ISSN 2181-3779

NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

QURILISH VA TA'LIM ILMIY JURNALI

Научный журнал Строительство и образование
Scientific Journal of Construction and Education



NAMANGAN

ISSN 2181-3779

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

QURILISH VA TA’LIM ILMIY JURNALI

2026-yil
Maxsus son-2

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ СТРОИТЕЛЬСТВО И ОБРАЗОВАНИЕ

SCIENTIFIC JOURNAL OF CONSTRUCTION AND EDUCATION

NAMANGAN-2026

2022-yildan nashr etiladi.
yiliga 6 marta chop qilinadi.

O‘zR Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2023-yil 30-oktabrdagi №345/3 qarori bilan jurnal OAK ning ilmiy nashlari ro‘yxatiga kiritilgan

QURILISH VA TA’LIM ILMIY JURNALI

Bosh muharrir: M.G‘.DADAMIRZAYEV
Bosh muh. o‘rinbosari: N.G‘.BAYBOBOYEV
Mas’ul kotib: N.S.TURAYEV

Tahrir hay’ati

Qurilish

1	Negmatov S. akademik	TDTU “Fan va taraqqiyot” DUK
2	Labudin B.V. t.f.d., prof.	SAFU, Rossiya
3	Lazutkina L.N. p.f.d., prof.	RDAU,Rossiya
4	Razzaqov S.J. t.f.d., prof.	NamDTU
5	Arifjanov A.M. t.f.d., prof.	TIQXMM, MTU
6	Nishonov F.X. t.f.f.d., dots.	NamDTU
7	Axmedov I.G‘. t.f.f.d., dots.	NamDTU
8	Maxkamov D.I. t.f.f.d., dots.	NamDTU
9	To‘xtaboyev A.A. t.f.n., dots.	NamDTU

Arxitektura va shaxarsozlik

1	Mamatmusayev Sh.T. arx.f.d., prof.	TAQU
2	Nurmuhammedova Sh.Z. arx.f.d., prof.	TAQU
3	Shnekev K.J. arx.f.d., prof.	QQDU
4	Dedaxanov D.B. arx.f.f.d., dots.	NamDTU
5	Xasanov O.A. arx.f.f.d., dots.	TAQUI
6	Adilov Z R. arx.f.f.d., (PhD).	NamDTU
7	Abduraimov M.Sh. arx.f.f.d., dots.	SamDAQU
8	Shoisoyev K.I. arx.f.f.d., dots.	TAQU
9	Meliqulov G‘.A. arx.f.f.d., dots.	TAQU