‘rsatilgan lokal agregatsiya zonalari dispers fazaning notekis taqsimlanishini ifodalaydi, bu esa bitumning yopishqoqligi va deformatsiyaga chidamliligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Polimer va mineral qo‘shimchalar kiritilganda ushbu fazoviy tuzilma qayta tashkil topadi: polimerlar agregatlar orasidagi bog‘lanishni tartibga solib, elastik faza hosil qiladi, mineral qo‘shimchalar esa dispers tizimning barqarorligini oshiradi. Natijada asfalten agregatlarining o‘lchami va taqsimlanishi optimallashadi, dispers tizim bir jinsli holatga yaqinlashadi va bitumning reologik hamda ekspluatatsion xossalari yaxshilanadi [9].

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bitumning dispers tuzilmasi asfalten molekulalarining agregatsiya darajasi va ularning malten muhitida taqsimlanishi bilan belgilanadi. Polimer qo‘shimchalar asfalten zarrachalarini qoplab, ularning yirik agregatlar hosil qilishini cheklaydi va elastik faza hosil qiladi, mineral qo‘shimchalar esa dispers tizimning strukturaviy barqarorligini oshiradi. Natijada asfalten agregatlarining o‘lchami kamayib, ularning bir tekis taqsimlanishi ta’minlanadi, bu esa bitumning viskoelastik xossalarini yaxshilaydi. Ushbu kompleks modifikatsiya usuli bitum asosidagi materiallarning yuqori va past haroratlarda barqaror ishlashini ta’minlab, ularning xizmat muddatini uzaytiradi.


ISSN 3030-3907

**1-jadval**

**SARA fraksiyalarining xossalari va kimyoviy tarkibi**

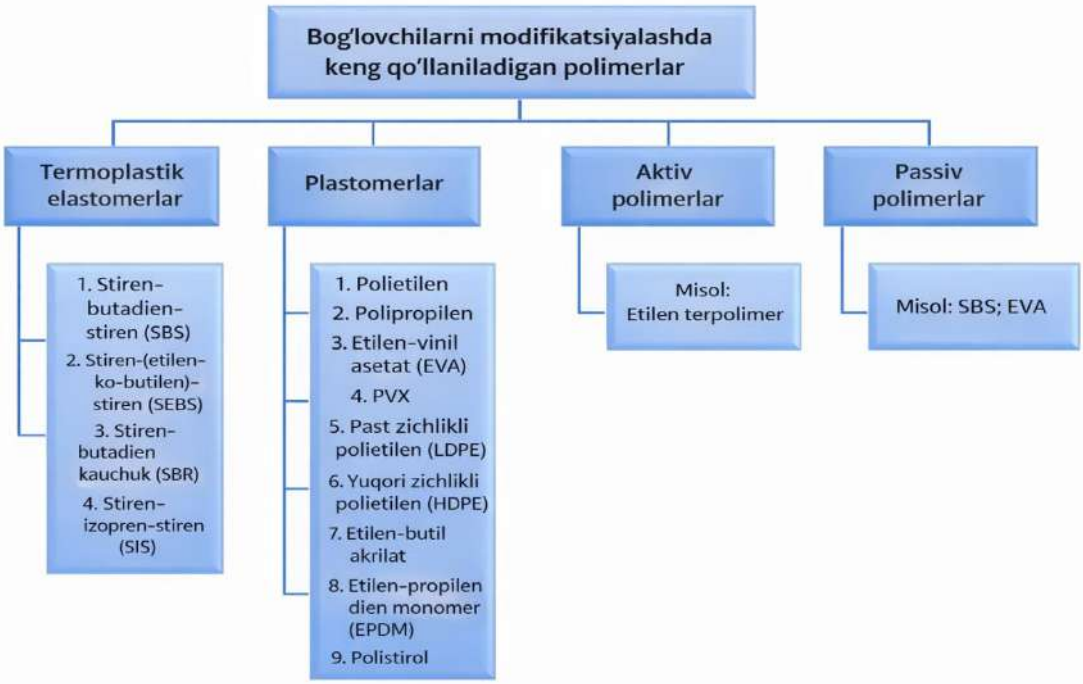
| Ko‘rsatkichlar | Saturatlar | Aromatiklar | Smolalar | Asfaltenlar |
|---|---|---|---|---|
| Bitumdagi ulushi, % | 5–20 | 40–65 | ≈20 | 5–25 |
| Qutblilik | qutbsiz | qutbsiz | Yuqori qutbli | Yuqori qutbli |
| Rang | – | Sariqdan qizilgacha | To‘q jigarrang | Qora |
| Fizik holati | Yopishqoq moy | Yopishqoq suyuqlik | Qattiq / yarim qattiq | Qattiq |
| O‘rtacha molekulyar massa (g/mol) | 600 | 800 | 1100 | 800–3500 |
| Erituvchi | n-geptan | Toluol va toluol/metanol (50/50) | Trikloretilen | n-geptanda erimaydi |
| Eruvchanlik parametri ($MPa^{0.5}$) | 15–17 | 17–18.5 | 18.5–20 | 17.6–21.7 |
| Zichlik (20°C da, $g/cm^3$) | 0.9 | 1.0 | 1.07 | 1.15 |
| Shisha o‘tish harorati (°C) | −70 | −20 | – | – |
| H/C nisbati | 1.9 | 1.5 | 1.4 | 1.1 |
| Uglerod (C), % | 78–84 | 80–86 | 67–88 | 78–88 |
| Vodorod (H), % | 12–14 | 9–13 | 9–12 | 7–9 |
| Kislorod (O), % | <0.1 | 0.2 | 0.3–2 | 0.3–5 |
| Azot (N), % | <0.1 | 0.4 | 0.2–1 | 0.6–4 |
| Oltingugurt (S), % | <0.1 | 0–4 | 0.4–5 | 0.3–11 |

1-jadvalda keltirilgan qutblilik, zichlik, eruvchanlik parametrlari va element tarkibi (H/C nisbati, geteroatomlar miqdori) bitumning reologik xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, H/C nisbatining kamayishi va qutblilikning ortishi fraksiyaning strukturaviy faolligini oshiradi. Asfaltenlar miqdori ortganda tizimning qattiqligi va yopishqoqligi oshadi, biroq bu mo‘rtlik xavfini kuchaytiradi. Smolalar esa stabilizator sifatida asfaltenlarni dispergatsiya


ISSN 3030-3907

qilib, tizimning plastiklik va elastikligini ta’minlaydi. Aromatiklar esa dispers muhit sifatida kolloid barqarorlikni saqlaydi [10].

2-rasmda bitum bog‘lovchilarini modifikatsiyalashda qo‘llaniladigan polimerlar funksional xususiyatlariga ko‘ra guruhlarga ajratilgan. Ushbu tasnifga muvofiq, polimerlar asosan termoplastik elastomerlar (SBS, SEBS, SBR, SIS), plastomerlar (PE, PP, EVA) hamda aktiv va passiv polimerlarga bo‘linadi. Termoplastik elastomerlar yuqori elastik xossalarga ega bo‘lib, bitum tarkibida fazoviy tarmoq hosil qiladi, plastomerlar esa qattiqlik va strukturaviy mustahkamlikni oshiradi. Aktiv polimerlar kimyoviy o‘zaro ta’sirga kirishuvchi, passiv polimerlar esa fizik modifikatsiya asosida ta’sir etuvchi komponentlar sifatida tavsiflanadi [11].




**5-rasm: Bog`lovchilarni modifikatsiyalashda qo`llaniladigan polimerlarning klassifikatsiyasi**

Turli polimer guruhlarining bitum reologik xossalariga ta’siri sezilarli darajada farqlanadi. Termoplastik elastomerlar bitumning elastikligini oshirib, deformatsiyadan keyin shaklni tiklash xususiyatini yaxshilaydi hamda yuqori haroratlarda oqimga qarshilikni kuchaytiradi. Plastomerlar esa bitumning qattiqligini va yuqori haroratlarda deformatsiyaga chidamliligini oshiradi, biroq elastiklikka nisbatan kamroq ta’sir ko‘rsatadi. Aktiv polimerlar bitum komponentlari bilan kimyoviy bog‘lanish hosil qilib, sistemaning kolloid barqarorligini oshiradi, passiv polimerlar esa strukturani fizik jihatdan mustahkamlaydi. Shu bois polimerning qo`llanilishi bitumning maqsadli xossalariga bog‘liq holda amalga oshiriladi [12].


ISSN 3030-3907

Polifunksional qo‘shimchalar qo‘llanilganda turli polimer turlarining sinergetik ta’siri yuzaga keladi. Termoplastik elastomerlar elastiklikni ta’minlasa, plastomerlar strukturaviy barqarorlikni oshiradi, aktiv komponentlar esa tizimning kimyoviy barqarorligini mustahkamlaydi. Natijada bitumning yopishqoqligi optimallashadi, elastiklik ortadi va haroratga sezgirlik kamayadi. Bunday kompleks modifikatsiya yuqori va past harorat sharoitlarida barqaror ishlaydigan, deformatsiyaga chidamli va uzoq xizmat qiluvchi yo‘l qoplamalarini yaratish imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Lesueur D. The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification. — Advances in Colloid and Interface Science, 2009, Vol. 145, pp. 42–82.
2. Airey G.D. Rheological properties of styrene butadiene styrene polymer modified road bitumens. — Fuel, 2010, Vol. 89, No. 7, pp. 1843–1850.
3. Polacco G., Filippi S., Merusi F., Stastna J. A review of the fundamentals of polymer-modified asphalts: Asphalt/polymer interactions and principles of compatibility. — Advances in Colloid and Interface Science, 2015, Vol. 224, pp. 72–112.
4. Loeber L., Muller G., Morel J., Sutton O. Bitumen in colloid science: A chemical, structural and rheological approach. — Fuel, 2012, Vol. 82, pp. 179–188.
5. Yildirim Y. Polymer modified asphalt binders. — Construction and Building Materials, 2007 , Vol. 21, pp. 66–72.
7. Lesueur D. The colloidal structure of bitumen: Consequences on rheology and on the mechanisms of bitumen modification. — Advances in Colloid and Interface Science, 2009, Vol. 145, pp. 42–82.
8. Polacco G., Filippi S., Merusi F., Stastna J. A review of the fundamentals of polymer-modified asphalts: Asphalt/polymer interactions and compatibility principles. — Advances in Colloid and Interface Science, 2015, Vol. 224, pp. 72–112.
9. Loeber L., Muller G., Morel J., Sutton O. Bitumen in colloid science: A chemical, structural and rheological approach. — Fuel, 2012, Vol. 82, pp. 179–188.
10. Redelius P. Solubility parameters and bitumen structure. — Fuel, 2004 (keng qo‘llaniladigan asosiy manba), Vol. 83, pp. 99–108.
11. Yildirim Y. Polymer modified asphalt binders. — Construction and Building Materials, 2007, Vol. 21, pp. 66–72.
12. Airey G.D. Rheological evaluation of polymer modified bitumens. — Construction and Building Materials, 2010, Vol. 24, pp. 577–584.


ISSN 3030-3907

13. Zhang H., Yu J., Xue L. Investigation of asphalt modification with composite additives: Polymer and mineral filler interaction. — Construction and Building Materials, 2016, Vol. 114, pp. 512–521.


ISSN 3030-3907

# AYOLLAR KO‘P FUNKSIYALI KIYIMI ASSORTIMENTI OQILONA TARKIBINI SHAKLLANTIRISH VA ISTE’MOLCHILAR TALABINI O‘RGANISHNING MARKETING USULLARI TAHLILI

**Sharipova Saodat Islomovna**
***Buxoro davlat texnika universiseti, dotsenti***
***E-mail: saodat9080@gmail.com***

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada ayollar oqilona garderobini shakllantirishda marketing tadqiqotlari iste’mol talabiga ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatishini aniqlashga imkon beradi, tikuv mahsulotlarini ishlab chiqarishni xaridorlar extiyojlarga bo‘lgan talablarni shakllantishi, bu esa o‘z navbatida ishlab chiqarishga joriy etiladigan ayollar kiyimlar to‘plamlarining tuzilishiga, shu jumladan ayollar ko‘p funksiyalik kiyimlar oqilona tarkibini shakllantirishga ta’sir qilishi ta’kidlangan.

**Kalit so‘zlar:** marketing tadqiqotlar**,** dasturiy-maqsadli rejalashtirish, kompleksli tahlil, ko‘p funksiyalik assortiment kolleksiyasi.

**Аннотация:** В данной статье рассматривается вопрос о том, оказывает ли маркетинговое исследование в процессе формирования рационального женского гардероба определенное влияние на потребительский спрос, и подчеркивается, что производство швейной продукции формируется потребностями покупателей, что, в свою очередь, влияет на структуру коллекций женской одежды, вводимых в производство, включая формирование рационального состава многофункциональной женской одежды.

**Ключевые слова:** маркетинговые исследования, программное планирование, комплексный анализ, многофункциональный ассортимент.

**Abstract:** This article examines whether marketing research in the process of forming a rational women's wardrobe has a certain influence on consumer demand, and emphasizes that the production of clothing products is formed by the needs of buyers, which, in turn, affects the structure of women's clothing collections introduced into production, including the formation of a rational composition of multifunctional women's clothing.

**Keywords:** marketing research, program planning, complex analysis, multifunctional assortment.

## KIRISH.

Kiyim modellarining zamonaviy sanoat kolleksiyalari yaratishda moda yo‘nalishidagi tavsiyalarni inobatga olinadi, ko‘pincha ijtimoiy buyurtma va kelajakdagi iste’mol, iqtisodiyot va ishlab chiqarishni rivojlanish istiqbollarini jiddiy tahlil qilmaydi. Biroq, bo‘lg‘usi buyumning obrazi kelajakdagi iste’molchining obrazi orqali qurish kerak, bu potensial iste’molchining


ISSN 3030-3907

ehtiyojlarini o‘rganishni talab qiladi. Kiyimlarni loyihalashda ilm-fan, texnologiya va amaliy san’atning so‘nggi yutuqlaridan maksimal darajada foydalanilishi kerak, loyihalanayotgan buyumlarning yuqori estetik va utilitar xususiyatlarini ta’minlaydigan, shuningdek, turli etno-milliy iste’molchilar guruhlarining ehtiyojlari va didlariga javob beradigan optimal konstruktiv va kompozitsion yechimlarni tanlash kerak [1]. Biroq, assortimentni rejalashtirishning an’anaviy usullari va zamonaviy sharoitlarda talab qilinadigan tadqiqotlar kerakli natijalarga olib kelmaydi. Shuning uchun assortimentni kompleks shakllantirish, optimallashtirish va prognozlashtirishning yangi yo‘llarini qo‘llash kerak, bunda standartlashtirish va marketingga kompleksli yondashuv muhim o‘rinda bo‘lishi kerak [2].

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**Marketing nafaqat samarali amaliyot, balki ilm-fandir. Shuning uchun marketing tadqiqotlarining asosiy usullari qat’iy sinflarga asoslanadi.Ular mavzuga nazariy yoki faqat amaliy yondashishni nazarda tutadi. Ilmiy yutuqlar va jamiyat ongini rivojlantirish bilan marketing tadqiqotlarining uslubiy asoslari ham o‘zgarishlarga uchraydi. Vazifalar turli usullar va texnikalar yordamida hal etiladi, lekin birinchi navbatda ikkita tadqiqot yo‘nalishi mavjud: analitik-prognostik va umumilmiy.

Umumilmiy tadqiqot usullari:

1. Tizim tahlil. Bozorda vaziyat, uning sabab-natija munosabatlari bilan ob’ekt sifatida qaraladi. Misol uchun, kompyuter texnologiyalarining tez tarqalishi jamiyatning axborotga bo‘lgan ehtiyojiga bog‘liq.

2. Kompleksli tahlil. Har qanday bozor holati murakkab tartibli munosabatlar tizimi sifatida qaraladi. Misol uchun, ma’lum bir mahsulotga bo‘lgan talabning pasayishi, tarqatish tizimining o‘zgarishi bilan bog‘liq. Ushbu tadqiqotni amalga oshirish orqali vaziyatni optimallashtirish uchun strategik va taktik maqsadlarni aniqlash mumkin.

3. Dasturiy-maqsadli rejalashtirish tadbiri bozorda o‘tkazilish strategiyasi va taktikasini ishlab chiqish uchun amalga oshiriladi. Bu usulga korxonaning barcha asosiy rejalashtirilgan faoliyatiga asoslanadi.

Marketing tadqiqotlari usullarining tizimli va kompleks tahlillari ko‘pincha parallel ravishda qo‘llaniladi. Ba’zan ob’ektiv tasvir faqat bozorda o‘zaro alaqalarni, shuningdek, ularning jihatlarini aniqlash orqali yaratilgan, chunki ular, bir-biridan ayri holda foydalanish mumkin emas [2].

Marketing tadqiqotlari usullari birinchi navbatda asosiy va ikkinchi darajali ma’lumotlarni yig‘ishga bo‘linadi. Ma’lumotlar ba’zi parallel maqsadlar uchun yig‘iladi. Jarayon asosiy va xususiy ma’lumotlarni to‘plash, ularni tahlil qilish va namuna olishdan iborat.


ISSN 3030-3907

Asosiy ma’lumotlar muayyan vazifa bilan ishlash uchun yig‘iladi va tanlangan usulga muvofiq yig‘iladi. U tadqiqotning barcha keyingi bosqichlari asosida yotadi. Ammo dastlabki ma’lumotlar o‘z tuzilishiga ega va quyidagi usullar bo‘yicha amalga oshirilishi mumkin: miqdoriy, sifatli va aralash.

Har bir alohida holatda, marketing tadqiqotlari vositalari turlicha, chunki maqsadlarda farq qiladi. Sifatli tadqiqotlar xatti – harakatlarning sabablari haqida ma’lumot olishni o‘z ichiga oladi, miqdoriy tadqiqotlar – miqdoriy ma’lumotlarni olish, aralash-har ikkala yo‘nalishni birlashtiradi. Marketing tadqiqotlarini o‘tkazish usullari bir-biriga o‘xshash va bir biridan farq qiladi.

Marketing tadqiqotlari texnologiyasi asosiy savollarga javoblarni aniqlashga qaratilgan:"qanday qilib, nima uchun, nimaga". Ushbu usul, qoida tariqasida, yangi mahsulotlarni ishlab chiqishda, keyingi reklama kompaniyasini ishga tushirishda yoki mahsulot sotilishini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlarni amalga oshirishdan oldin qo‘llaniladi.

Natijada iste’molchilarning ayrim guruhlarining niyatlari, istaklari, fikri, xatti-harakatlari, qarashlari haqida ma’lumot to‘planadi. Ma’lumotlar quyidagi yo‘llar bilan to‘planadi: chuqur intervyu, fokus-guruh va protokol tahlillari.

So‘rovnomalar, tekshiruvlar va testlar kabi ma’lumotlarni olishning ijtimoiy usullari bozorda mahsulot haqida ma’lumot olish yo‘llarini, iste’molchilarning istaklarini, yangi mahsulotlarga bo‘lgan munosabatni va yana ko‘p narsalarni ochishga imkon beradi.

Marketing tadqiqotlari demografiya va antropologiya uchun juda qulaydir, chunki turli xalqlarning madaniyati va hayotini o‘rganish korxonalar uchun bebaho ma’lumot beradi. Dizayn, falsafa, estetika, fiziologiya, tarix va hatto musiqa kabi fanlar marketingni juda foydali ma’lumotlar bilan ta’minlaydi.

Marketing tadqiqotlari iste’mol talabiga ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatadigan eng ko‘p miqdordagi mablag‘ni aniqlashga imkon beradi, tikuv mahsulotlarini ishlab chiqarishni xaridorlar extiyojlarga qaramlikka qo‘yadi va iste’molchiga kerakli mahsulot va miqdorda mahsulot ishlab chiqarishni talab qiladi. Ayollar kiyimning yetakchi belgilari quyidagicha: rang, siluet, rasm, bezak turi. Tanlangan belgilar bozor tadqiqotlari uchun so‘rovnomani tuzish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi [3].

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.** Ma’lumki, tikuv sanoati tomonidan ishlab chiqariladigan buyumlarning kelajakdagi "hayoti" asosan badiiy loyihalash bilan belgilanadi, bu buyum sifati va iste’mol xususiyatlariga sezilarli ta’sir qiladi. O‘z navbatida, ayollar kiyimlarning yangi modellarini ishlab chiqarish jarayoniga ushbu turdagi buyumni ishlab chiqarishga ijtimoiy buyurtma beradigan iste’molchilarning o‘zlari ta’sir ko‘rsatadi.


ISSN 3030-3907

Iste’molchilar - ayollar ham ko‘plab omillar ta’sirida bo‘lishadi, ularning eng asosiysi va ahamiyatlisi modadir. Moda – bu san’at va ishlab chiqarish to‘qnashgashida xosil bo‘ladigan hodisalardan biri bo‘lganligi sababli kiyimni loyihalashda va umuman ayollar modasining rivojlanishi bilan bog‘liq bir qator muammolar yuzaga keladi. Jarayon murakkab, chunki ayollar har doim o‘ziga xoslikka intiladi, kiyim uning majoziy “men” ini aks ettiradi, shuning uchun o‘smirlar kiyimlarini ommaviy ishlab chiqarishda eng katta qiyinchilik standart buyumda uyg‘un obrazni va kostyum individuallikni namoyon etadigan qobiliyati mujassamlashtirishdir [4]. Ammo, ayollarning moda olamidagi "yangi buyumlar"ni diqqat bilan kuzatib borishga tayyorligi bu vazifani biroz yengillashtirayotganini esdan chiqarmaslik kerak, bu esa ishlab chiqaruvchiga iste’molchilar talabini shakllantirish va o‘rganish bo‘yicha eng yaxshi choralarni ko‘rish uchun qo‘shimcha imkoniyat yaratadi. Ushbu faoliyatning asosiy yo‘nalishi marketing tadqiqotlari bo‘lib, keyinchalik sanoat kiyimlari to‘plamlarini loyihalashda ishlatiladigan zarur ma’lumotlarni to‘plash, tizimlashtirish va tahlil qilishni o‘z ichiga oladi. Bu zamonaviy ta’lim muassasalari o‘quvchilari uchun kiyimlarni yaratishda to‘g‘ri loyihaviy qarorlarini qabul qilishda alohida ahamiyatga ega.

Talab va taklifning nomutanosibligini bartaraf etish uchun insonning haqiqiy ehtiyojlarini tahlil qilish, kiyimlarga bo‘lgan talabni o‘rganish, umuman garderobni shakllantirish mexanizmini o‘rganish kerak. Moda tendensiyalarini, ishlab chiqarishning hozirgi holati va iste’molchilar ehtiyojlari to‘g‘risida ma’lumotni tizimli tahlil qilish asosida talab va taklifni bashorat qilish mumkin [41].

Shunga qaramay, talabning ikkitomonlama xarakterga ega ekanligini ta’kidlash kerak. Ikkittomonlamalik, bir tomondan, talab extiyojni ifodalashning bir shakli bo‘lib, bu holda biz talabning iste’molchi tomoniga, ya’ni ma’lum bir assortiment va sifatli mahsulotlarga bo‘lgan talabga, muayyan iste’mol xarajatlariga bo‘lgan talabga duch kelamiz. Boshqa tomondan, talab bozorning muhim elementi hisoblanadi. U sotib olingan tovarlar qiymatini to‘lash uchun mo‘ljallangan ma’lum miqdorda pul bilan ifodalanadi. Bunday holda, talabning hal qiluvchi tomoni paydo bo‘ladi. Talab va extiyoj o‘rtasida murakkab aloqalar mavjud. Ular bir butundir, lekin bu butunlikning asosi extiyoj. Ehtiyoj talabni belgilaydi va yaratadi. Ehtiyoj talabning asosiy mazmuni bo‘lib, uning mohiyatini ifodalaydi [41]. Yuqorida ta’kidlab o‘tilganidek, iste’mol talabini o‘rganish va shakllantirishning asosiy tadbirlari marketing tadqiqotlari hisoblanadi.

Firmalar tomonidan amalga oshirilgan marketing tadqiqotlarining xilma-xilligiga qaramasdan, ular [43,44] bajarish tartibini belgilovchi umumiy uslubiyatga asoslanadi.


ISSN 3030-3907

So‘rovnomadan olingan ma’lumot kiyim modellarining sanoat kolleksiyalarining oqilona tuzilishini taxmin qilish uchun ishlatiladi. Bunday axborotni o‘z vaqtida to‘plash kiyim modellarining badiiy-konstruktiv xususiyatlarga ko‘ra iste’molchilarning tanlovlariga alohida qonuniyatlarni, ehtiyojlarning o‘zgarishi dinamikasini belgilash, kiyim kompozitsiyasining eng mobil elementlarini aniqlash imkonini beradi [44, 45].

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.**Ayollar kiyimlari assortimentining zamonaviy oqilona tuzilishini shakllantirish asosida marketing tadqiqotlari natijalari yo‘nalishlar bo‘yicha yotadi:

- kiyimlarning umumiy mo‘ljallanish belgilariga qarab yoki uning ayrim turlari asosida bozorni segmentlash: mavsumiylikka, assortimentiga, ekspluatatsiya sharoitlariga, jins-yosh yoki to‘lalik xususiyatlariga, xom ashyo va material turlariga, potensial iste’molchilarning ijtimoiy va daromad holatiga;

- har bir ajratilgan bozor segmenti ichida mahsulot asosiy va qo‘shimcha badiiy-konstruktiv xususiyatlari (BKX) ko‘rinishi bo‘yicha iste’mol tanlovlar majmuasini shakllantirish: hajmi, silueti, yenglarining bichimi, asosiy konstruktiv bo‘laklanishilari, mato turlari, rangi, naqsh va h.k.lar, maxsus model xususiyatlari, shuningdek, modaga iste’molchilarning qarashlari.

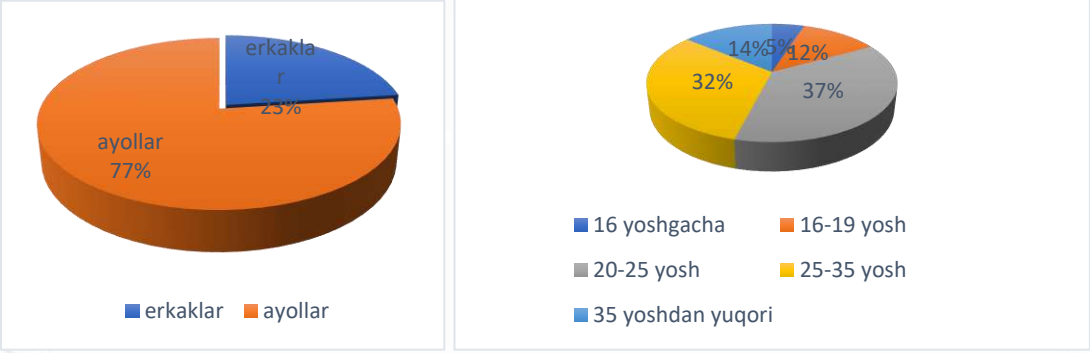
Oxirgi paytlarda "ko‘p funksiyalik assortiment kolleksiyasi" tushunchasi tobora kengroq foydalanmoqda. Muayyan maqsadlar uchun assortiment kolleksiyasini yaratish aholining ayrim guruhlari yoki ayrim hududlarida ekspluatatsiya uchun oqilona kiyim turlarini tashkil etish muammosiga kompleks yechimlarni o‘z ichiga oladi. Bunday yirik assortiment komplekslarini farqlash asosida eng keng tarqalgan belgilar mavjud: jinsi, iste’molchining yoshi, yashash joyi, mavsum va ekspluatatsiya sharoiti, xom ashyo yoki materiallarning turi.

Ushbu ishda zamonaviy assortimentda ayollar kiyimlari turlarining ko‘p uchraydigan ustuvor chastotasini aniqlash uchun biz moda jurnallaridan foydalangan holda ayollar kiyimlarining kostyum-ko‘ylak assortimentini tahlil qildindi, yetakchi modellashtirish markazlari, kiyimlarini ishlab chiqarishga ixtisoslashgan sanoat korxonalari ma’lumotlari asosida, bir qator oliy o‘quv yurtlarida, ayollar kiyimlari sotishga ixtisoslashgan do‘konlarida marketing tadqiqotlari olib borildi.

So‘rovnomani o‘tkazish uchun 18 ta savollarni o‘z ichiga olgan anketa tuzilgan. Tadqiqotda 77 % ayollar, 23 % erkaklar ishtirok etgan.

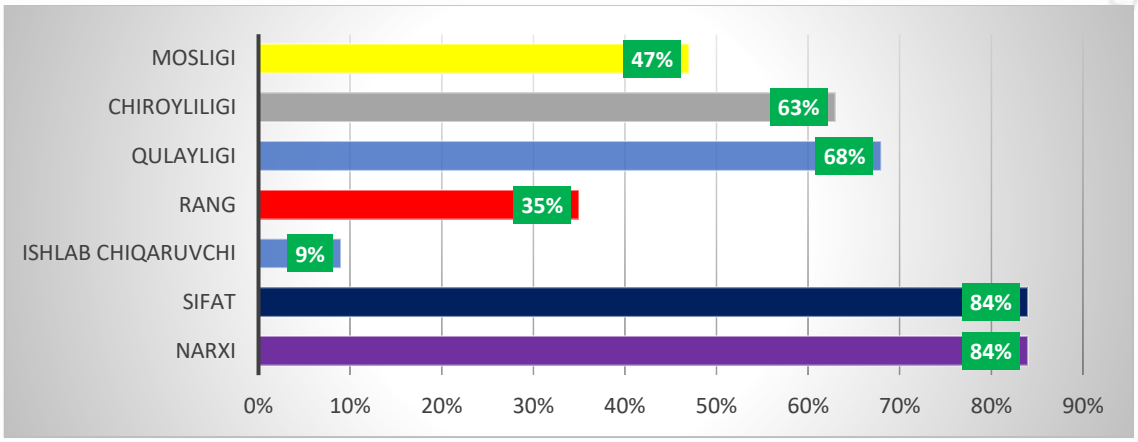
So‘rovnomada qatnashganlarning 5 foizini 16 yoshgacha bo‘lganlar, 12 foizini 16-19 yosh, 37 foizini 20-25 yosh, 32 foizini 25-35 yosh, 14 foizini 35 yoshdan oshganlar tashkil qiladi(1-расмга қаранг).


ISSN 3030-3907

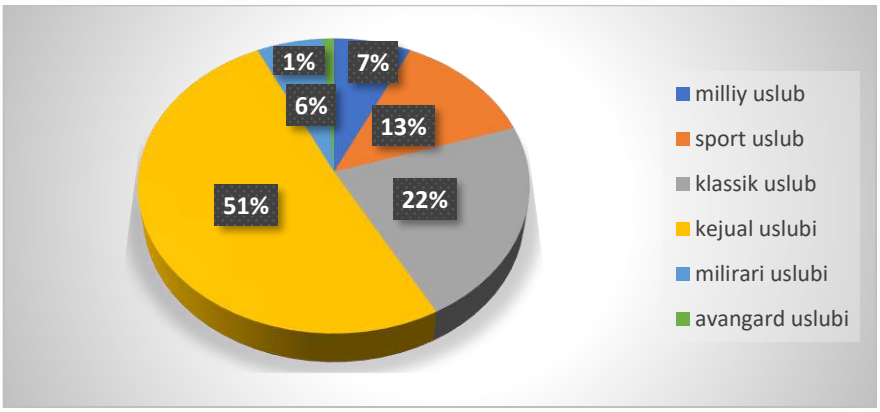



**1-rasm. Respondentlarni yoshi va jinsi(mualliflar tomonidan tuzilgan)**

Ko‘rsatgichlarning taqsimlanishi shuni ko‘rsatdiki tadqiqotlarda yoshlar auditoriya qatnashgan. So‘rovnomaning yana bir muhim kriteriylari quyidagicha taqsimlangan(2 -rasmга қаранг).




**2-rasm. Ayollar garderobidagi predmetlar va kiyimlarni tanlashdadagi muhim kriteriylar.**

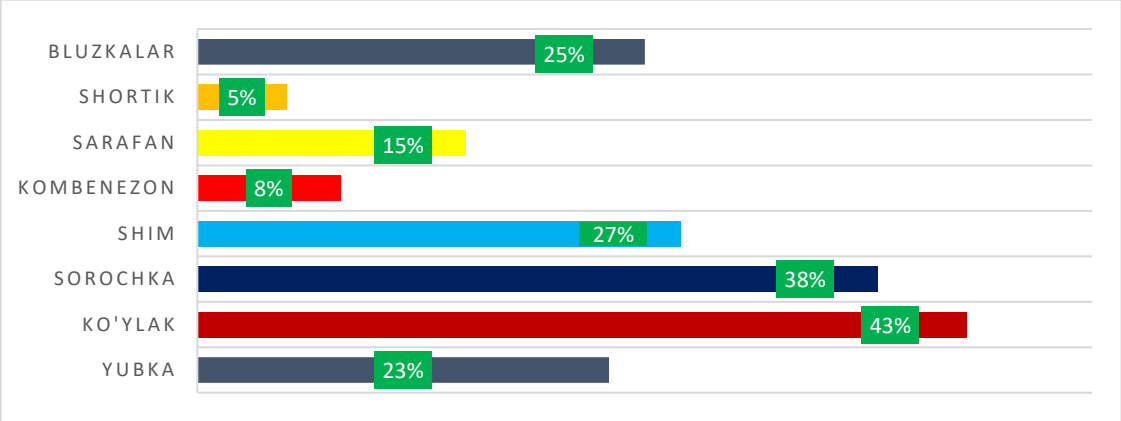



**3-rasm. Kiyimdagi afzal ko‘riladigan uslublar taqsimoti.**

Respondentlarni afzal ko‘radigan kiyim uslublari qo‘yidagi rasmda berilgan(3-rasm).

So‘rovnoma natijasida iste’molchilar bozordan va do‘konlardan qo‘idagi kiyimlarni ko‘proq sotib oladilar(4-rasmга қаранг).


ISSN 3030-3907




**4-rasm. Iste’molchilar bozordan va do‘konlardan ko‘proq sotib oladigan kiyimlar.**

**XULOSA VA TAKLIFLAR.**Ushbu olingan ma’lumotlar ayollar oqilona garderobini shakllantirishda quyidagi asosiy omillar iste’molchi tanlovlariga ta’sir ko‘rsatadi: demografik, ilmiy-texnik, psixologik omillar, siyosiy, madaniy omillar, shaxsiy omillar. Asosiy omillar bilan bir qatorda, estetik, funksional, ergonomik va etno-mintaqaviy omillar ham muhim rol o‘ynaydi, ularning har biri ko‘p yoki kamroq darajada muayyan iste’mol tanlovlariga ta’sir qiladi va shuning uchun ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarga bo‘lgan talablarni shakllantiradi, bu esa o‘z navbatida ishlab chiqarishga joriy etiladigan ayollar kiyimlar to‘plamlarining tuzilishiga, shu jumladan ayollar ko‘p funksiyalik kiyimlar oqilona tarkibini shakllantirishga ta’sir qiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Голубкова Е.Л. и др. Маркетинг. Выбор лучшего решения. М.: Экономика, 1993.
2. Концепция маркетинга в системе легкой промышленности. - М., 1991.
2. Joannes Vermorel "Прогнозирование спроса в модной индустрии" //"Industry deep dive" Parij.8 p. 83-85. febriory 8, 2017.
3. Самохвалова В.Л., Чернов Н.П., Гражданкин А.И., Гинзбург В.А. Социологические исследования и корректировка ассортиментной политики предприятия. // Кожевенно-обувная промышленность, 1991. - № 8. - 38 с.
4. Уразов В.А. Использование методов менеджмента в легкой промышленности. - М.: Легпромбытиздат, 1993. - 208 с.
5. Галицкий Е.Б. Методы маркетинговых исследований// М.: Институт Фонда "Общественное мнение", 2004. - 398 с
6. Коблякова Е.Б., Тузова И.А., Волкова Е.К. Маркетинговые исследования как основа для формирования структуры промышленной коллекции костюмов. // Швейная промышленность, №3,1993. с. 33-36


ISSN 3030-3907

7. Анурин В.Ф., Муромкина И.И.,Евтушенко ЕВ. Маркетинговые исследования потребительского рынка // Учебное пособие. Санк-Петербург: Питер,2004,272 с.


ISSN 3030-3907

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЛАГОМЕРЫ ХЛОПКА: ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ, ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

**Хамзаев Дилшод Иномджонович**
***Системный администратор, АО "Farg'onaazot", Республика Узбекистан, г. Фергана 150100***

**Аннотация.** Определение влажности хлопка имеет ключевое значение на всех этапах его переработки — от сбора до хранения и транспортировки. Электрические влагомеры, использующие ёмкостный и резистивный методы, обеспечивают высокую скорость, удобство и возможность интеграции в автоматизированные системы. В статье рассматриваются физические принципы работы электрических влагомеров, их применение в хлопковой промышленности, калибровка, точность, сравнительный анализ с другими методами, преимущества, ограничения и перспективы развития, включая внедрение многочастотного анализа и искусственного интеллекта. Приводятся примеры современных разработок в области сенсорики и микропроцессорной обработки сигнала.

**Ключевые слова:** электрический влагомер, влажность хлопка, ёмкостный метод, резистивный метод, бесконтактный контроль, калибровка, текстильная промышленность.

**Annotasiya.** Paxta namligini aniqlash uning qayta ishlashning barcha bosqichlarida hosilni yig'ib olishdan tortib saqlash va tashishgacha bo'lgan davrda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Kapasitiv va rezistiv usullardan foydalangan holda elektr namlik o'lchagichlari yuqori tezlik, qulaylik va avtomatlashtirilgan tizimlarga integratsiya qilish imkoniyatini taqdim etadi. Ushbu maqolada elektr namlik o'lchagichlarning fizik tamoyillari, ularning paxta sanoatida qo'llanilishi, kalibrlash, aniqlik, boshqa usullar bilan qiyosiy tahlil qilish, afzalliklari, cheklovlari va rivojlanish istiqbollari, jumladan, ko'p chastotali tahlil va sun'iy intellektni amalga oshirish ko'rib chiqiladi. Sensor texnologiyasi va mikroprotsessor signallarini qayta ishlash sohasidagi zamonaviy ishlanmalarga misollar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** elektr namlik o'lchagich, paxta namligi, sig'imli usul, qarshilik usuli, kontaktsiz nazorat, kalibrlash, to'qimachilik sanoati.

**Abstract.** Determining cotton moisture content is crucial at all stages of processing from harvesting to storage and transportation. Electric moisture meters using capacitive and resistive methods offer high speed, convenience, and the ability to integrate into automated systems. This article examines the physical principles of electric moisture meters, their application in the cotton industry, calibration, accuracy, comparative analysis with other methods, advantages, limitations, and development prospects, including the implementation of multi-


ISSN 3030-3907

frequency analysis and artificial intelligence. Examples of modern developments in sensor technology and microprocessor signal processing are provided.

**Key words:** electric moisture meter, cotton moisture, capacitive method, resistive method, non-contact control, calibration, textile industry.

**ВВЕДЕНИЕ.**

Хлопок является одним из важнейших сельскохозяйственных продуктов, широко используемым в текстильной, медицинской и других отраслях. Влажность хлопка существенно влияет на технологические процессы, массу продукции, энергозатраты при сушке и риск биологических повреждений при хранении. Традиционные методы, такие как гравиметрический или Карл-Фишер титрование, точны, но трудоёмки и медленны. Электрические влагомеры, основанные на измерении диэлектрической проницаемости или сопротивления, предлагают экспресс-методы, которые обеспечивают оперативность и автоматизацию.

**ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ.**

Анализ научных публикаций показывает, что методы определения влажности хлопка развиваются от традиционных (гравиметрический, метод Карла Фишера) к современным электрическим и электромагнитным подходам. Классические методы обеспечивают высокую точность, но ограничены низкой оперативностью и необходимостью лабораторных условий. Наиболее распространёнными являются ёмкостные и резистивные методы, основанные на зависимости диэлектрических и проводящих свойств хлопка от его влажности. Их преимущества заключаются в высокой скорости измерения и возможности интеграции в автоматизированные системы. При этом точность измерений зависит от температуры, плотности, неоднородности материала и наличия примесей. Современные исследования направлены на повышение точности за счёт применения многочастотного анализа, цифровой обработки сигналов и алгоритмов машинного обучения для адаптивной калибровки. Методология исследования основана на системном анализе существующих методов измерения, сравнительной оценке их характеристик и моделировании зависимости электрических параметров от влажности. Такой подход позволяет определить области эффективного применения технологий и обосновать направления их дальнейшего развития.

**Цель статьи:** Обзор принципов работы, особенностей применения, сравнительного анализа, преимуществ, ограничений и перспектив развития электрических влагомеров для хлопка.

**Принцип действия электрических влагомеров**


ISSN 3030-3907

Электрические влагомеры функционируют на основе зависимости электрических характеристик материала от содержания влаги. Используются два основных метода:

**Ёмкостный метод**: Основан на измерении диэлектрической проницаемости материала. Влажный хлопок имеет более высокую диэлектрическую проницаемость (ε ≈ 80 для воды при 20°C против ε ≈ 3–4 для сухого хлопка). Конденсаторная ячейка изменяет ёмкость в зависимости от влажности, что позволяет оценить содержание влаги.

**Резистивный (омический) метод**: измеряется электрическое сопротивление хлопковой массы. Влажный хлопок имеет более низкое сопротивление, чем сухой. Метод требует плотного контакта электродов с материалом

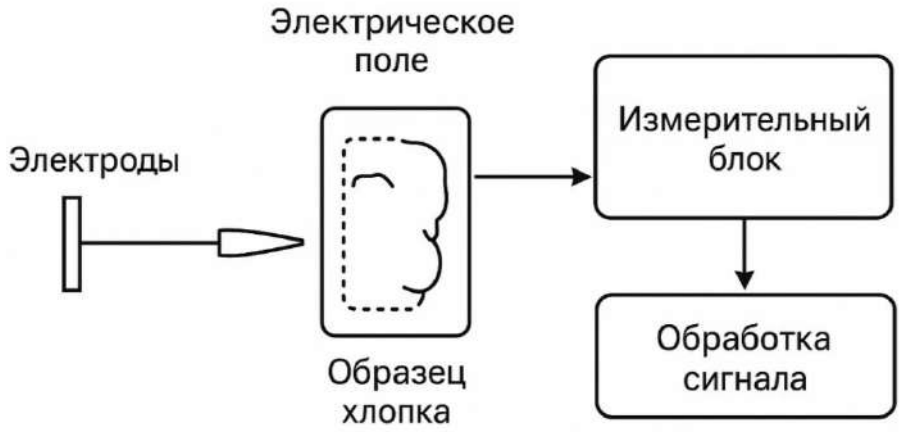



**Рисунок 1: Схема работы электрического влагомераи чувствителен к однородности пробы.**

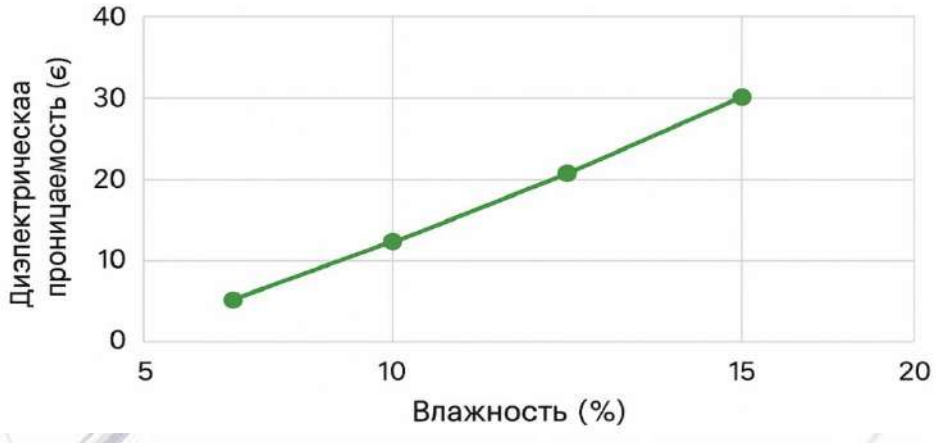



**График 1: Зависимость диэлектрической проницаемости от влажности хлопка Применение и особенности**

Электрические влагомеры могут быть портативными или стационарными. Портативные устройства применяются на полях и при


ISSN 3030-3907

первичной переработке. Стационарные встраиваются в поточные линии хлопкоочистительных заводов и обеспечивают непрерывный мониторинг.

**Преимущества**:

- Высокая скорость измерения (менее 5 секунд).
- Простота эксплуатации.
- Возможность автоматизации.

**Ограничения**:

- Необходимость калибровки под конкретные сорта хлопка.
- Чувствительность к плотности и однородности пробы.
- Потенциальная ошибка при наличии посторонних включений.

**Таблица 1.**

**Сравнение типов электрических влагомеров**

| Тип влагомера | Применение | Точность (%) | Скорость (сек) | Стоимость (приблизительная, USD) |
|---|---|---|---|---|
| Портативный | Полевой контроль | ±0.5–1.0 | <5 | 1000–3000 |
| Стационарный | Поточные линии | ±0.3–0.5 | Непрерывно | 5000–15000 |

**Калибровка и точность измерений**

Калибровка проводится с использованием стандартных образцов, влажность которых известна по гравиметрическому методу. Точность современных влагомеров может достигать ±0.3–0.5% при компенсации температуры и плотности. Алгоритмы цифровой обработки сигнала позволяют минимизировать помехи.

**Таблица 2.**

**Факторы влияния на точность**

| Фактор | Влияние | Компенсация |
|---|---|---|
| Температура | ±0.5% на 10°C | Температурные датчики и алгоритмы |
| Плотность | ±1.0% | Уплотняющие механизмы |
| Примеси | ±0.5% | Фильтрация сигнала |
| Неоднородность | ±0.3–0.7% | Многочастотный анализ |


ISSN 3030-3907

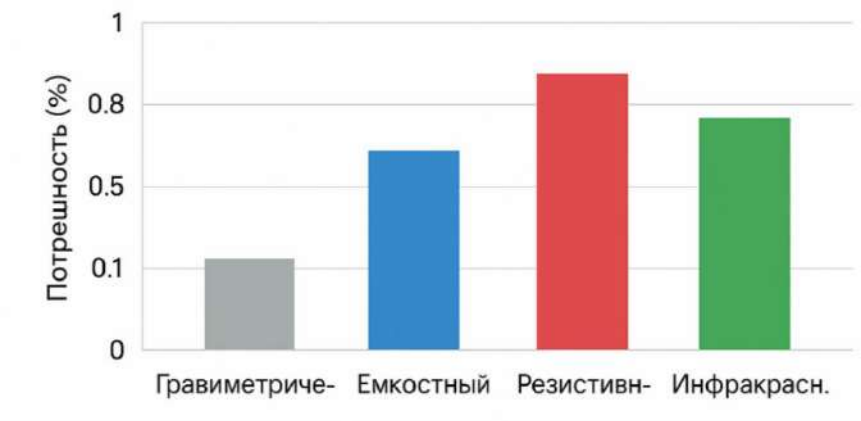



**График 2: Сравнение точности методов**

**Сравнительный анализ методов измерения влажности.**

Электрические влагомеры сравниваются с другими методами, такими как инфракрасный, микроволновой и НВЧ-резонанс. Электрические методы (ёмкостный и резистивный) выигрывают по скорости и стоимости, но требуют калибровки. Инфракрасные методы точнее при низкой влажности, а микроволновые — при высокой неоднородности.

**Таблица 3**

**Сравнение точности методов**

| **Направление** | **Описание** | **Преимущества** | **Пример применения** |
|---|---|---|---|
| Многочастотный анализ | Измерение на нескольких частотах | Учёт неоднородности, точность +20% | Частоты 100 кГц–1 МГц |
| ИИ-калибровка | Автоматическая адаптация моделей | Снижение ошибок на 15–30% | Нейросети для обработки сигнала |
| IoT-интеграция | Беспроводной мониторинг | Реальное время, автоматизация | Облачная аналитика на складах |
| MEMS-сенсоры | Миниатюризация | Мобильность, низкая стоимость | Установка на комбайны |


ISSN 3030-3907

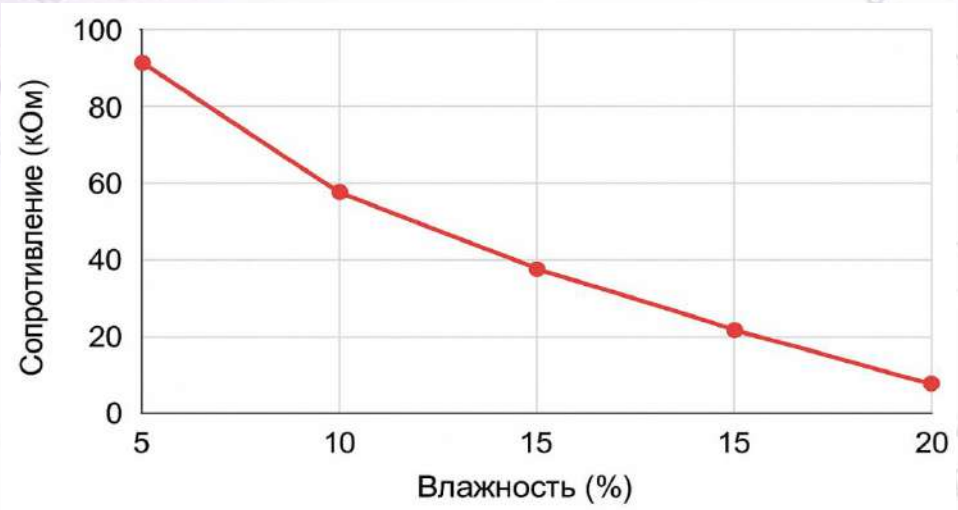



**График 4: Зависимость сопротивления от влажности (резистивный метод)**

**Современные разработки.**

Современные влагомеры оснащаются микроконтроллерами, цифровыми интерфейсами и беспроводной передачей данных. Исследуются методы компенсации влияний с помощью машинного обучения. Многочастотное измерение улучшает точность при варьирующемся составе материала. Комплексные импедансные измерения демонстрируют перспективные результаты.

**Перспективы развития.**

Внедрение многочастотного анализа для учета неоднородности. Использование ИИ для обработки сигналов и адаптивной калибровки. Интеграция с IoT для реального времени мониторинга. MEMS-технологии для миниатюрных сенсоров на уборочной технике.

**Таблица 4.**

**Перспективы развития**

| **Направление** | **Описание** | **Преимущества** |
|---|---|---|
| Многочастотный анализ | Измерение на нескольких частотах | Учёт неоднородности, точность +20% |
| ИИ-калибровка | Автоматическая адаптация | Снижение ошибок на 15–30% |
| IoT-интеграция | Беспроводной мониторинг | Реальное время, автоматизация |
| MEMS-сенсоры | Миниатюризация | Мобильность, низкая стоимость |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Электрические влагомеры представляют собой эффективное средство контроля влажности хлопка, обеспечивая оперативность и точность в


ISSN 3030-3907

промышленных и полевых условиях. Их преимущества включают высокую скорость, простоту эксплуатации и возможность автоматизации. Ограничения, такие как необходимость калибровки и чувствительность к неоднородности, компенсируются современными разработками, включая многочастотный анализ и ИИ. Перспективными направлениями являются интеграция с IoT и разработка MEMS-сенсоров, что расширяет возможности применения в агропромышленном комплексе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатов С.А., "Методы измерения влажности волокнистых материалов", М.: Легпромиздат, 2019.
2. Goyal, R. K., et al. "Moisture Measurement Techniques for Agricultural Products: A Review", Journal of Agricultural Engineering, 2020.
3. Карасёв А.П., "Электрические свойства текстильных материалов", Текстильная промышленность, 2021.
4. Хамзаев Дилшод Иномджонович. (2025). «Современные методы и технологии для быстрого определения влажности хлопка», https://doi.org/10.5281/zenodo.16939010.
5. Дилшод Хамзаев. «Современные методы и технологические подходы к оперативному определению влажности хлопка», “Ta’lim, fan va innovatsiya” jurnali, 5-выпуск, 2025.
6. ASTM D5867 – 16: Standard Test Methods for Measurement of Physical Properties of Raw Cotton.
7. Zhang, L. & Wang, J., “Development of a Capacitive Moisture Sensor for Cotton”, Sensors and Actuators A: Physical, 2022.
8. Влагомеры хлопка. AQUA-LAB. https://xn----7sbabfc9cl.xn--p1ai/253-vlagomery-khlopka.
9. Smith, J. & Brown, T., “Advances in Impedance-Based Moisture Sensors”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2023.
10. Соловьёв С.А. "Инфракрасные методы измерения влажности", М.: Наука, 2021.
11. Bannon, D.I. “Near-Infrared Spectroscopy for Agricultural Moisture Measurement”, Applied Spectroscopy Reviews, 2020.
12. Лысенко В.Н. "Влагомерный контроль текстильного сырья", Текстильная промышленность, 2019.


ISSN 3030-3907

UO‘K. 677.051

# TEXNOLOGIK MASHINALARNING TAXLAMLI ISHCHI ORGANLARIDA EGILISH TEBRANISHLARIGA KONSTRUKTIV VA EKSPLUATATSION OMILLARNING TA’SIRI

**Abduvaxidov Mutaxxirxon Muboshirovich**
*Namangan Davlat Texnika Universiteti, PhD, dotsent*
*Tel: +998913612002,*
*https://t.me/Mutahhirxon*
*E-mail: mutahhir_74@mail.ru*
**Mirjalolzoda Bobirmirzo**
*Namangan Davlat Texnika Universiteti, doktorant.*
*Tel: +998941551155*
*https://t.me/Mirjalolzoda*
**Umarov Akmal Akparaliyevich**
*Namangan Davlat Texnika Universiteti, DsC, dotsent*
*Tel: +998902193190*
*https://t.me/Akmal1239*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada texnologik mashinalarning moslashuvchan taxlamli ishchi organlarida yuzaga keladigan egilish tebranishlarining qonuniyatlari ko‘rib chiqilgan. Taxlam elementlarining konstruktiv parametrlari, ekspluatatsion yuklanishlar hamda geometrik tavsiflarining tizimning dinamik xarakteristikasiga ta’siri tahlil qilingan. Timoshenko egilish tebranishlarining aniqlashtirilgan nazariyasi asosida potensial va kinetik energiya ifodalari, shuningdek erkin tebranishlarning differensial tenglamalari hosil qilingan. Olingan bog‘lanishlar texnologik mashinalarning ishchi organlarini loyihalash va optimallashtirish jarayonida qo‘llanishi mumkin.

**Kalit so‘zlar:** egilish tebranishlari, taxlamli ishchi organ, mashinalar dinamikasi, bikrlik, kesim inertsiya momenti, texnologik yuklanish, taxlamli ishchi organ.

**Аннотация.** В статье рассмотрены закономерности изгибных колебаний гибких пакетных рабочих органов технологических машин. Проведен анализ влияния конструктивных параметров, эксплуатационных нагрузок и геометрических характеристик элементов пакета на динамическое поведение системы. На основе уточненной теории изгибных колебаний Тимошенко получены выражения потенциальной и кинетической энергии, а также дифференциальные уравнения свободных колебаний. Полученные зависимости могут быть использованы при проектировании и оптимизации рабочих органов технологических машин.

**Ключевые слова:** изгибные колебания, пакетный рабочий орган, динамика машин, жесткость, инерция сечений, технологическая нагрузка, пакетный рабочий орган.

**Abstract.** The paper examines the governing regularities of bending vibrations of flexible packet-type working elements of technological machines. An analysis of the influence of structural parameters, operational loads, and geometric characteristics of packet elements on the dynamic behavior of the system has been carried out. Based on the refined Timoshenko bending vibration theory, expressions for the potential and kinetic energy, as well as the differential equations of free vibrations, have been obtained. The derived relationships can be used in the design and optimization of working elements of technological machines.

**Keywords:** bending vibrations, packet-type working element, machine dynamics, stiffness, section inertia, technological loading, packet-type working element

**KIRISH.**

Zamonaviy to‘qimachilik va qayta ishlash sanoati texnologik mashinalari dinamik yuklanishlar sharoitida ishlovchi moslashuvchan taxlamli ishchi organlarning mavjudligi bilan tavsiflanadi. Ularning tebranish xususiyatlari jihozlarning ishonchliligiga, texnologik jarayon sifatiga hamda konstruktiv elementlarning xizmat muddati va uzoq muddatli mustahkamligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Shu munosabat bilan bunday tizimlarning egilish tebranishlariga konstruktiv va ekspluatatsion omillar ta’sirini hisobga oluvchi aniqlashtirilgan hisoblash modellarini ishlab chiqish dolzarb vazifa hisoblanadi.

**1. Konstruktiv omillarning egilish tebranishlariga ta’siri.**

Ayrim taxlamli ishchi organlarning o‘ziga xos xususiyati - ularning ko‘ndalang o‘lchamlari bilan uzunligi o‘rtasidagi nisbat shunday bo‘ladiki, bunda ko‘chish deformatsiyalari hamda ko‘ndalang kesimlarning buralish inertsiya ta’sirini hisobga olish zarur bo‘ladi. Mazkur omillarni hisobga olish Timoshenko egilish tebranishlari nazariyasiga asoslanadi, unga ko‘ra ko‘ndalang kesimlar tekisligicha qoladi, biroq neytral o‘qqa nisbatan burilishi mumkin.

Deformatsiyalar taqsimotini tavsiflash uchun quyidagi parametrlar kiritiladi:

- ko‘chishninig o‘rtacha burchagi $\beta$.
- urinma kuchlanishlar taqsimotining nochiziqliligini tavsiflovchi koeffitsiyent $\chi$.

Ko‘chishning o‘rtacha burchagi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.


ISSN 3030-3907

$$\beta = \frac{1}{F}\int_F \gamma^2 dF$$

bu yerda: $F$ – ko‘ndalang kesim yuzasi;
$\gamma$ – ko‘chishning lokal burchagi.

Egilish jarayonida yuzaga keladigan urinma kuchlanishlar Juravskiy formulasi bo‘yicha aniqlanadi.

$$\tau = \frac{QS}{Jb}$$

bu yerda: $Q$ – ko‘ndalang kuch;
$S$ – kesimning ajratilgan qismi statik momenti;
$J$ – inertsiya momenti.

Ko‘rsatilgan parametrlarni hisobga olgan holda egilish tebranishlarining potensial (1) va kinetik (2) energiyasi ifodalari hosil qilingan.

$$U = \frac{1}{2}\int_0^L \left(E_e J_e \left(\frac{d^2u}{dz^2}\right)^2 + \chi G_e F_e \left(\beta - \frac{du}{dz}\right)^2\right) dz \qquad (1)$$

$$T = \frac{1}{2}\int_0^L \left(\rho_e F_e \left(\frac{du}{dt}\right)^2 + \rho_e J_e \left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2\right) dz \qquad (2)$$

bu yerda: $u(z,t)$ – ishchi organning ko‘ndalang ko‘chishi;
$\beta(z,t)$ – ko‘ndalang kesimning buralish burchagi;
$E_e J_e$ – taxlamli konstruksiyaning ekvivalent egilish bikrligi;
$G_e F_e$ – ko‘chishning ekvivalent bikrligi;
$\rho_e$ – keltirilgan zichlik;
$\chi$ – kesim shakli koeffitsiyenti.

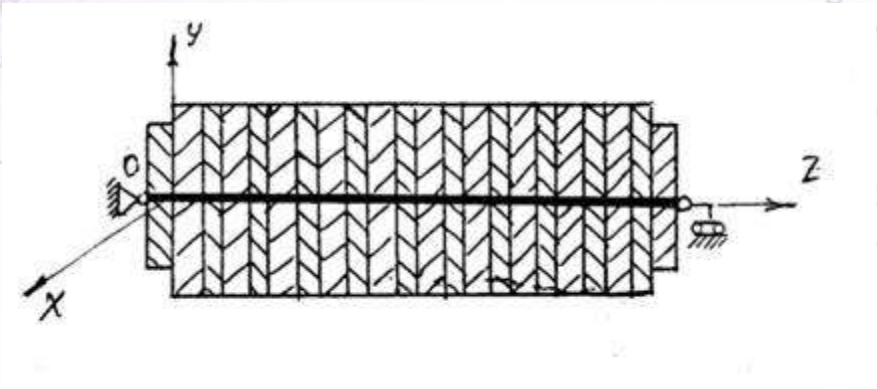
Gamilton prinsipi asosida moslashuvchan taxalmli ishchi organning erkin egilish tebranishlarining differensial tenglamasi (3) hosil qilingan (1-rasm)

$$E_e J_e \frac{d^4u}{dz^4} + \chi G_e F_e \left(\frac{d^2u}{dz^2} - \frac{d\beta}{dz}\right) + \rho_e F_e \frac{d^2u}{dt^2} + \rho_e J_e \frac{d^2\beta}{dt^2} = 0 \qquad (3)$$

(3)-tenglama taxlamli ishchi organning dinamik holatiga egilish bikrligi, ko‘chish deformatsiyalari hamda inertsiya tavsiflarining o‘zaro ta’sirini tavsiflaydi.

Birinchi hadi egilishga qarshilikni, ikkinchisi - siljish deformatsiyalarining ta’sirini, uchinchisi - ilgarilanma inertsiya ta’sirini, to‘rtinchisi esa ko‘ndalang kesimlarning aylanish inertsiya ta’sirini ifodalaydi.


ISSN 3030-3907



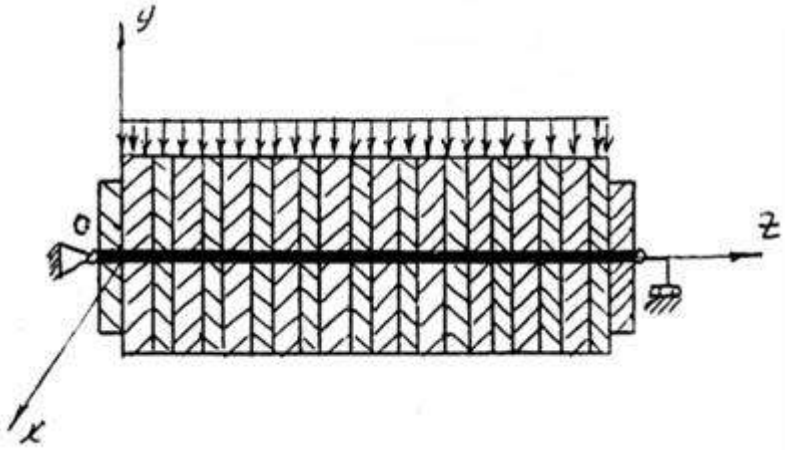

**1-rasm. Ko‘chish deformatsiyalari va kesimlarning buralish inertsiya ta’siri hisobga olingan holdagi moslashuvchan taxlamli ishchi organning hisoblash sxemasi**

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, disk elementlardan tashkil topgan taxalmning bikrligini oshirish tebranishlarning xususiy chastotalari ortishiga olib keladi, ishchi organning uzunligini oshirish esa dinamik barqarorlikning pasayishiga sabab bo‘ladi.

**2. Ekspluatatsion omillarning ta’siri**

Ekspluatatsion omillar ichida eng katta ta’sir texnologik qarshilikka tegishli bo‘lib, hisoblashlarda u ishchi organ uzunligi bo‘ylab bir tekis taqsimlangan yuklanish sifatida qaraladi (2-rasm).

Miqdoriy baholash uchun ishchi organning birlik egilishini hosil qilish uchun zarur bo‘lgan kuchni tavsiflovchi taqsimlangan texnologik yuklanish koeffitsiyenti $k_n$ dan foydalaniladi.




**2-rasm. Taxlamli ishchi organga bir tekis taqsimlangan texnologik yuklanish ta’siri sxemasi**

Mazkur yuklanishni hisobga olgan holda tizimning potensial energiyasi (4)-ifoda orqali, kinetik energiyasi esa (2)-formula bo‘yicha aniqlanadi

$$U = \frac{1}{2}\int_0^L \left( E_e J_e \left(\frac{d^2u}{dz^2}\right)^2 + \chi G_e F_e \left(\beta - \frac{du}{dz}\right)^2 + k_n u^2 \right) dz \qquad (4)$$

$k_n$ - taqsimlangan texnologik yuklanish koeffitsiyenti.


ISSN 3030-3907

Uchinchi hadi texnologik muhit qarshiligi bilan bog‘liq holda yuzaga keladigan tizimning qo‘shimcha potensial energiyasini tavsiflaydi.

Potensial va kinetik energiya ifodalariga Gamilton prinsipi hamda Lagranjning II tur tenglamalarini qo‘llash natijasida egilish tebranishlarining aniqlashtirilgan tenglamasi hosil qilinadi.

$$E_e J_e \frac{d^4u}{dz^4} + \chi G_e F_e \left(\frac{d^2u}{dz^2} - \frac{d\beta}{dz}\right) + k_n u + \rho_e F_e \frac{d^2u}{dt^2} + \rho_e J_e \frac{d^2\beta}{dt^2} = 0 \qquad (5)$$

(5)-tenglama tashqi texnologik muhit qarshiligi mavjud bo‘lgan sharoitda moslashuvchan taxlamli ishchi organning dinamik holatini tavsiflaydi.

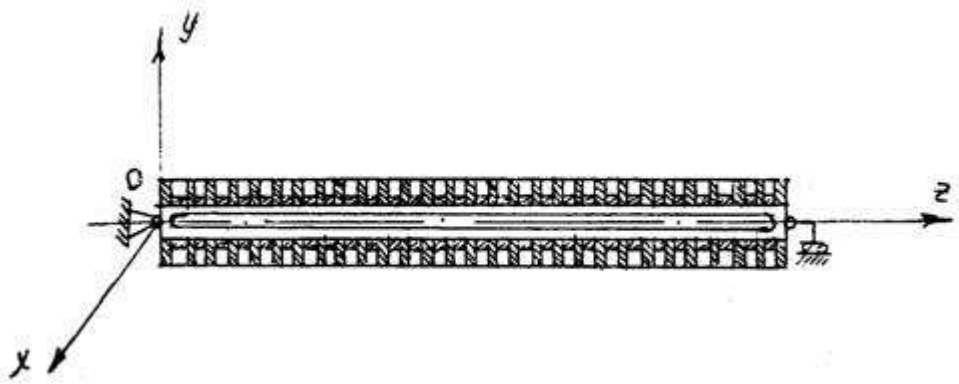
Mazkur $k_n u$ hadi egilish tebranishlari shakllari va xususiy chastotalarining qo‘shimcha o‘zgarishiga olib keluvchi taqsimlangan yuklanish ta’sirini aks ettiradi.

(5)-tenglama tahlili shuni ko‘rsatadiki, taqsimlangan texnologik yuklanish koeffitsiyentining ortishi xususiy chastotalarning oshishiga va tebranish amplitudasining kamayishiga olib keladi.

Olingan natijalar texnologik yuklanishlar tebranish shakllarini sezilarli darajada o‘zgartirishi hamda bikrlik va massa parametrlarining ma’lum qiymatlarida rezonans rejimlarining yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

**3. Taxlamli ishchi organlarning egilish tebranishlari.**

Taxlamli ishchi organning hisoblash sxemasi 3-rasmda keltirilgan. Birinchi yondashuvda egilishga faqat val ishlaydi, taxlamning ta’siri esa massa taqsimotining o‘zgarishi orqali hisobga olinadi.




**3-rasm. Egilishga ishlovchi val bilan tortib biriktirilgan taxlamli ishchi organning hisoblash sxemasi**

Bu holda deformatsiyaning potensial energiyasi (6)-ifoda orqali aniqlanadi,

$$U = \int_0^L E_e J_e \left(\frac{d^2u}{dz^2}\right)^2 dz \qquad (6)$$

Kinetik energiya esa val va disk elementlarining yig‘indi massasini hisobga olgan holda (7)-ifoda bilan aniqlanadi.


ISSN 3030-3907

$$T = \frac{1}{2}\int_0^L (\rho_b F_b + \rho_n J_{ekv}) \left(\frac{du}{dt}\right)^2 dz \qquad (7)$$

Gamilton prinsipidan foydalanib, taxlamli ishchi organning erkin egilish tebranishlari differensial tenglamasi hosil qilinadi.

Natijada erkin egilish tebranishlarining quyidagi tenglamasi olinadi:

$$E_e J_e \frac{d^4u}{dz^4} + (\rho_b F_b + \rho_n J_{ekv}) \frac{d^2u}{dt^2} = 0 \qquad (8)$$

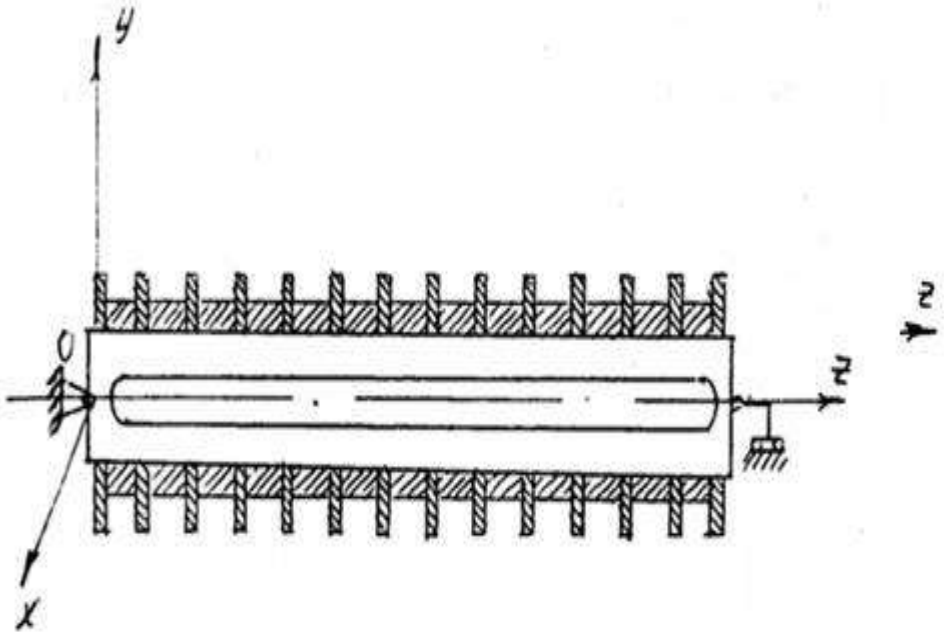
Modelni yanada aniqlashtirish jarayonida taxlamning egilish bikrligi ham hisobga olinadi, bu esa quyidagi tenglamani hosil qiladi:

$$(E_b J_b + E_n J_n) \frac{d^4u}{dz^4} + (\rho_b F_b + \rho_n F_{ekv}) \frac{d^2u}{dt^2} = 0 \qquad (9)$$

Bu esa texnologik mashinalar ishchi organlarini loyihalash jarayonida tizimning dinamik tavsiflarini yanada aniqroq aniqlash imkonini beradi.

**4. Qisqa valli ishchi organlarning tebranishlari.**

Nisbatan qisqa vallarga ega konstruksiyalar uchun siljish deformatsiyalari hamda ko‘ndalang kesimlarning aylanish inertsiya ta’sirini hisobga olish zarur. Tegishli hisoblash sxemasi 4-rasmda keltirilgan.




**4-rasm. Nisbatan qisqa valga ega taxlamli ishchi organning hisoblash sxemasi**

Tizimning potensial va kinetik energiyasi mos ravishda (10) va (11)-ifodalar bilan tavsiflanadi:

$$U = \frac{1}{2}\int_0^L \left(E_e J_e \left(\frac{d^2u}{dz^2}\right)^2 + \chi_e G_e F_e \left(\beta - \frac{du}{dz}\right)^2\right) dz \qquad (10)$$

$$T = \frac{1}{2}\int_0^L \left(\rho_b F_b + \rho_b F_b \left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2 + \rho_n F_{ekv} \left(\frac{du}{dt}\right)^2\right) dz \qquad (11)$$


ISSN 3030-3907

Gamilton prinsipi hamda Lagranjning ikkinchi tur tenglamalarini qo‘llash orqali egilish tebranishlarining differensial tenglamasi hosil qilinadi.

$$E_e J_e \frac{d^4u}{dz^4} + \chi_b G_b F_b \left(\frac{d^2u}{dz^2} - \frac{d\beta}{dz}\right) + (\rho_b F_b + \rho_n J_{ekv}) \frac{d^2u}{dt^2} + \rho_b J_b \frac{d^2\beta}{dt^2} = 0 \qquad (12)$$

Mazkur omillarni hisobga olish ayniqsa aylanish chastotasi yuqori bo‘lgan hamda sezilarli dinamik yuklanishlar ta’sirida ishlovchi mashinalar uchun muhim ahamiyatga ega.

**XULOSA.**

1. Taxlamli ishchi organlarning egilish tebranishlari konstruktiv va ekspluatatsion omillarning majmuaviy ta’siri bilan belgilanadi.

2. Timoshenko nazariyasini qo‘llash siljish deformatsiyalari hamda kesimlarning buralish inertsiya ta’sirini hisobga olish imkonini berib, dinamik hisoblashlar aniqligini oshiradi.

3. Olingan differensial tenglamalardan texnologik mashinalarning ish rejimlaridagi kritik holatlarni aniqlash va hisoblashda foydalanish mumkin.

4. Taxlamning egilish bikrligini oshirish tizim barqarorligini kuchaytiradi, biroq massasining ortishi xususiy tebranish chastotalarining kamayishiga olib keladi.

5. Tadqiqot natijalari to‘qimachilik va paxta tozalash mashinalari ishchi organlari konstruksiyasini optimallashtirish jarayonida qo‘llanishi mumkin.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Azlarov T., Rahmatov O. *Mashina detallari va konstruksiyalari*. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018. – 356 b.
2. Ahmedov Q.X. *Texnologik mashinalar nazariyasi*. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. – 412 b.
3. Mirsaidov M.M. *Tebranishlar nazariyasi va texnik tizimlar dinamikasi*. – Toshkent, 2019. – 280 b.
4. Tursunov A., Xudoyberdiyev B. *Mashina va mexanizmlar nazariyasi*. – Toshkent: Voris-nashriyot, 2017. – 325 b.
5. Den Hartog J.P. Mechanical Vibrations. – New York: McGraw-Hill, 1985. – 436 p.
6. Rao S.S. Mechanical Vibrations. – Pearson Education, 2011. – 1100 p.
7. Thomson W.T. Theory of Vibration with Applications. – CRC Press, 1998. – 560 p.
8. Timoshenko S.P. Vibration Problems in Engineering. – New York: Wiley, 1974. – 468 p.
9. Karimov A.A. *Texnologik jihozlarda dinamik yuklanishlar*. – Toshkent: Tafakkur, 2021. – 240 b.


ISSN 3030-3907

10. Xolmurodov Sh. *Sanoat mashinalarining ekspluatatsion ishonchliligi*. – Toshkent, 2016. – 295 b.
11. Blevins R.D. Formulas for Natural Frequency and Mode Shape. – Krieger Publishing Company, 2001. – 480 p.
12. Landau L.D., Lifshitz E.M. Theory of Elasticity. – Butterworth-Heinemann, 1986. – 187 p.


ISSN 3030-3907

# GLITSIRRIZIN KISLOTASI MONOAMMONIYLI TUZI BILAN ZEATINNING MOLEKULYAR KOMPLEKSLARI

**Maxmudjon Xoliqov**
*Guliston davlat universiteti Bioorganik kimyo yo‘nalishi PhD talabasi*
*E-mail: mahmudxoliqov030@gmail.com*
**Maxmudjon G‘afurov**
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo instituti yetakchi ilmiy xodimi, k.f.f.d, professor*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada glitsirrizin kislotasi monoammoniyli tuzi (GKMAT) bilan zeatinning supramolekulyar komplekslarning olinishi va ularning spektral tavsifi yoritilgan. Komplekslar 2:1, 4:1 va 8:1 molyar nisbatlarda olindi. Olingan namunalar UB- va IQ-spektroskopiya usuli yordamida o‘rganildi. Tadqiqot natijalari GKMAT va zeatin o‘rtasida nokovalent o‘zaro ta’sirlar, xususan vodorod bog‘lari va gidrofob ta’sirlar mavjudligini ko‘rsatdi. Birikmalar mos ravishda 89%, 90% va 93% unumni ni tashkil etdi.. Olingan natijalar GKMATni zeatin uchun yangi supramolekulyar komplekslarini olish imkonini berdi.

**Kalit so‘zlar:**, GKMAT, zeatin, supramolekulyar kompleks, UB-spektroskopiya, IQ-spektroskopiya.

**Abstract.** This article discusses the preparation of supramolecular complexes based on monoammonium glycyrrhizinate (MASGA) and zeatin, as well as their spectral characterization. The complexes were prepared in molar ratios of 2:1, 4:1 and 8:1 by a liquid-phase method. The physicochemical properties of the obtained samples were studied by ultraviolet and infrared spectroscopy. The results showed that non-covalent interactions, especially hydrogen bonding and hydrophobic interactions, occur between and (MASGA) zeatin. The yields of the complexes were 89%, 90% and 93%, respectively. Changes observed in the UV and IR spectra confirmed the formation of supramolecular complexes. The obtained results indicate that (MASGA) can be regarded as a promising supramolecular carrier for zeatin.

**Keywords:** MASGA, zeatin, supramolecular complex, UV spectroscopy, IR spectroscopy, molar ratio.

**Аннотация.** В статье рассмотрено получение супрамолекулярных комплексов на основе моноаммониевой соли глицирризиновой кислоты (МАГК) и зеатина, а также их спектральная характеристика. Комплексы были получены в молярных соотношениях 2:1, 4:1 и 8:1 жидкофазным методом. Физико-химические свойства образцов изучены методами ультрафиолетовой и инфракрасной спектроскопии. Результаты показали наличие нековалентных взаимодействий между МАГК и зеатином, прежде


ISSN 3030-3907

всего водородных связей и гидрофобных взаимодействий. Выход комплексов составил соответственно 89%, 90% и 93%. Изменения в УФ- и ИК-спектрах подтвердили образование супрамолекулярных комплексов. Полученные результаты позволяют рассматривать МАГК как перспективный супрамолекулярный носитель для зеатина.

**Ключевые слова:** моноаммониевая соль глицирризиновой кислоты, МАГК, зеатин, супрамолекулярный комплекс, УФ-спектроскопия, ИК-спектроскопия, молярное соотношение,.

**KIRISH.**

Glitsirrizin kislotasi tabiiy triterpen glikozidlar sinfiga mansub bo‘lib, uning molekulasida gidrofob va gidrofil fragmentlarning birgalikda mavjudligi supramolekulyar kimyo nuqtayi nazaridan muhim ahamiyat kasb etadi [1], [2]. Bunday amfifil birikmalar eritmalarda o‘z-o‘zidan assotsiatsiyalanish, agregatlar hosil qilish va kichik molekulali biologik faol moddalar bilan “mehmon–mezbon” tipidagi tizimlar qobiliyatiga ega [1], [7]. Shu sababli glitsirrizin kislotasi va uning birikmalari biofaol yangi moddalar sifatida qaraladi [2], [7].

Zeatin esa sitokininlar guruhiga mansub tabiiy fitogormon bo‘lib, hujayra bo‘linishi, o‘sish va rivojlanish jarayonlarini boshqarishda muhim rol o‘ynaydi [3], [8]. Zeatinning yuqori biologik faolligi bilan bir qatorda, uning muhit sharoitlariga sezgirligi, oksidlanishga moyilligi va amaliy qo‘llashdagi muammolari uni tashuvchi tizimlar asosida modifikatsiyalash zaruratini yuzaga keltiradi [3]–[5]. Shu nuqtayi nazardan, zeatinni glitsirrizin kislotasining monoammoniyli tuzini supramolekulyar holatga o‘tkazish nazariy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi GKMAT va zeatin o‘rtasida supramolekulyar komplekslar hosil bo‘lish sharoitlarini o‘rganib, ularni 2:1, 4:1 va 8:1 molyar nisbatlarda olish hamda olingan komplekslarning ayrim fizik-kimyoviy va spektralini tahlil qilishdan iborat.

**METODOLOGIYA.**

Tadqiqot obyekti sifatida glitsirrizin kislotasining monoammoniyli tuzi va zeatin tanlandi [1; 2; 3]. Komplekslar uch xil nisbatlarda tayyorlandi. Bunda oldindan tayyorlangan GKMAT eritmasiga zeatinning etanolli yoki suv-etanolli eritmasi tomchilatib qo‘shildi. Hosil bo‘lgan aralashma ma’lum vaqt davomida doimiy harorat sharoitida aralashtirildi, so‘ng muvozanat holatiga keltirilib, erituvchi bug‘latildi va qurutish shkafida quritildi [6; 7]. Jarayonda haroratning mo‘tadil diapazonda, ya’ni 20–35°C oralig‘ida saqlanishi komplekslanishning samarali kechishi uchun muhim deb baholandi [6].

**TAHLIL VA NATIJALAR.**


ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida GKMAT va zeatin asosida uch xil molyar nisbatdagi supramolekulyar komplekslar olindi. Komplekslarning unumi 2:1 nisbatda 89%, 4:1 nisbatda 90% va 8:1 nisbatda 93% ni tashkil etdi. Suyuqlanish haroratlari mos ravishda 203±3°C, 207±3°C va 210±3°C bo‘ldi.

UB-spektroskopik tahlilga ko‘ra, 2:1 nisbatdagi kompleks uchun λmax 264.0 nm (lgε=5.19), 4:1 nisbatdagi kompleks uchun 261.4 nm (lgε=5.12), 8:1 nisbatdagi kompleks uchun esa 261.8 nm (lgε=5.08) ni tashkil etdi. Malum to‘lqin uzunliklari va intensivlikdagi o‘zgarishlar zeatin va GKMAT ishtirokida o‘zgarganini, ya’ni komplekslanish natijasida xromofor tizim atrofidagi birikmalarni ko‘rsatadi [6], [7].

IQ-spektroskopik tahlilda 2:1 kompleks uchun ν(OH), ν(NH)=3214 $sm^{-1}$; ν(CH)=2939 va 2871 $sm^{-1}$; ν(C=O, COOH)=1716 $sm^{-1}$; ν(C=C/C=N)=1592 $sm^{-1}$; δ($CH_2$, $CH_3$)=1468 va 1363 $sm^{-1}$; ν(C–O), ν(C–O–C)=1249, 1165 va 1037 $sm^{-1}$ qayd etildi. 4:1 kompleksda ν(OH), ν(NH)=3219 $sm^{-1}$; ν(CH)=2922 va 2857 $sm^{-1}$; ν(C=O, COOH)=1716 $sm^{-1}$; ν(C=C/C=N)=1605 va 1590 $sm^{-1}$; δ($CH_2$, $CH_3$)=1456 va 1382 $sm^{-1}$; ν(C–O–C)=1215, 1162 va 1037 $sm^{-1}$ kuzatildi. 8:1 kompleksda esa ν(OH), ν(NH)=3200–3400 $sm^{-1}$ oralig‘ida, 3260.83$sm^{-1}$; ν(CH)=2928.23 va 2872.22 $sm^{-1}$; ν(C=O)=1706.10 $sm^{-1}$; ν(C=N)/(C=C)=1637.16 $sm^{-1}$; δ(N–H)=1569.05 $sm^{-1}$; δ(C–H)=1400–1450 $sm^{-1}$; ν(C–O–C)=1200–1000 $sm^{-1}$ holatda qayd etildi.

IQ-spektrda GKMAT va zeatin o‘rtasida vodorod bog‘lari, ion-dipol va boshqa molekulalararo o‘zaro ta’sirlar borligini ko‘rsatadi [2], [7]. Ayniqsa, –OH va –NH guruhlari sohasidagi o‘zgarishlar hamda karbonil guruhlariga mos terbranishlar zeatin molekulasi bilan GKMAT o‘rtasida supramolekulyar tizim yuzaga kelganini tasdiqlaydi.

Olingan tahlillar adenin va kinetin asosidagi ilgari o‘rganilgan glitsirrizin kislotasi komplekslari haqidagi ma’lumotlar bilan metodik jihatdan mos keladi [6].

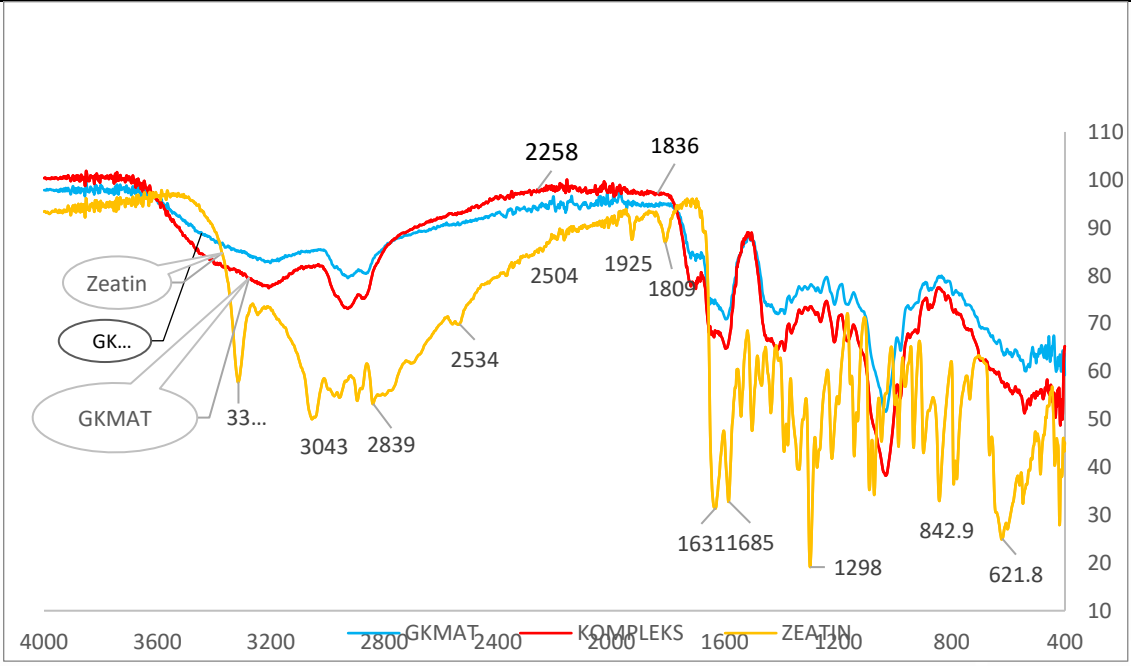
**1-jadval**

**GKMAT–zeatin supramolekulyar komplekslarining ayrim fizik-kimyoviy va spektral tahlillari**

| № | Kompleks | T.suyuq, °C (±3) | Unum, % | UB, λmax, nm (lgε) | IQ spektridagi tebranish chastotalari, $sm^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|

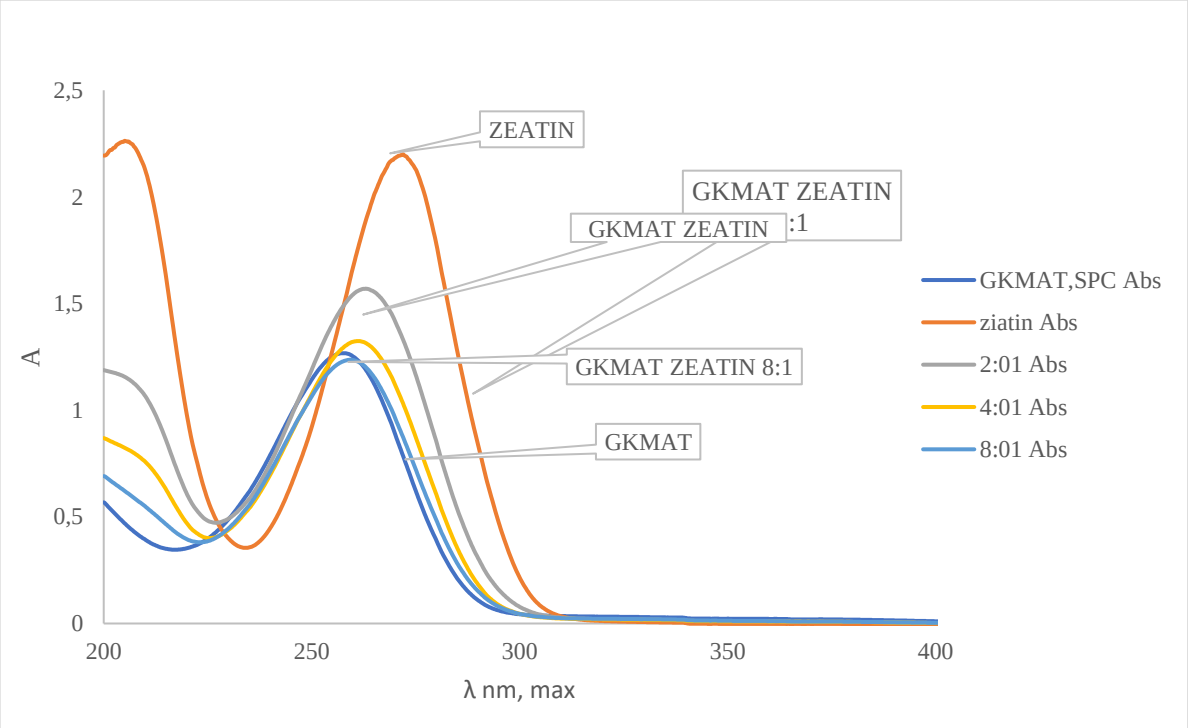

ISSN 3030-3907

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | GKMAT:zeatin (2:1) | 203±3 $C^0$ | 89 | 264.0 (5.19) | ν(OH),ν(NH)=3214;ν(CH)=2939, 2871; ν(C=O,COOH)=1716; ν(C=C/C=N)=1592; δ($CH_2$, $CH_3$)=1468, 1363; ν(C–O), ν(C–O–C)=1249, 1165, 1037 |
| 2 | GKMAT:zeatin (4:1) | 207±3 $C^0$ | 90 | 261.4 (5.12) | ν(OH), ν(NH)=3219; ν(CH)=2922, 2857; ν(C=O, COOH)=1716; ν(C=C/C=N)=1605, 1590; δ($CH_2$, $CH_3$)=1456, 1382; ν(C–O–C)=1215, 1162, 1037 |
| 3 | GKMAT:zeatin (8:1) | 210±3 $C^0$ | 93 | 261.8 (5.08) | ν(OH), ν(NH)=3200–3400 (3260.83); ν(CH)=2928.23, 2872.22; ν(C=O)=1706.10; ν(C=N)/(C=C)=1637.16; δ(N–H)=1569.05; δ(C–H)=1400–1450; ν(C–O–C)=1200–1000 |




**1-rasm. Zeatin, GKMAT va GKMAT:zeatin supramolekulyar komplekslarining IQ-spektrlari**

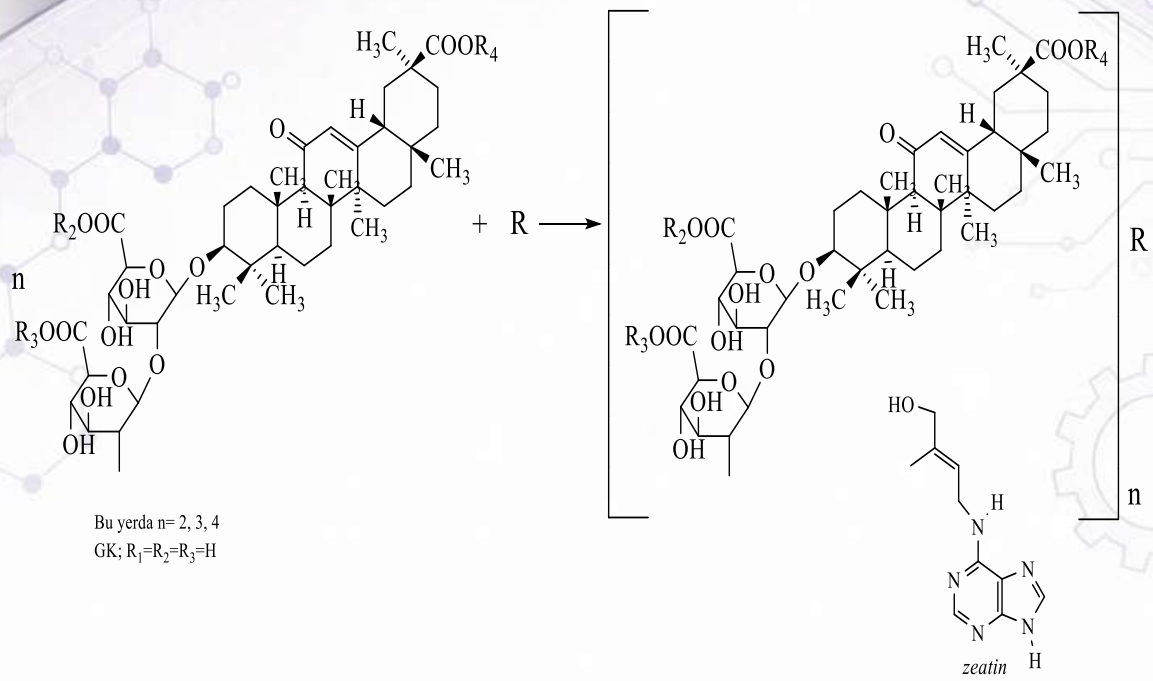

ISSN 3030-3907




**2-rasm. Zeatin, GKMAT hamda GKMAT:zeatin (2:1, 4:1 va 8:1) supramolekulyar komplekslarining UB-spektrlari**

1–2-rasmlarda zeatin, va GKMAT guruhlariga mos yutilish chiziqlarining joylashuvi hamda ayrim siljishlari kuzatildi. Bu holat GKMAT va zeatin o‘rtasida vodorod bog‘lari hamda boshqa no-kovalent o‘zaro ta’sirlar asosida supramolekulyar komplekslar hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. UB-spektr tahlilida esa komplekslar uchun maksimal yutilish chiziqlari 264,0; 261,4 va 261,8 nm atrofida qayd etildi. Yutilish maksimumlari va intensivligidagi o‘zgarishlar zeatin molekulasining elektron muhiti GKMAT ishtirokida o‘zgarganini tasdiqlaydi. Olingan IQ va UB-spektr ma’lumotlari birgalikda GKMAT:zeatin tizimlarida supramolekulyar kompleks hosil bo‘lish jarayonini ishonchli ravishda asoslaydi.


ISSN 3030-3907




**3-rasm. GKMAT va zeatin o‘rtasida supramolekulyar kompleks hosil bo‘lishining taxminiy sxemasi**

**NATIJALAR TAHLILI.**

Olingan natijalar GKMAT va zeatin o‘rtasida oddiy mexanik aralashma emas, balki nokovalent o‘zaro ta’sirlar bilan barqarorlashgan supramolekulyar tizim hosil bo‘lganini ko‘rsatadi [1; 6; 7]. UB-spektrdagi maksimal xolatning saqlanib qolishi, ammo yutilish intensivligining bosqichma-bosqich o‘zgarishi zeatin xromofor tizimi atrofidagi mikro-muhit o‘zgarganidan dalolat beradi[6]. Ikkinchidan, IQ-spektrlarda –OH, –NH va –C=O guruhlariga mos tebranish chastotalarining o‘zgarishi vodorod bog‘lari hamda boshqa kuchsiz molekulalararo o‘zaro ta’sirlar shakllanganini tasdiqlaydi [2; 7]. Uchinchi jihat sifatida, 8:1 nisbatdagi kompleksning eng yuqori unum bilan olinishi mazkur nisbatda GKMATning “mezbon” sifatidagi roli kuchliroq namoyon bo‘lishini ko‘rsatadi [6].

Glitsirrizin hosilalari biologik faol moddalarning supramolekulyar shakllarini yaratishda istiqbolli vosita sifatida qayd etilgan bo‘lib, ular eruvchanlik va saqlanish barqarorligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin [1; 7]. Zeatin kabi sezgir fitogormon uchun bunday yondashuv nazariy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi, chunki supramolekulyar o‘ram faol moddaning tashqi muhit ta’siriga chidamliligini oshirishga xizmat qilishi mumkin [4; 5; 8]. Shu nuqtai nazardan, ushbu ish natijalari GKMAT va zeatin o‘rtasidagi komplekslanish nafaqat spektral dalillar bilan, balki unum ko‘rsatkichlari bilan ham tasdiqlanganini ko‘rsatadi.

Biroq mazkur bosqichda asosiy xulosa fizik-kimyoviy tavsif darajasida berilishi lozim. Chunki biologik faollikning o‘zgarishi, eruvchanlikning aniq


ISSN 3030-3907

darajasi yoki saqlanish muddatining sezilarli uzayishi bo‘yicha alohida eksperimental ko‘rsatkichlar taqdim etilmagan [8]. Shuning uchun ushbu maqolada asosiy urg‘u kompleks hosil bo‘lishining spektral dalillariga qaratildi.

**XULOSA.**

Glitsirrizin kislotasining monoammoniyli tuzi bilan zeatin o‘rtasida 2:1, 4:1 va 8:1 molyar nisbatlarda supramolekulyar komplekslar muvaffaqiyatli olindi. Komplekslarning unumi mos ravishda 89%, 90% va 93% bo‘lib, eng yuqori natija 8:1 nisbatda olindi [6]. UB-spektroskopik tahlil 264; 261,4 va 261,8 nm atrofidagi maksimal yutilishlarni qayd etdi, IQ-spektroskopik tahlil esa funksional guruhlar orasidagi nokovalent o‘zaro ta’sirlar mavjudligini ko‘rsatdi [7]. Olingan natijalar GKMATning zeatin uchun supramolekulyar tashuvchi sifatida qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatadi. Kelgusida bunday komplekslarning eruvchanligi, biologik faolligi va saqlanish barqarorligini chuqurroq o‘rganish maqsadga muvofiqdir [8].

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Исаев М. И., Юлдашев П. К. Супрамолекулярная химия природных гликозидов: комплексы глицирризиновой кислоты. Ташкент: Фан, 2018. 196 с.
2. Толстиков Г. А., Балтасарова И. П., Шульц Э. Э. Глицирризиновая кислота: химия, свойства, применение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 312 с.
3. Jameson P. E. Zeatin: The 60th anniversary of its identification. Plant Physiology. 2023;192(1):34–55.
4. Yousaf M. J., Hussain A., Hamayun M., et al. Impact of cis-zeatin and lovastatin on antioxidant systems and growth parameters in Zea mays seedlings under phytohormonal crosstalks. Journal of Plant Interactions. 2024;19(1).
5. Schäfer M., Brütting C., Meza I., et al. The role of cis-zeatin-type cytokinins in plant growth regulation and mediating responses to environmental interactions. Journal of Experimental Botany. 2015.
6. Supramolecular complexes of kinetin and adenin with glycyrrisic acid and its monoammonium salt. DOI: 10.21276/ap.2021.10.2.15
7. Ponomarenko L. P., Korchagina D. V. Supramolecular systems of glycyrrhizic acid derivatives: host–guest interactions and applications. Moscow: GEOS, 2019. 228 p
8. Davies P. J. Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Dordrecht: Springer, 2010. 802 p.


ISSN 3030-3907

# ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БИОСОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ВОДОРОСЛЕЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА

**Дониёров К.А.**
*Аспирант Навоийского государственного горного и технологического университета. https://orcid.org/0000-0001-9671-9260*
**Шодикулов Ж.М.**
*Доцент Навоийского государственного горного и технологического университета https://orcid.org/0000-0003-0024-6804*
**Бердиёрова Л.Ш.**
*Магистрант Навоийского государственного горного и технологического университета*

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования сорбционных свойств биосорбента, полученного из водоросли Spirogyra, широко распространённой на территории Узбекистана. Цель исследования заключалась в определении влияния времени контакта и скорости перемешивания на эффективность адсорбции органических загрязнителей, моделируемых раствором метиленового красного. В качестве метода получения биосорбента применялась химическая активация с использованием раствора NaOH. Экспериментальные исследования показали, что оптимальные условия биосорбции достигаются при pH 6–6,5, скорости перемешивания 120 об/мин, концентрации 10 мг/л и времени контакта 2 часа. Адсорбционная ёмкость биосорбента составила 69,1 мг/г. Установлено, что повышение скорости перемешивания и увеличение времени выдержки раствора значительно увеличивают степень сорбции. Полученные результаты демонстрируют перспективность использования местных биоресурсов как эффективных и низкозатратных материалов для очистки сточных вод.

**Ключевые слова:** водоросли, химическая активация, биосорбент, сорбционные свойства, время контакта, степень перемешивания.

**Abstract.** This paper presents the results of a study on the sorption properties of a biosorbent derived from the *Spirogyra* alga, which is widely distributed in Uzbekistan. The aim of the research was to determine the effect of contact time and agitation speed on the adsorption efficiency of organic pollutants, modeled by a methyl red solution. Chemical activation using a NaOH solution was applied as the method for preparing the biosorbent. Experimental studies showed that optimal biosorption conditions are achieved at a pH of 6.0–6.5, an agitation speed of 120 rpm, an initial concentration of 10 mg/L, and a contact time of 2 hours. The adsorption capacity of the biosorbent was 69.1 mg/g. It was established that


ISSN 3030-3907

an increase in agitation speed and an extension of the contact time significantly enhance the degree of sorption. The obtained results demonstrate the prospects of using local bioresources as efficient and low-cost materials for wastewater treatment.

**Keywords:** algae, chemical activation, biosorbent, sorption properties, contact time, agitation speed.

**Annotatsiya.** Ushbu ishda O‘zbekiston hududida keng tarqalgan *Spirogyra* suv o‘tidan olingan biosorbentning sorbsion xususiyatlarini tadqiq qilish natijalari taqdim etilgan. Tadqiqotning maqsadi metil qizili eritmasi modelida organik ifloslantiruvchi moddalarning adsorbsiya samaradorligiga kontakt vaqti va aralashtirish tezligining ta'sirini aniqlashdan iborat edi. Biosorbentni olish usuli sifatida NaOH eritmasidan foydalangan holda kimyoviy aktivatsiyalash qo‘llanildi. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, biosorbsiyaning optimal sharoitlariga pH 6.0–6.5, aralashtirish tezligi 120 ayl/min, konsentratsiya 10 mg/l va kontakt vaqti 2 soat bo‘lganda erishiladi. Biosorbentning adsorbsion sig‘imi 69,1 mg/g ni tashkil etdi. Aralashtirish tezligini oshirish va eritmani ushlab turish vaqtini uzaytirish sorbsiya darajasini sezilarli darajada oshirishi aniqlandi. Olingan natijalar mahalliy bioresurslardan oqova suvlarni tozalash uchun samarali va arzon materiallar sifatida foydalanish istiqbolli ekanligini namoyish etadi.

**Kalit so‘zlar:** suv o‘tlari, kimyoviy aktivatsiyalash, biosorbent, sorbsion xususiyatlar, kontakt vaqti, aralashtirish tezligi.

## ВВЕДЕНИЕ.

Загрязнение водных ресурсов органическими веществами, включая пестициды, инсектициды и красители, является одной из глобальных экологических проблем. Усиление требований к качеству очистки сточных вод стимулирует поиск новых, доступных и экологичных адсорбентов [1]. Биосорбенты, полученные из природных материалов, представляют большой интерес благодаря их низкой стоимости, доступности и высокой плотности функциональных групп [2].

На территории Узбекистана водоросль Spirogyra («бака тун») широко распространена в стоячих и слаботекущих водоёмах. Её структура, богатая гидроксильными и карбоксильными группами, делает её перспективным сырьём для получения биосорбентов. Несмотря на наличие исследований по биосорбции, влияние параметров процесса, таких как время контакта и интенсивность перемешивания, изучено недостаточно [3].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Для определения объема адсорбции полученного сорбента была приготовлена 100 мл раствора метиленового красного с концентрацией 50


ISSN 3030-3907

мг/л. Поскольку в составе метиленового красного присутствует электроотрицательный ион $Cl^-$, изучалось его поглощение биосорбентом, обработанным 50 мг NaOH. После добавления сорбента в раствор метиленового красного и выдерживания в течение 24 часов наблюдалось заметное снижение интенсивности окраски раствора.

Для определения остаточной концентрации метиленового красного использовался прибор UV-Vis, посредством которого измерялось поглощение света. Остаточная концентрация метиленового красного рассчитывалась по формуле: $Ct = \frac{A-b}{m}$ где:

A — оптическая плотность раствора (измерялась при длине волны 528 нм для метиленового красного);

C — концентрация метиленового красного (мг/л);

m — коэффициент наклона калибровочной кривой;

b — относительная погрешность.

Для определения объема адсорбции использовалось выражение: $q_e=\frac{(C0-Ce)V}{m}$

где:

$q_e$ — величина адсорбции (количество метиленового красного, приходящееся на 1 г сорбента, мг/г);

V — объем раствора (л);

m — масса биосорбента (г);

$C_e$ — равновесная концентрация метиленового красного после адсорбции (мг/л);

**Зависимость сорбционных свойств биосорбента от степени перемешивания.** Для определения сорбционных свойств полученного биосорбента был приготовлен раствор метиленового красного (концентрация 10 мг/л) в качестве органического загрязнителя. В 50 мл раствора добавляли 0,3 г биосорбента и проводили перемешивание при частотах 100 об/мин, 400 об/мин, 850 об/мин и 1700 об/мин. Смеси выдерживали в течение 30 минут.

После завершения процесса сорбент был извлечён из раствора, а профильтрованный раствор подвергнут анализу с использованием UV-Vis спектрофотометра для определения концентрации органических остатков. На приведённом ниже графике показана зависимость между полученными результатами.

**Зависимость сорбционных свойств биосорбента от времени контакта.** Для изучения зависимости сорбционных свойств полученного биосорбента от времени взаимодействия с веществами в растворе


ISSN 3030-3907

биосорбент добавляли в раствор метиленового красного (10 мг/л) в качестве органического загрязнителя и выдерживали без перемешивания в течение различных промежутков времени — 1, 2, 3, 4 и 5 часов.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.**

Адсорбционная способность биосорбента. После адсорбции значение оптической плотности составило A = 0.350. Исходя из полученных данных, остаточная концентрация метиленового красного рассчитывается следующим образом:

$$Ct = \frac{A - b}{m} = \frac{0.350 - 0.01}{0.022} = 15.45 \frac{mg}{L}$$

Полученная величина адсорбции – 69,1 мг/г – свидетельствует о высокой эффективности сорбента, активированного NaOH.

Влияние степени перемешивания. Эксперимент показал, что увеличение скорости перемешивания способствует росту степени сорбции, что объясняется улучшением массообменных процессов между частицами сорбента и раствора.




**Рис. 1. Зависимость степени сорбции биосорбента от скорости перемешивания.**

Влияние времени контакта. Установлено, что максимальная степень сорбции достигается при времени контакта 5 часов, что указывает на постепенное насыщение сорбента. Полученные результаты представлены в виде графика (см. Рис. 2).


ISSN 3030-3907

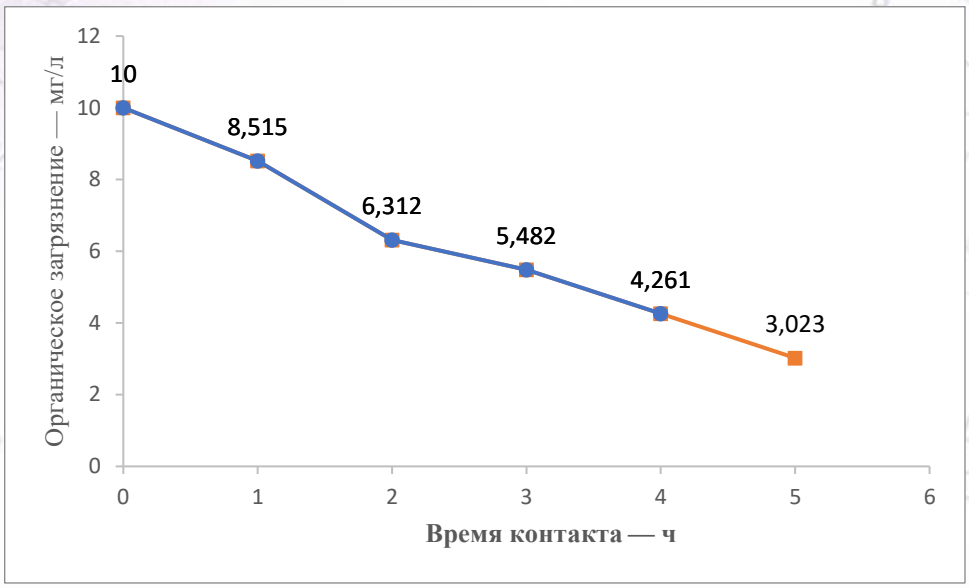



**Рис. 2. Зависимость степени сорбции биосорбента от времени контакта.**

Полученные результаты показывают, что процессы биосорбции *Spirogyra*-сорбента зависят от кинетических характеристик среды. Рост скорости перемешивания повышает интенсивность переноса молекул загрязнителя к активным поверхностям биосорбента. Увеличение времени контакта обеспечивает диффузию красителя во внутренние поры частиц. С практической точки зрения использование водоросли *Spirogyra* в качестве доступного биосорбента является экономически выгодным направлением для локальных систем очистки сточных вод.

**Синхронный термический анализ (СТА)**. Синхронный термический анализ (СТА), объединяющий термогравиметрический анализ (ТГА) и дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК), применялся для изучения термической стабильности и температур разложения синтезированных биосорбентов. Зависимость потери массы биосорбента от температуры (ТГА) в основном отражает стадии разложения таких компонентов биомассы, как целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин [8]. Данные ДСК предоставляют информацию об экзотермических и эндотермических переходах, отражающих структурные изменения внутри биосорбента.

Термическое разложение биосорбента, полученного методом кислотной обработки, протекало преимущественно в три стадии. Первая стадия, в интервале температур 65–187 °C, связана в основном с потерей влаги, содержащейся в биосорбенте. Общая потеря массы на данном этапе составила 4,35 %.


ISSN 3030-3907

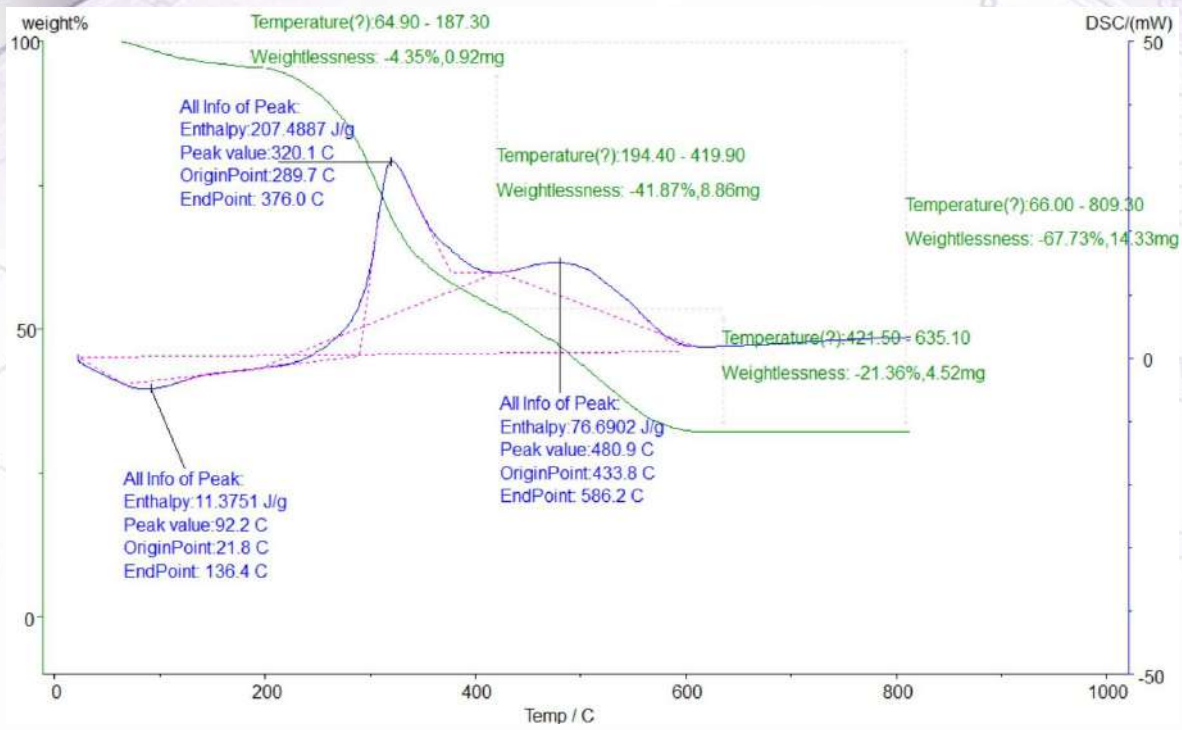



**Рис. 1. Результаты синхронного термического анализа (СТА) биосорбента, полученного путем кислотной обработки спирогиры.**

Вторая стадия термической деструкции наблюдалась при температуре 194–420 °C. Потеря массы на данном этапе составила 41,87 % и произошла за счет дегидратации органической части биосорбента: целлюлозы, гемицеллюлозы и белков. На последней стадии снижение массы составило 21,36 %. Данный процесс протекал в диапазоне 421–635 °C и был обусловлен окислением относительно термостабильного лигнина и остаточной биомассы. На основании полученных термограмм можно сделать вывод, что основу биосорбента, полученного из водорослей, составляют остатки целлюлозы и лигниновые вещества.

Для сравнительного анализа был исследован второй тип биосорбента, полученный путем щелочной обработки спирогиры. В данном случае термическое разложение происходило в четыре стадии. На первой стадии наблюдалась потеря воды, содержащейся в сорбенте; установлено, что данный образец удерживает больше влаги по сравнению с кислотно-модифицированным аналогом. В интервале 27–155 °C потеря массы составила 10,7 %.


ISSN 3030-3907

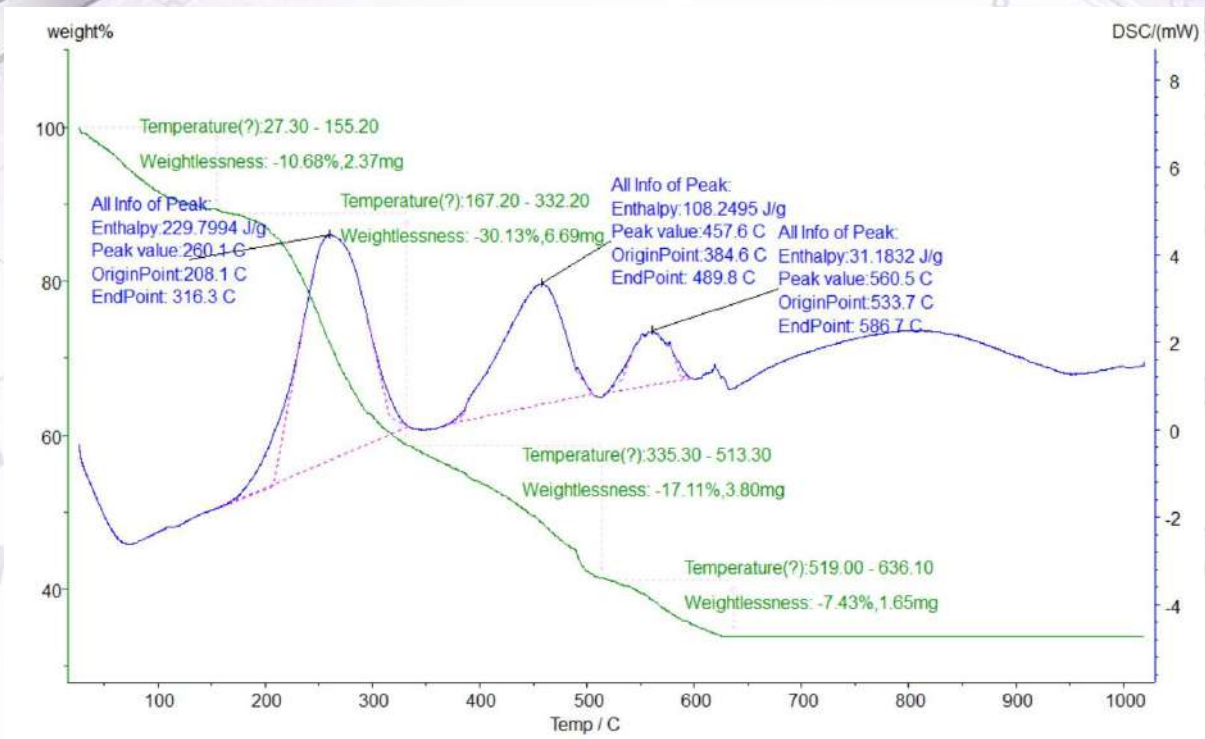



**Рис. 2. Результаты синхронного термического анализа (СТА) биосорбента, полученного путем щелочной обработки спирогиры.**

Разложение органических веществ в составе щелочного биосорбента происходило в температурном диапазоне 167–332 °C. Данный процесс сопровождался сильной эндотермической реакцией с энтальпией 229,8 Дж/г. Снижение массы, составившее 30,13 %, обусловлено разложением гемицеллюлозы и части целлюлозы. Дальнейшая деструкция лигнина и углеродных остатков протекала в интервале 335–636 °C, где общая потеря массы составила 24,5 %.

**ИК-Фурье спектроскопия (FTIR)**. ИК-Фурье спектроскопия (FTIR) биосорбента, полученного при обработке сухого остатка спирогиры раствором HCl, выявила области поглощения, характерные преимущественно для четырех групп соединений: полисахаридов, липидов, белков и лигниновых веществ, содержащих ароматические кольца.


ISSN 3030-3907

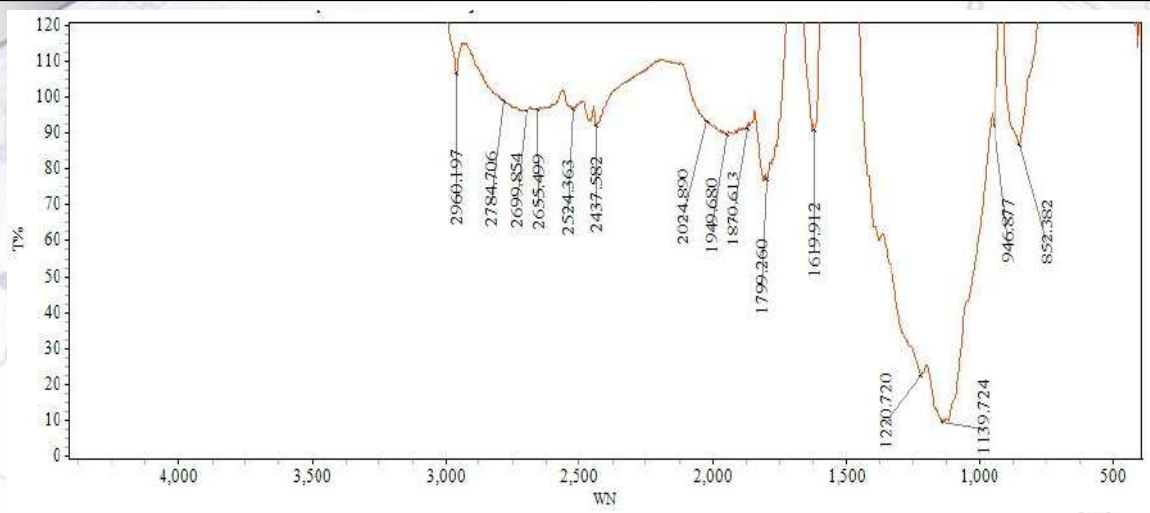



**Рис. 3. ИК-спектр биосорбента, полученного при обработке спирогиры HCl.**

Интенсивные полосы поглощения, зафиксированные в области 1220–1139 $см^{-1}$, свидетельствуют о том, что основу сорбента составляют полисахариды. Поглощение в диапазоне 1600–1700 $см^{-1}$ относится к деформационным колебаниям связи N-H и валентным колебаниям связи C=O белков, присутствующих в сухой массе. Пики поглощения в областях 2990–2850 $см^{-1}$ и 1740–1790 $см^{-1}$ соответствуют валентным колебаниям связи C-H и связи C=O сложноэфирных групп соответственно. Высокая эффективность биосорбента обусловлена его химическим составом. Данные СТА и FTIR анализа подтверждают наличие пористой структуры и функциональных групп (целлюлоза, лигнин, белковые фрагменты), которые активно взаимодействуют с органическими молекулами загрязнителя. Таким образом, использование химически активированной биомассы *Spirogyra* является перспективным и экономически оправданным методом для очистки сточных вод от органических красителей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Said Ali, A., & Khairunnisa, K. (2024). Seaweed-based biosorbent for the removal of organic and inorganic contaminants from water: A systematic review. BIO Web of Conferences, 02011.

2. Alam, A., Hassan, A., Sultana, Z., & Das, N. (2025). Natural polymer-based bioadsorbents for wastewater treatment. RSC Sustainability.

3. Discover Sustainability. (2025). The versatility and effectiveness of bioadsorbents in the removal of chemical pollutants from water: Adsorption mechanisms, optimization by ANN and RSM, SWOT analysis, and contribution to the 3rd and 6th Sustainable Development Goals. Discover Sustainability, 971.


ISSN 3030-3907

# LIMONIUM OTOLEPIS YER USTKI VA ILDIZ QISMLARI DASTLABKI FITOKIMYOVIY TAHLILI

**O‘rmonov Dadaxon G‘olibjon o‘g‘li**
*Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti*

**Annotatsiya.** Ushbu ishda Farg‘ona vodiysida o‘suvchi *Limonium otolepis* turining fitokimyoviy tarkibi o‘rganildi. Dastlabki sifat tahlillari natijasida o‘simlikning yer ustki va ildiz qismlarida polifenol birikmalar, jumladan flavonoidlar va taninlarning mavjudligi aniqlandi, alkaloidlar esa aniqlanmadi. Monosaxaridlar faqat ildiz qismida qayd etildi. Tanninlarni aniqlash uchun o‘tkazilgan maxsus reaksiyalar ularning mavjudligini tasdiqladi. Stiasniy soni yordamida kondensirlangan tanninlar miqdori baholanib, ildizning spirtli ekstraktida yuqori qiymat (49,5%) kuzatildi. Infraqizil (IQ) spektroskopik tahlil natijalari ekstrakt tarkibida aromatik tuzilishga ega va –OH guruhlarga boy birikmalar, xususan kondensirlangan tanninlar mavjudligini ko‘rsatdi. Olingan natijalar *L. otolepis* ni biologik faol polifenol birikmalar manbai sifatida istiqbolli o‘simlik ekanligini tasdiqlaydi.

**Kalit so‘zlar.** *Limonium otolepis*, Plumbaginaceae, fitokimyoviy tahlil, polifenollar, flavonoidlar, taninlar, uglevodlar, alkaloidlar

**Abstract.** This study investigated the phytochemical composition of the *Limonium otolepis* species growing in the Fergana Valley. Preliminary qualitative analysis revealed the presence of polyphenolic compounds, including flavonoids and tannins, in the aerial and root parts of the plant, while alkaloids were not detected. Monosaccharides were recorded only in the root part. Specific reactions for determining tannins confirmed their presence. The content of condensed tannins was evaluated using the Stiasny number, with a high value (49.5%) observed in the alcoholic extract of the root. Infrared (IR) spectroscopic analysis results showed the presence of aromatic compounds rich in –OH groups, specifically condensed tannins, in the extract. The results confirm that *L. otolepis* is a promising plant as a source of biologically active polyphenolic compounds.

**Keywords:** *Limonium otolepis*, Plumbaginaceae, phytochemical analysis, polyphenols, flavonoids, tannins, carbohydrates, alkaloids.

**Аннотация.** В данной работе изучен фитохимический состав вида *Limonium otolepis*, произрастающего в Ферганской долине. Результаты предварительного качественного анализа выявили наличие полифенольных соединений, включая флавоноиды и танины, в надземной части и корнях растения, в то время как алкалоиды не были обнаружены. Моносахариды зафиксированы только в корневой части. Специфические реакции на танины подтвердили их присутствие. С помощью числа Стясного было


ISSN 3030-3907

оценено содержание конденсированных танинов, при этом в спиртовом экстракте корня наблюдалось высокое значение (49,5%). Результаты ИК-спектроскопического анализа показали наличие в составе экстракта соединений с ароматической структурой, богатых –OH группами, в частности конденсированных танинов. Полученные результаты подтверждают, что *L. otolepis* является перспективным растением как источник биологически активных полифенольных соединений.

**Ключевые слова:** *Limonium otolepis*, Plumbaginaceae, фитохимический анализ, полифенолы, флавоноиды, танины, углеводы, алкалоиды.

**KIRISH.**

*Limonium* turkumi Plumbaginaceae oilasiga mansub bo‘lib, taxminan 600 ga yaqin o‘simlik turlarini o‘z ichiga oladi. Bu o‘simliklar ko‘pincha “dengiz lavandasi” yoki “botqoq rozmarini” nomlari bilan tanilgan. *Limonium* turkumining eng katta xilma-xilligi O‘rta yer dengizi hududi, Markaziy Osiyo va Kanar orollaridan tortib Osiyogacha bo‘lgan mintaqalarda uchraydi. Odatda ular 10–120 sm balandlikdagi ko‘p yillik o‘simliklar bo‘lib, yer osti ildizpoyasidan rivojlanadi. Kanar orollarida o‘sadigan ayrim turlari 2 metr balandlikka yetadigan butasimon shaklda bo‘ladi. *Limonium* turlari, odatda, sho‘rxok va ishqoriy tuproqlarda o‘sadi, shu sababli ular dengiz bo‘ylarida, sho‘r botqoqlarda, shuningdek ichki kontinental hududlardagi sho‘rlangan yoki gipsli tuproqlarda keng tarqalgan. *Limonium otolepis* turi Markaziy Osiyo, G‘arbiy Xitoy va Shimoliy Afg‘onistonda tarqalgan bo‘lib, balandligi 40–80 sm ni tashkil etadi. Maydan sentyabrgacha gullaydi, iyundan sentyabrgacha meva beradi [1–3].

**METODOLOGIYA.**

Mazkur ish doirasida ushbu turning kimyoviy tarkibini o‘rganish uchun dastlabki sifat tahlillari quyida berilgan usullar yordamida o‘tkazildi [4].

**Alkaloidlarni aniqlash.** 3 g maydalangan xomashyo (ildiz va yer ustki qismi) 10 ml 5 % li xlorid kislota eritmasida tun bo‘yi qoldirildi. Olingan eritma filtrlandi va 2 ml filtratga bir necha tomchi Dragendorff reaktivi qo‘shildi. Xarakterli rang yoki cho‘kma hosil bo‘lishi alkaloidlar mavjudligini ko‘rsatadi.

**Monosaxaridlarni aniqlash.** Ekstraktning 1 ml suvli eritmasiga Benedikt reaktividan bir necha tomchi qo‘shildi (0,173 g $CuSO_4$, 1,73 g natriy sitrat va 1,0 g $Na_2CO_3$ 10 ml suvda eritilgan). Aralashma bir necha daqiqa qizdirildi. Qizil-to‘q sariq cho‘kma hosil bo‘lishi qaytaruvchi shakarlar mavjudligini bildiradi.

**Fenol birikmalarini aniqlash.** a) Ekstraktning suvli eritmasiga 5 % li $FeCl_3$ eritmasidan bir necha tomchi qo‘shildi. Ko‘k-binafsha rang hosil bo‘lishi fenol guruhlari mavjudligini ko‘rsatadi.

b) Ekstrakt eritmasiga $K_2Cr_2O_7$ eritmasidan bir necha tomchi qo‘shilib, fenol birikmalarining mavjudligi tasdiqlandi.


ISSN 3030-3907

**Flavonoidlarni aniqlash.** a) 1 ml ekstrakt eritmasiga 2 ml 2 % li NaOH eritmasi qo‘shilib, keyin suyultirilgan HCl bilan kislotali muhit hosil qilindi. Rang o‘zgarishi flavonoidlar mavjudligini ko‘rsatadi.

b) 1 ml ekstraktga 10 % li $NH_4OH$ eritmasidan bir necha tomchi qo‘shilganda rang o‘zgarishi kuzatiladi.

c) 1 ml ekstraktga 10 % li qo‘rg‘oshin atsetat $(CH_3COO)_2Pb$ eritmasidan tomizilganda rangli cho‘kma hosil bo‘lishi flavonoidlarni tasdiqlaydi.

**Taninlarni aniqlash.** a) 5 ml ekstrakt eritmasiga 1 % li jelatin eritmasi va 10 % li NaCl eritmasidan bir necha tomchi qo‘shildi. Cho‘kma hosil bo‘lishi taninlar mavjudligini ko‘rsatadi.

b) Xuddi shunday eritmaga alkaloid (gramin) eritmasidan qo‘shilganda ham cho‘kma hosil bo‘lishi taninlar borligini tasdiqlaydi.

**Stiasniy sonini aniqlash.** Stiasniy soni ma’lum metodika bo‘yicha aniqlandi. Unga ko‘ra, tarkibida 100 mg ekstrakt saqlagan 10 ml eritma konsentrlangan HCl bilan taxminan pH 1 ga keltirilib, so‘ngra 37% li formaldegid eritmasidan 10 ml quyildi. Olingan aralashma 100 $^0$C da 30 daqiqa qaynatildi. Olingan cho‘kma 105 $^0$C haroratda quritilib, tortildi. Va quyida berilgan formula orqali, Stiasniy soni foizda aniqlandi:

$$S=m_1/m_2*100\%$$

Bu yerda: $m_1$ - olingan cho‘kma massasi; $m_2$ - dastlab olingan eritmadagi ekstrakt massasi.

**Infraqizil spektroskopik tahlil.** Ekstraktlar uchun infraqizil (IQ) spektrlar IRspirit-T (Shimadzu, Yaponiya) spektrometrida, 500-4000 $cm^{-1}$ to‘lqin soni oralig‘ida, QATR-S yordamchi qurilmasidan foydalangan holda yozib olindi.

**NATIJALAR VA MUHOKAMA.**

O‘tkazilgan dastlabki sifat reaksiyalari natijasida *L. otolepis* ning ham yer ustki qismi, ham ildizlari polifenol birikmalarga boy ekanligi aniqlandi, bu esa barcha qo‘llangan testlarning ijobiy natijalari bilan tasdiqlandi (1-jadval). Olingan ma’lumotlar ekstraktlarning polifenollarga boy ekanligini ko‘rsatadi.

**1-jadval**

***L. otolepis* yer ustki va ildizi ekstraktlari uchun dastlabki sifat tahlili natijalari**

| **Tahlil nomi** | **Kuzatilgan natija** | |
|---|---|---|
| | **Yer ustki qismi** | **Ildiz qismi** |
| **Umumiy fenol birikmalar uchun tahlil** | | |


ISSN 3030-3907

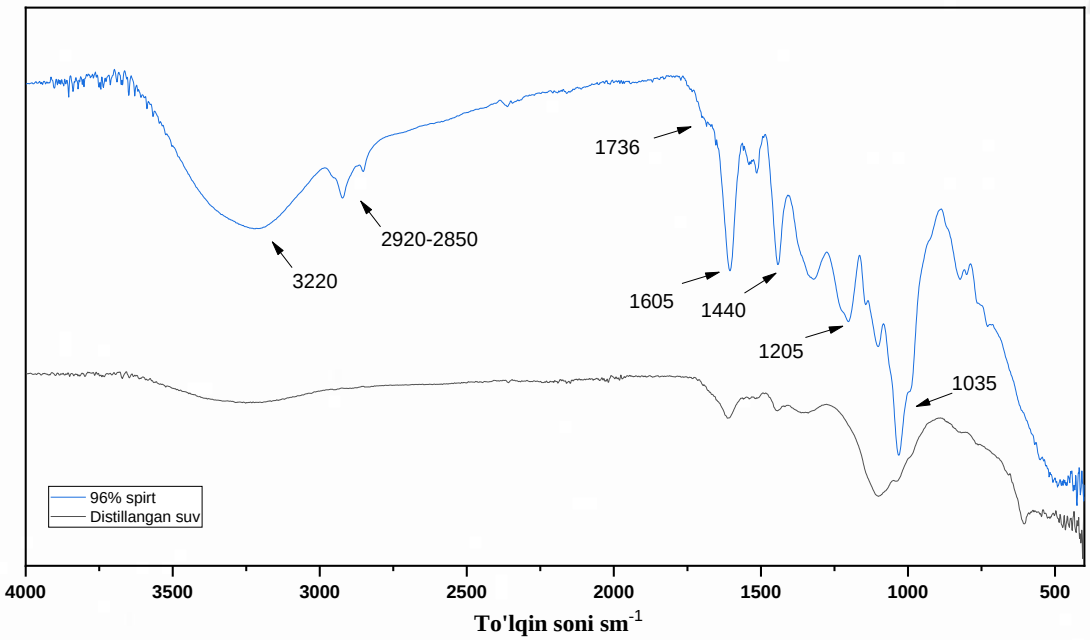
| | | |
|---|---|---|
| Temir (III) xlorid tajribasi | Yashil-ko‘k rang | To‘q ko‘k rang |
| Kaliy dixromat tajribasi | Jigarrang loyqa | Jigarrang loyqa |
| **Flavonoidlar uchun tahlil** | | |
| Ishqor tajribasi (NaOH) | Intensiv sariq rang | Intensiv sariq rang |
| Ammoniy gidroksid tajribasi | UB 365 nm ostida sariq rangli fluoressensiya | UB 365 nm ostida sariq rangli fluoressensiya |
| Qo‘rg‘oshin asetat tajribasi | Oq cho‘kma | Oq cho‘kma |
| **Alkaloidlar uchun tahlil** | | |
| Dragendorf tajribasi | Kuzatilmadi | Kuzatilmadi |
| **Uglevodlar (monosaxaridlar) uchun tahlil** | | |
| Benedikt tajribasi | Kuzatilmadi | Qizil cho‘kma |
| **Tanninlar uchun tahlil** | | |
| Jelatin tajribasi | Kuzatilmadi | Oq cho‘kma |
| Alkaloid tajribasi | Kuzatilmadi | Oq cho‘kma |

Alkaloidlar uchun test manfiy natija berdi. Uglevodlar (monosaxaridlar) bo‘yicha tahlil natijasida ijobiy reaksiya faqat ildiz qismida kuzatildi, yer ustki qismida esa aniqlanmadi. Ildiz ekstrakti tarkibida tanninlarni mavjudligini va boshqa polifenollardan farqlash maqsadida jelatin va alkaloid testlari o‘tkazildi. Har ikki holda ham ijobiy natija olindi. Ma’lumki, tanninlar boshqa polifenollardan farqli o‘laroq oqsil tabiatli birikmalar va alkaloidlarni cho‘ktirish xossasiga ega, ayniqsa kondensirlangan tanninlar (proantosiyanidinlar), tarkibida ko‘p gidroksil (-OH) guruhlari saqlab, ular oqsillarning karbonil (-C=O) va amino (-NH) guruhlari bilan kuchli vodorod bog‘lari hosil qiladi. Ushbu bog‘lanish oqsil-tannin komplekslarini barqarorlashtiradi va ularning suvda eruvchanligini kamaytiradi, natijada cho‘kma hosil bo‘ladi. Huddi shunday, tanninlarni alkaloid


ISSN 3030-3907

azot atomlari bilan kuchli vodorod bog‘ hosil qilishi ham cho‘kma hosil qilishiga sabab bo‘ladi [5].

Stiasniy soni ekstrakt tarkibidagi tanninlarni umumiy miqdorini aniqlash imkonini bermasada, kondensirlana oladigan tanninlar uchun muhim o‘lchov bo‘lib hisoblanadi [6]. Bu esa mebel ishlab chiqarish sanoati uchun kleylar olishda muhim qiymat hisoblanadi. Ildiz suvli va spirtli ekstraktlaridan olingan Stiasniy soni qiymatlari mos ravishda, 26% va 49.5% ni tashkil qildi. Suvli ekstraktdan olingan qiymatni kamligi, ildiz tarkibida tanninlardan boshqa suvda eruvchan birikmalarni, jumladan uglevodlarni o‘tishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Buni bir xil sharoitda suvli va spirtli ekstraktlarni unumlari farqi (10% va 6% mos ravishda) bilan ham tahmin qilish mumkin.




**1-rasm. L. otolepis ildizi spirtli va suvli ekstraktlari infraqizil spektrlari**

Yuqorida keltirilgan infraqizil spektrlardan ma’lumki, spirtli ekstraktdagi 3220 $sm^{-1}$ sohadagi o‘tkazuvchanlik intensivligi suvdan olingan ekstraktga qaraganda bir qancha barobar yuqori. Bu esa spirtli ekstraktda -OH ga boy bo‘lgan tannin birikmalarini ko‘pligini ifodalaydi. Buni Stiasniy qiymatidan ham kuzatishimiz mumkin yani bunda aynan kondensirlangan tanninlar folmaldegid bilan kondensatsiya reaksiyasiga kirishadi. 1736 $sm^{-1}$ dagi kuchsiz signal odatda aralashmadagi flavonol mavjudligini yoki ekstraksiya jarayonida flavonol molekulalaridagi ayrim -OH guruhlarni oksidlanishidan kuzatilishi ham mumkin. 1604 $sm^{-1}$ atrofidagi tebranish asosan aromatik xalqadagi C=C bog‘larni tebranishi bilan bog‘liq. Bunda yuqori intensivlik polimerlanish darajasini yuqori ekanligini ham bildiradi. Ma’lumki, kondensirlangan tanninlar turli flavan monomerlaridan tashkil topgan. Ekstraktdagi 1440 $sm^{-1}$ dagi tebranishni xalqadagi C-H bog‘ini deformatsion tebranishi bilan, 1205 $cm^{-1}$ va 1035 $sm^{-1}$


ISSN 3030-3907

sohalardagi tebranishlarni esa mos ravishda flavan xalqadagi aromatik alifatik efir va ikkilamchi spirt C-O guruhini tebranishlari bilan bog‘lash mumkin. 1280 $sm^{-1}$ atrofidagi tebranishni esa C-OH guruhiga tegishli deb taxmin qilishimiz mumkin. Ushbu spektrdagi olingan qiymatlar kondensirlangan tanninlarni adabiyotlarda berilgan ma’lumotlari bilan mos tushadi [7].

## ADABIYOTLAR

1. Koutroumpa, K., Theodoridis, S., Warren, B. H., et al. (2018). An expanded molecular phylogeny of Plumbaginaceae, with emphasis on Limonium (sea lavenders): Taxonomic implications and biogeographic considerations. Ecology and Evolution, 8(22), 12397–12424. https: // doi.org / 10.1002 / ece3.4553.

2. Федоров А. А. (ред) Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Magnoliaceae—Limoniaceae. – Л.: Наука, –1984. – 460 с.

3. Сенников А.Н. (ред.) Флора Узбекистана, т. 3. Издательство «Маънавият», Ташкент. –2019. –201 с.

4. Junaid R Shaikh, MK Patil. Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. Int J Chem Stud 2020;8(2):603 - 608. DOI: 10.22271 / chemi.2020.v8.i2i.8834

5. 5. 78. Tahir, P. Md., Musgrave, O.C. and Ashaari, Z. Determination of Polyphenolic Content of Bark Extracts for Wood Adhesives. // Holzforschung. – 2002. –№ 56(3). P. 267-272. https://doi.org/10.1515/HF.2002.044

6. Adamczyk, B., Simon, J., Kitunen, V., Adamczyk, S., & Smolander, A. Tannins and Their Complex Interaction with Different Organic Nitrogen Compounds and Enzymes: Old Paradigms versus Recent Advances. // ChemistryOpen. –2017. –№ 6(5). P. 610–614. https: // doi.org / 10.1002 / open.201700113

7. Ruiz-Aquino, F., Feria-Reyes, R., Rutiaga-Quiñones, J. G., Robledo-Taboada, L. H., & Gabriel-Parra, R. (2023). Characterization of tannin extracts derived from the bark of four tree species by HPLC and FTIR. // Forest Science and Technology. –2023. –№ 19(1). P. 38–46. https://doi.org/10.1080/21580103.2023.2166593


ISSN 3030-3907

# ANALYSIS OF METHODS FOR REMOVING SILICA FROM URANIUM IN-SITU LEACHING PRODUCTIVE SOLUTIONS

**Sharafutdinov Ulug‘bek Ziyatovich**
*Director of the Advanced Technologies Center, Navoi Mining and Metallurgical Combine Joint-Stock Company (NMMC JSC).*
*E-mail: u.sharafutdinov@ngmk.uz*
**Yuldashev Shokhrukh Shonazar o‘g‘li**
*Associate Professor, Faculty of Mining, Department of RRM, Navoi State University of Mining and Technologies.*
*E-mail: mryuldashevshohruh@gmail.com*
**Mansurova Dilfuza Zokir qizi**
*Master student, Faculty of Mining, Department of RRM Navoi State University of Mining and Technologies.*
*E-mail: dilfuzamansurova95@gmail.com*
**Abdusamatov Asadbek Muzaffar o‘g‘li**
*Bachelor student, Faculty of Mining, Department of RRM Navoi State University of Mining and Technologies.*
*E-mail: abdusamadofasadbek@gmail.com*
**Safarov Ulug‘bek Ashurboy o‘g‘li**
*Bachelor student, Faculty of Mining, Department of RRM Navoi State University of Mining and Technologies.*
*E-mail: safarovulugbek804@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada uran ishlab chiqarish eritmalaridan kremniy (silika)ni ajratib olish usullari tahlil qilingan. Eritmalarda kremniy asosan ortokremniy kislotasi va uning dimer shakllarida, shuningdek suspenziya va sorbsiya holatida mavjudligi ko‘rsatib o‘tilgan. Tadqiqotda kremniyni ajratishning asosiy usullari — koagulyatsiya, flokulyatsiya, membrana texnologiyalari va sorbsiya jarayonlari solishtirma tahlil qilingan. Ayniqsa, ortokremniy kislotasini past konsentratsiyalarda ajratib olish muammolari yoritilgan. Geterokoagulyatsiya jarayonida alyuminiy va temir (III) gidroksidlari bilan birikmalar hosil bo‘lishi yuqori samaradorlikka ega ekani asoslab berilgan. Shuningdek, kremniy va organik moddalarni birgalikda cho‘ktirish, ularni keyinchalik ajratish hamda kristallanish jarayonlaridan foydalanish istiqbollari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari yer osti uranni eritib olish texnologiyalarini takomillashtirish uchun muhim ahamiyatga ega.

**Kalit so‘zlar:** kremniy, ortokremniy kislotasi, uran eritmalari, yer osti eritib olish, geterokoagulyatsiya, sorbsiya, flokulyatsiya, koagulyatsiya, alumosilikatlar, temir (III) gidroksidi, organik moddalar, kristallanish.

**Аннотация.** В данной работе проведён анализ методов удаления кремния (силики) из продуктивных растворов уранового производства. Показано, что кремний в растворах присутствует преимущественно в виде ортокремниевой кислоты, её димеров, а также в форме суспензий и сорбированных соединений. Рассмотрены основные методы удаления кремния, включая коагуляцию, флокуляцию, баромембранные процессы и сорбцию. Особое внимание уделено проблеме удаления ортокремниевой кислоты при низких концентрациях. Обоснована высокая эффективность гетерокоагуляции с гидроксидами алюминия и железа (III), приводящей к образованию труднорастворимых алюмосиликатных и ферросиликатных соединений. Также рассмотрены процессы совместного осаждения кремния и органических веществ, их последующее разделение и возможности кристаллизации осадков. Полученные результаты имеют важное значение для совершенствования технологий подземного выщелачивания урана.

**Ключевые слова:** кремний, ортокремниевая кислота, урановые растворы, подземное выщелачивание, гетерокоагуляция, сорбция, флокуляция, коагуляция, алюмосиликаты, гидроксид железа (III), органические вещества, кристаллизация.

**Abstract.** This paper presents an analysis of methods for removing silica from uranium production solutions. It is shown that silica in such solutions exists mainly in the form of orthosilicic acid, its dimers, as well as in suspended and sorbed forms. The main silica removal techniques, including coagulation, flocculation, baromembrane processes, and sorption, are comparatively analyzed. Particular attention is given to the challenges of removing orthosilicic acid at low concentrations. The high efficiency of heterocoagulation with aluminum and iron (III) hydroxides is substantiated, resulting in the formation of poorly soluble aluminosilicate and ferrosilicate compounds. The study also explores the co-precipitation of silica and organic matter, their subsequent separation, and the potential of crystallization processes. The results obtained are significant for improving in-situ uranium leaching technologies.

**Keywords:** silica, orthosilicic acid, uranium solutions, in-situ leaching, heterocoagulation, sorption, flocculation, coagulation, aluminosilicates, iron (III) hydroxide, organic matter, crystallization.

## INTRODUCTION.

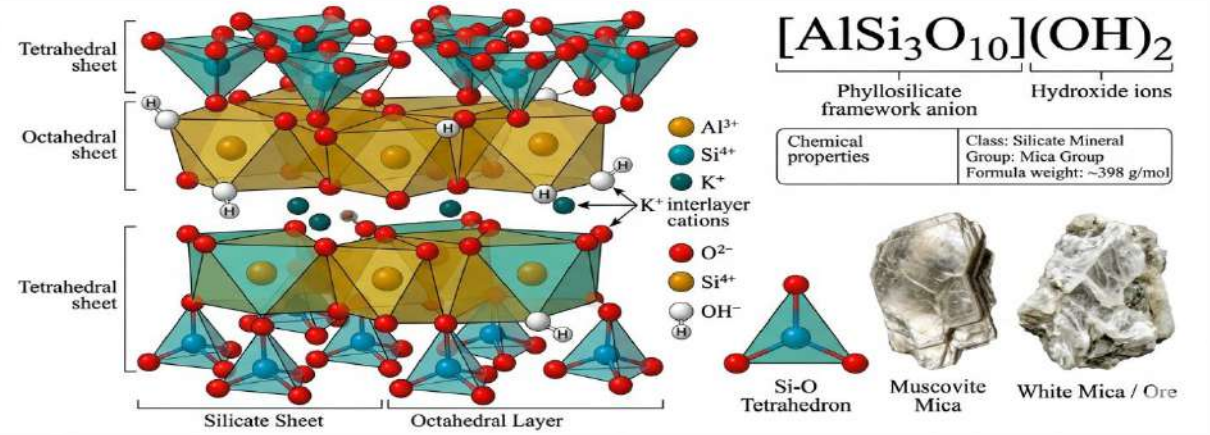
Analysis of Methods for Removing Silica from Uranium Production Solutions. Silica, as determined by analysis in the composition of productive solutions, is present in the form of a monomer (orthosilicic acid) and a dimer (DCC), since the standard analysis for silica (reaction with ammonium molybdate reagent) detects it exclusively in these two forms[1]. However, it is highly likely


ISSN 3030-3907

that a significant portion of it, not accounted for by this analysis, is present in the product solutions as suspensions and/or sorbates on organic matter.

Studies of deposits[2] indicate that uranium in the groundwater of the Tian Shan Basin occurs not only in the form of uranyl carbonate compounds, but also as an adsorbed layer on aluminosilicate hydrosols similar in composition to hydromicas. This explains the high silica content in carbonized plant detritus and, consequently, the high coffinite content in most domestic roll-type uranium deposits. At the same time, the data from[3] cited in Chapter 1 regarding the global average silica content in river water at 13.1 mg/L refer to orthosilicic acid. In the form of suspensions, it contains an additional 250 mg/L of silica and 38.2 mg/L of aluminum[4], which corresponds to an atomic ratio of Si/Al = 3.

This suggests that, in terms of composition, they are also similar to hydromicas, whose aluminosilicate framework is formed by the anion $[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ in picture 1.




**Picture 1. Layered structure and chemical formula of muscovite mineral.**

Given that leaching solutions are typically prepared using formation water, it can be expected that productive solutions will contain significant amounts of silica in the form of suspensions. It should be noted that their presence in production solutions does not have a negative impact on the underground uranium leaching process, since the dissolution of ionites (as well as the vast majority of other organic compounds) is caused only by orthosilicic acid (and, possibly, DCC)[5]; however, when selecting a method for removing silica from productive solutions, the presence of these suspensions should be taken into account, and their behavior during the purification process should be analyzed.

A large number of studies have been devoted to the removal of silicic acid from solutions, spanning a wide range of scientific disciplines (as is the case with humic and fulvic acids). In particular, the problem of leaching silica from silicates arises in many other areas of metallurgy, not only in underground leaching of uranium and thorium, but also in agitation leaching of concentrates, where a certain amount of silicates remains as an unavoidable impurity (tailings). The


ISSN 3030-3907

main methods for silica removal are coagulation (including heterocoagulation), flocculation, baromembrane methods, and sorption[6]. Sometimes they are used in combination—for example, in baromembrane purification methods, the higher the MM value of the material being removed, the higher the efficiency—therefore, the most effective approach is to sequentially perform coagulation or flocculation of silica (to increase the MM of its aggregates) followed by ultrafiltration. Undoubtedly, these methods are highly effective for removing silica suspensions from production solutions—but by no means from orthosilicic acid. At the same time, as noted, at concentrations below 100–130 mg/L, orthosilicic acid is not prone to polycondensation or gel formation in any pH range, so the use of any flocculants will not reduce the orthosilicic acid content below the specified value. Obviously, for the conditions at the "Loyliken" deposit, this would mean a reduction in the initial orthosilicic acid concentration by only 40–50%, which is clearly insufficient. At the same time, in the presence of the solid phase, orthosilicic acid is deposited onto the substrate, and the residual concentration of orthosilicic acid is determined by the composition of the substrate—as noted in Chapter 1, this is 6 mg/L for quartz and 15 mg/L for montmorillonite[7]. The problem is that deposition onto the substrate is not a very fast process, and a large specific surface area of the substrate is required for it to proceed effectively. Thus, according to practical data, it is recommended to introduce a powdered acid-resistant substance (quartz sand or clay) with a particle diameter of no more than 0.06 mm into a silica-containing solution in an amount that ensures a total particle surface area of at least 0.3 $m^2$ per 1 g of $SiO_2$. An important advantage of this method is its suitability for use in highly acidic environments (up to 2.5 M nitric acid). It can be assumed that the precipitation rate would increase significantly in the presence of fluoride ions, which are among the most effective catalysts for silica polymerization and gelation, even at pH values close to the isoelectric points[8]. However, this method is not suitable for uranium in-situ leaching solutions due to the presence of aluminum and iron (III) ions in the solutions, which bind fluoride ions into a stable, inactive complex[9].

It seems that sorption-based purification methods—primarily using readily available, non-regenerable sorbents such as cellulose, clays of various compositions, zeolites, silica gel, iron and aluminum hydroxides, and others—share a similar mechanism of action[10]. Due to their versatility, these methods are widely used in various industries to remove silicon from solutions with different chemical compositions and pH levels. Therefore, it is more practical not to develop a new sorbent for the purification of productive solutions from underground uranium leaching, but to select the most effective one from those already known and adapt the technology to the specifics of their chemical


ISSN 3030-3907

composition, in particular taking into account the presence of organic compounds (this aspect will be discussed in more detail below)[11].

Another interesting and promising method for removing orthosilicic acid from solutions is heterocoagulation (i.e., co-precipitation) of orthosilicic acid with hydroxides of multivalent metals—for example, with aluminum and iron(III) hydroxides, orthosilicic acid forms, respectively, aluminosilicic and ferrosilicic acids[12]:

$$Al(OH)_3 + H_4SiO_4 = HAlSiO_4 \downarrow + 3H_2O \quad (1)$$

$$FeOOH + H_4SiO_4 = HAlSiO_4 \downarrow + 2H_2O \quad (2)$$

These acids have very low solubility, yet they are much stronger than orthosilicic acid (for example, fresh neutral sols of $Si(OH)_4$ and $Al(OH)_3$ produce a strongly acidic reaction when mixed), and tend to form stable complexes with alkaline earth metal ions, forming even less soluble compounds—for example, synthetic epidote $Ca_2Al_2Fe^{3+}(SiO_4)_3OH$ was detected in the precipitate formed upon neutralization of a commercial desorbate from uranium production to pH 3.0–3.5[13].

The exothermic effect of aluminosilicic acid formation is so significant that orthosilicic acid is capable of binding not only hydrolytically precipitated aluminum but also dissolved aluminum at pH 3.1—that is, at a pH one unit lower than the pH at which the hydrolysis of aluminum salts begins:

$$Al^{3+} + H_4SiO_4 = HAlSiO_4 + 3H^+ + 48{,}2kJ/mol \quad (3)$$

The heat effect of ferrosilicate formation is significantly lower, but the tendency of iron (III) to hydrolyze is higher—therefore, iron (III) from a 0.1 M solution is bound by orthosilicic acid at pH = 1.83, i.e., 0.14 units lower than the pH at which iron (III) salts begin to hydrolyze. This allows the same technology to be successfully used for the removal of orthosilicic acid as for the removal of organic matter from productive solutions of underground uranium leaching. If iron (III) is regenerated without prior acidification of the circulating leaching solutions, due to acid consumption according to the equation[14], the pH of the solution increases and orthosilicic acid begins to bind with iron (III), and ferrosilicic acid even before the precipitation of hydroxyetite begins according to the equation and its binding of fulvic acid and sulfohumic acid. This allows the process to be conducted in two stages, with the transition between stages controlled by a sudden change in pH: in the first stage, ferrosilicate is precipitated, forming a tailings cake, and in the second stage, hydroxyetite precipitates with organic matter, forming a return cake that is to be redissolved in sulfuric acid and combined with the return leaching solutions after sorption processing in order to restore both iron (III) and organic matter useful for underground uranium leaching to its composition.


ISSN 3030-3907

The fact that silica and organic matter are precipitated by the same reagent—iron (III)—in this case draws attention to the fact that, when using most of the proposed technologies for removing organic matter from production solutions, orthosilicic acid will be precipitated along with the organic matter, and in those technologies where orthosilicic acid is not precipitated, the organic matter will contain a large amount of silicon in the form of silicon and organic complexes. Since organic substances are planned to be returned to the underground uranium leaching process, and the presence of silica has a negative impact both at this stage and in subsequent processing stages, there is a clear need for the preliminary removal of silica from the organic matter before its reuse[15].

One promising approach in this regard appears to be the crystallization of precipitated silica. The fact is that silica's tendency to crystallize during heterocoagulation is much higher than during the coagulation of pure silica[16]—for example, in nature, the coagulation of silicic acid forms amorphous opal, whereas in the presence of small amounts of iron (III) and/or aluminum (up to 0.3% and 0.8%, respectively), the precipitate rapidly crystallizes to form microcrystalline quartz—the mineral chalcedony. If, however, the iron content in the precipitate ranges from 5 to 15%, the number of crystallization nuclei increases to such an extent that cryptocrystalline quartz forms—the mineral jasper, in which, due to the very high rate of nucleation, the crystal size is an order of magnitude smaller than in chalcedony. In particular, if organic matter and silica are sorbed onto metal hydroxides, it is possible to separate them subsequently—for example, if a spent bauxite filter is immediately washed with alkali, both the organic matter and the silica will be desorbed from it. However, if it is allowed to stand for a period sufficient for silicic acid to crystallize, and then washed with alkali, one can expect that the organic matter will be washed out in practically the same volume, while almost all of the silica will remain on the filter. If a limonite filter is used, it is advisable not to regenerate it after use, but to dissolve it in sulfuric acid, send the insoluble fraction (silica) to the waste pile, and return the iron (III) sulfate solution to the circulating leaching solutions as an oxidizing agent. Moreover, the organic matter present in the solution will serve as an intensifier of the underground uranium leaching process.

As noted above, in the pH range close to the isoelectric point, orthosilicic acid polymerizes very slowly. However, the reverse is also true: polymerized silicic acid depolymerizes at the slowest rate upon dilution within the same pH range — i.e., if a mixture of organic matter and a silicic acid gel is redissolved in a medium with pH ≈ 2, the organic matter will dissolve rapidly, while the silica will remain almost entirely in the precipitate.


ISSN 3030-3907

## REFERENCES

1. Ulugbek Sharafutdinov, Ilkhom Karimov, Ibodulla Rajabboev, Shokhrukh Yuldashev, Madina Khamidova, Dilnoza Khurramova. Presence and impact of silica and organics in uranium in-situ leaching solutions. E3S Web Conf. 627 01011 (2025). DOI:10.1051/e3sconf/202562701011
2. Michael, A., Varnava, N., Ioannidis, I., & Pashalidis, I. (2024). Uranium recovery from phosphate rocks/minerals–A comprehensive review. Sustainable Chemistry for the Environment, 5, 100055.
3. Poojitha, C. G., Manohar, P., Rohini, B. S., Singh, B., & Pyngrope, A. (2026). Unveiling the Chemistry Behind Uranium Solubility and Interfering Agents. In Water Quality-Uranium Solubility Nexus: Unlocking the Secrets of Uranium Solubility: Uranium Chemistry in Water (pp. 161-184). Cham: Springer Nature Switzerland.
4. Johnson, R. H., Paradis, C. J., Kent, R. D., Tigar, A. D., & Reimus, P. W. (2023). Single-well push–pull tracer test analyses to determine aquifer reactive transport parameters at a former uranium mill site (Grand Junction, Colorado). Minerals, 13(2), 228.
5. Sanakulov, K., Sharafutdinov, U., Razhabboev, I., Khamidov, R., & Khamidova, M. (2024). Study of technological parameters of ion exchange resins and technology of recultivation of off-balance uranium-containing dumps. In E3S Web of Conferences (Vol. 548, p. 08015). EDP Sciences.
6. Sharafutdinov, U., & Yuldashev, S. (2023). Methods of reducing the depressing effect of the silicon bond during selective dissolution underground. Universum: технические науки, (10-7 (115)), 12-15.
7. Petukhov O.F., Khalimov I.U., Istomin V.P., Karimov N.M. The effect of clay minerals on in-situ leaching of uranium. Mining Science and Technology (Russia). 2023;8(1):39–46. https://doi.org/10.17073/2500-0632-2022-10-20
8. Khalimov I.U., Karimov N.M. Research on increasing extraction and reducing costs in the production of REE oxides from solutions of underground leaching of uranium ores. Tsvetnye Metally (Russia). 2025; 11(995): 63–71. https://doi.org/10.17580/tsm.2025.11.06
9. Шарафутдинов, У. З., Ражаббоев, И. М., & Юлдашев, Ш. Ш. У. (2023). Исследование влияния алюминия на процесс сорбция урана в продуктивных растворах подземного выщелачивания. Universum: технические науки, (12-6 (117)), 52-54.
10. O. Kovrov, K. Babiy, B. Rakishev, A. Kuttybayev, Mining of Mineral Deposits 10(2), 55-63 (2016).
11. N.I. Khurramov, T.I. Nurmurodov, A.U. Erkaev, Obogashchenie rud 2, 40-48 (2024).


ISSN 3030-3907

12. Khurramov N.I., Nurmurodov T.I., Erkaev A.U. Study of the content of rare earth elements in the composition of phosphate rocks of the Aznek deposit and development of methods for their recovery. Obogashchenie rud, 2024 (2). pp. 40-48. https://doi.org/10.17580/or.2024.02.07.
14. Hryhoriev, Yulian & Lutsenko, Serhii & Systierov, O & Куттыбаев, Айдар & Kuttybayeva, A. (2023). Implementation of sustainable development approaches by creating the mining cluster: the case of MPP "Inguletskiy". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1254. 012055. 10.1088/1755-1315/1254/1/012055.
15. Khurramov N.I., Nurmurodov T.I., Erkaev A.U. Study of the content of rare earth elements in the composition of phosphate rocks of the Aznek deposit and development of methods for their recovery. Obogashchenie rud, 2024 (2). pp. 40-48. https://doi.org/10.17580/or.2024.02.07.
16. Tagayev, Ilhom, et al. "The Role of Medium Condition for Uranium Separation from Central Kyzylkum's Low-Grade Phosphorite After Sulfuric Acid Treatment". International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, vol. 12, no. 2, Apr. 2022, pp. 668-73, https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.2.14060.
17. Razhabboev I., Sharafutdinov U., Kadirova Z., Daminova Sh., Koldarov A., Atamuratova M. Simultaneous ion-exchange sorption of uranium with concomitant impurities. E3S Web of Conferences 417, 02020 (2023). GEOTECH-2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341702020.


ISSN 3030-3907

# GIDROXINON-FORMALDEGID SILOKSAN SMOLASINING KVANT-KIMYOVIY VA SPEKTRAL TADQIQI

**Xoliqova G.Q.**
*Buxoro davlat texnika universiteti*
**Raximov F.F.**
*Buxoro davlat texnika universiteti*
**Nurilloyev Z.I.**
*Buxoro davlat texnika universiteti*

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda gidroxinon, formaldegid va kremniy tutuvchi birikmalar asosida yangi gidroxinon-formaldegid siloksan smolasi sintez qilingan kremniyorganik oligomerning elektron tuzilishi, atomlararo zaryad taqsimoti, bog‘ uzunliklari va bog‘ burchaklari RM1 hamda AM1 yarim empirik kvant-kimyoviy usullari yordamida o‘rganilgan. Hisoblash natijalari molekuladagi reaktiv markazlarni aniqlash va reaksiya mexanizmini tushuntirish imkonini bergan. Mahsulot tuzilishi IQ va UB spektroskopiya usullari orqali tadqiq qilinib, IQ spektrda Si–O–Si, Si–O–C, O–H hamda aromatik halqaga xos yutilish chiziqlari aniqlangan. UB spektr tahlili 190–600 nm diapazonda yutilish mavjudligini ko‘rsatdi va optik xossalarning organosilikon struktura bilan bog‘liqligini tasdiqlaydi. Kvant-kimyoviy hisoblashlar va spektral tadqiqotlar natijalarining o‘zaro mosligi sintez qilingan smola tuzilishining ishonchliligini tasdiqlashi ilmiy asoslangan.

**Kalit so‘zlar:** gidroxinon, formaldegid, siloksan smolasi, organosilikon birikmalar, kvant-kimyoviy hisoblashlar, IQ spektroskopiya, UB spektroskopiya.

**Аннотация.** В данном исследовании на основе гидрохинона, формальдегида и кремнийсодержащих соединений синтезирована новая гидрохинон-формальдегидная силоксановая смола. Электронная структура, распределение межатомных зарядов, длины связей и валентные углы кремнийорганического олигомера изучены с использованием полуэмпирических квантово-химических методов RM1 и AM1. Результаты расчётов позволили определить реакционные центры в молекуле и объяснить механизм протекающей реакции. Структура полученного продукта исследована методами ИК- и УФ-спектроскопии, при этом в ИК-спектре выявлены полосы поглощения, характерные для связей Si–O–Si, Si–O–C, O–H, а также ароматического кольца. Анализ УФ-спектра показал наличие поглощения в диапазоне 190–600 нм и подтвердил связь оптических свойств с органосиликоновой структурой. Совпадение результатов квантово-химических расчётов и спектральных исследований подтверждает достоверность структуры синтезированной смолы и имеет научное обоснование.


ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** гидрохинон, формальдегид, силоксановая смола, органосиликоновые соединения, квантово-химические расчёты, ИК-спектроскопия, УФ-спектроскопия.

**Abstract.** In this study, a new hydroquinone-formaldehyde siloxane resin was synthesized based on hydroquinone, formaldehyde, and silicon-containing compounds. The electronic structure, interatomic charge distribution, bond lengths, and bond angles of the silicon-organic oligomer were studied using the semi-empirical quantum-chemical methods RM1 and AM1. The calculation results made it possible to identify reactive centers in the molecule and explain the reaction mechanism. The structure of the obtained product was investigated by IR and UV spectroscopy methods, and the IR spectrum revealed absorption bands characteristic of Si–O–Si, Si–O–C, O–H bonds, as well as the aromatic ring. UV spectral analysis showed the presence of absorption in the 190–600 nm range and confirmed the relationship between optical properties and the organosilicon structure. The consistency between the results of quantum-chemical calculations and spectral studies confirms the reliability of the structure of the synthesized resin and provides scientific justification.

**Keywords:** hydroquinone, formaldehyde, siloxane resin, organosilicon compounds, quantum-chemical calculations, IR spectroscopy, UV spectroscopy.

**KIRISH.**

So‘nggi yillarda organik-anorganik gibrid polimerlarga bo‘lgan qiziqish sezilarli darajada ortib bormoqda. Bunday materiallar organik polimerlarning elastikligi hamda anorganik komponentlarning issiqlik va kimyoviy barqarorligini o‘zida mujassamlashtirishi bilan ahamiyatlidir. Organosilikon birikmalar, ayniqsa siloksan smolalari yuqori termik barqarorligi, gidrofobligi va atmosfera ta’siriga chidamliligi tufayli qoplamalar, kompozitsion materiallar va funksional polimerlar ishlab chiqarishda keng qo‘llanilmoqda [1–4].

Gidroxinon fenolik birikmalar sinfiga mansub bo‘lib, tarkibidagi ikkita gidroksil guruh hisobiga yuqori reaksion faollikka ega. Tadqiqotchilar tomonidan gidroxinon asosidagi polimerlar va oligomerlarning antioksidantlik, termik barqarorlik hamda optik xossalari o‘rganilgan [5–7]. Formaldegid bilan kondensatsiya reaksiyalari natijasida gidroksimetil hosilalar hosil bo‘lishi va ularning keyinchalik uch o‘lchamli polimer tarmoqlar shakllantirishi aniqlangan [8,9].

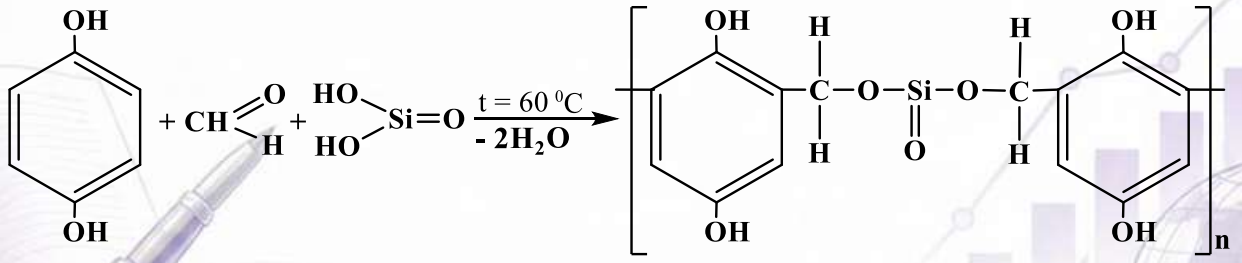
Silikon tutuvchi birikmalarni fenolik moddalar bilan modifikatsiyalashga oid ilmiy ishlarda Si–O–Si va Si–O–C bog‘lari hosil bo‘lishi natijasida materiallarning mexanik va termik xossalari yaxshilanishi qayd etilgan [10–12]. Kremniyorganik polimerlarning molekulyar tuzilishini aniqlashda IQ-spektroskopiya eng samarali usullardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlarda 1000–


ISSN 3030-3907

1150 $sm^{-1}$ sohada kuzatiladigan intensiv yutilish chiziqlari siloksan bog‘larining hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi [13,14]. Molekulalarning elektron tuzilishini o‘rganishda kvant-kimyoviy hisoblash usullari muhim ahamiyat kasb etadi. Stewart tomonidan ishlab chiqilgan AM1 va PM3 yarim empirik usullari reaksion markazlarni aniqlash, zaryad taqsimotini baholash hamda molekulalarning energetik parametrlarini hisoblash imkonini beradi [15]. Jensen va boshqa mualliflar kvant-kimyoviy usullar yordamida olingan natijalar eksperimental ma’lumotlarni izohlashda muhim vosita ekanligini ta’kidlaganlar[16]. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, gidroxinon, formaldegid va siloksan fragmentlari asosida hosil qilingan gibrid polimerlarning elektron tuzilishi va optik xossalarini kompleks ravishda o‘rganishga bag‘ishlangan tadqiqotlar yetarli darajada emas.

Organosilikon birikmalar yuqori issiqlik va kimyoviy barqarorligi, mexanik mustahkamligi hamda yaxshi dielektrik xossalari bilan ajralib turadi. Shu sababli ular zamonaviy polimer kimyosi, kompozitsion materiallar va himoya qoplamalari ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Fenolik birikmalar, xususan gidroxinon, tarkibida ikkita gidroksil guruhi mavjudligi sababli yuqori reaksion faollikka ega bo‘lib, turli xil kondensatsion polimerlar sintezida muhim xomashyo hisoblanadi. So‘nggi yillarda organik va anorganik fragmentlarni bir molekulada birlashtiruvchi gibrid materiallarga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda. Bunday materiallar tarkibida kremniy va aromatik halqalarning birgalikda mavjudligi ularning termik, mexanik va optik xossalarini yaxshilaydi. Shu nuqtai nazardan gidroxinon, formaldegid va silanol guruhlari tutuvchi birikmalar asosida yangi siloksan smolalarini olish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Mazkur ishning maqsadi gidroxinon-formaldegid siloksan smolasini sintez qilish, uning elektron tuzilishini kvant-kimyoviy usullar yordamida o‘rganish hamda IQ va UB spektroskopiya usullari asosida tuzilishini tasdiqlashdan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida gidroxinon, formaldegid va kremniy tutuvchi gidroksil birikmalari tanlandi. Sintez jarayoni 60°C haroratda olib borildi va natijada gidroxinon-formaldegid siloksan smolasi olindi.




**1-rasm. Gidroxinon-formaldegid siloksan smolasining hosil bo‘lish reaksiyasi**


ISSN 3030-3907

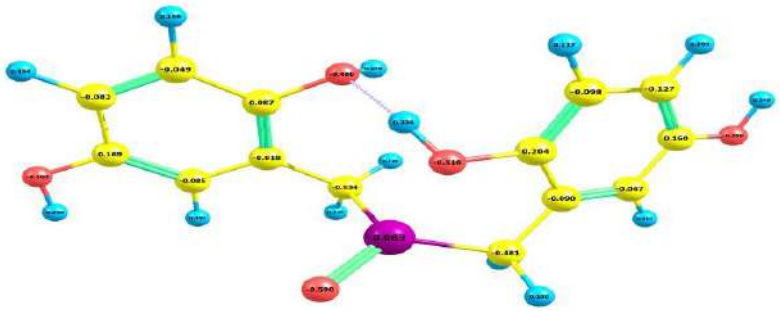
Molekulalarning elektron tuzilishi RM1 va AM1 yarim empirik kvant-kimyoviy usullari yordamida hisoblandi. Hisoblashlar natijasida zaryad taqsimoti, bog‘ uzunliklari, bog‘ burchaklari, hosil bo‘lish energiyasi va dipol moment qiymatlari aniqlandi.

**1-jadval.**

**Gidroxinon-formaldegid siloksan smolasining kvant-kimyoviy hisoblashlari**

| Atom bog‘i | Bog‘ uzunligi (Å) | Atom burchagi (°) |
|---|---|---|
| C(1)-C(2) | 1.341 | 118.646 |
| C(2)-C(3) | 1.358 | 117.461 |
| C(3)-C(4) | 1.341 | 124.298 |
| C(4)-C(5) | 1.376 | 123.423 |
| C(5)-C(6) | 1.380 | 120.037 |
| O(7)-C(3) | 1.367 | 123.269 |
| O(8)-C(6) | 1.350 | 120.037 |
| C(9)-O(10) | 1.380 | 107.720 |
| Si(11)-O(10) | 1.651 | 124.003 |
| Si(11)-O(12) | 1.628 | 115.503 |
| Si(11)-O(13) | 1.532 | 115.485 |

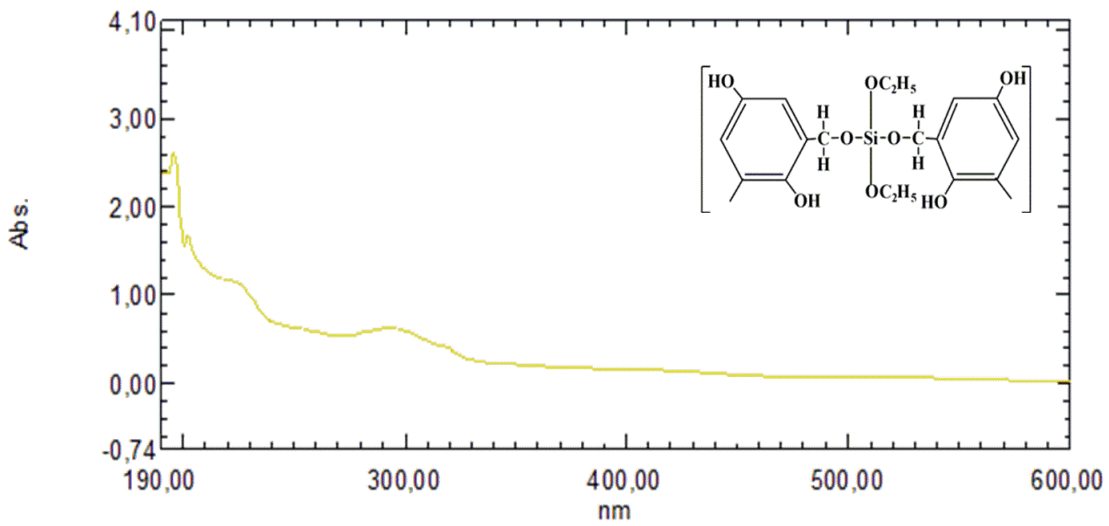
Kvant-kimyoviy hisoblash natijalaridan ko‘rinadiki, aromatik halqadagi C–C bog‘ uzunliklari 1,324–1,380 Å oralig‘ida bo‘lib, benzol halqasi uchun xos qiymatlarga mos keladi. Si–O bog‘larining 1,532–1,651 Å oralig‘ida bo‘lishi siloksan fragmentlari hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. Olingan bog‘ burchaklari va bog‘ uzunliklari molekulaning fazoviy jihatdan barqaror ekanligini ko‘rsatadi (2-rasm).



**2-rasm. Gidroxinon-formaldegid siloksanda zaryad taqsimoti**

Olingan kremniyorganik birikmaning tuzilishini tahlil qilish uchun UB va IQ spektroskopik tahlil o’tqazildi. UB-spektrda 190 nm sohada intensiv yutilish kuzatilib, absorbsiya qiymati A≈2,55–3,0 ni tashkil etadi (3-rasm).


ISSN 3030-3907

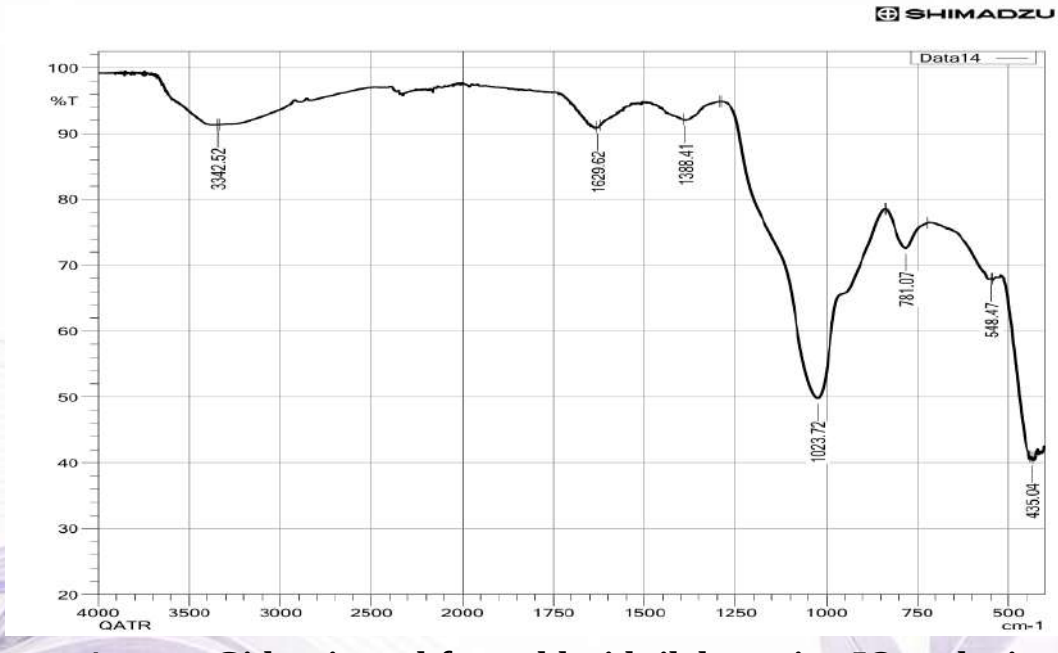



**3-rasm. Gidroxinon-formaldegid siloksanning UB spektri**

To‘lqin uzunligi ortishi bilan absorbsiya monoton ravishda kamayib boradi va 400 nm sohada A≈0,08–0,12 qiymatga yetadi. Bunday spektral ko‘rinish Rayleigh–Mie sochilishi, gidroxinonning qisman benzoxinonga oksidlanishi hamda polimer zanjiridagi konyugatsiyalangan tizimlar hosil bo‘lishi bilan izohlanadi.

Gidroxinon fenolik tuzilishga ega bo‘lib, kuchli vodorod bog‘lanishlari hosil qilish qobiliyati tufayli elementorganik moddalar sintezida istiqbolli organik komponent hisoblanadi.

Dastlabki va oxirgi mahsulotning spektrdagi yutilish chiziqlari bir-biriga solishtirib moddaning tuzilishi haqida yoki reaksiya borganligi haqida fikr yuritish mumkin. Kimyoviy reaksiya natijasida yangi yutilish maksimumlarining hosil bo‘lishi, ma’lum bir yutilish chiziqlarining yo‘qolishi yoki boshqa sohaga siljishi kuzatilishi mumkin.




**4-rasm. Gidroxinonol-formaldegid siloksanning IQ spektri**


ISSN 3030-3907

Tadqiq etilgan birikmaning IQ-spektrida 3342 $sm^{-1}$ sohada kuzatilgan keng va intensiv yutilish cho‘qqisi molekula tarkibida fenolik gidroksil (–OH) guruhlarining mavjudligini ko‘rsatadi(4-rasm). Mazkur yutilish zonasining kengligi gidroksil guruhlari o‘rtasida hosil bo‘ladigan ichki molekulyar vodorod bog‘lanishlari bilan izohlanadi.

1629 $sm^{-1}$ da qayd etilgan yutilish aromatik halqalarga xos bo‘lgan C=C bog‘larining valent tebranishlariga tegishli bo‘lib, birikma tarkibida benzol yadrolarining mavjudligini tasdiqlaydi. 1388 $sm^{-1}$ sohasidagi yutilish esa benzil fragment tarkibidagi $–CH_2–$ guruhlarining deformatsion tebranishlari bilan bog‘liqdir.

Spektrda 1023 $sm^{-1}$ da kuzatilgan kuchli va aniq yutilish cho‘qqisi Si–O–$CH_2$ bog‘larining valent tebranishlariga mos keladi. Ushbu signal molekula tarkibida kremniy atomlari kislorod orqali organik fragmentlar bilan bog‘langanligini ko‘rsatadi.

Bundan tashqari, 781 $sm^{-1}$sohada qayd etilgan yutilish aromatik halqalardagi C–H bog‘larining tekislikdan tashqari deformatsion tebranishlariga xosdir. 548–435 $sm^{-1}$ oralig‘ida kuzatilgan yutilishlar esa Si–C va Si–O bog‘larining tebranishlari bilan tavsiflanadi. Ushbu natijalar birikma tarkibida organosilikon fragmentlar mavjudligini hamda kremniy atomlarining organik va kislorodli guruhlar bilan bog‘langanligini tasdiqlaydi.

Shunday qilib, IQ-spektroskopik tahlil natijalari tadqiq etilgan modda tarkibida fenolik gidroksil guruhlari, aromatik halqalar hamda Si–O–$CH_2$, Si–C va Si–O bog‘larini o‘z ichiga olgan organosilikon tuzilma fragmentlari mavjudligini ishonchli ravishda tasdiqlaydi. Kvant-kimyoviy hisoblashlar, IQ va UB-spektral tadqiqotlar gidroxinon-formaldegid siloksan smolasining muvaffaqiyatli sintez qilinganligini tasdiqladi. Elektron va zaryad taqsimoti natijalari reaksion markazlarni aniqlash imkonini berdi. Spektroskopik natijalar esa Si–O–Si va Si–O–C bog‘lari hosil bo‘lganligini ko‘rsatdi. Olingan material organik-anorganik gibrid polimerlar va funksional qoplamalar yaratishda istiqbolli hisoblan

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D.J. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 8th ed. New York: John Wiley & Sons, 2015.
2. Socrates G. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies: Tables and Charts. 3rd ed. Chichester: Wiley, 2004.
3. Jensen F. Introduction to Computational Chemistry. 3rd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2017.
4. Young R.J., Lovell P.A. Introduction to Polymers. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.


ISSN 3030-3907

5. Carey F.A., Sundberg R.J. Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms. New York: Springer, 2020.
6. March J. March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms and Structure. 8th ed. Wiley, 2020.
7. Nakamoto K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. 6th ed. Wiley, 2009.
8. Patai S. The Chemistry of Hydroquinones. Chichester: Wiley, 2010.
9. Clarson S.J., Semlyen J.A. Siloxane Polymers. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2012.
10. Atkins P., de Paula J. Physical Chemistry. 11th ed. Oxford University Press, 2018.
11. Hehre W.J., Radom L., Schleyer P.V.R., Pople J.A. Ab Initio Molecular Orbital Theory. Wiley, 1986.
12. Stewart J.J.P. Optimization of Parameters for Semiempirical Methods. Journal of Molecular Modeling. 2007;13:1173–1213.
13. Becke A.D. Density-functional thermochemistry. The role of exact exchange. Journal of Chemical Physics. 1993;98(7):5648–5652.
14. Frisch M.J. et al. Gaussian 09 User's Reference. Gaussian Inc., Wallingford, CT, 2013.
15. Coates J. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. Encyclopedia of Analytical Chemistry. Wiley, 2000.
16. Stuart B. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons, 2004.
18. Voronkov M.G., Mileshkevich V.P., Yuzhelevskii Y.A. The Siloxane Bond. Consultants Bureau, New York, 1978.


ISSN 3030-3907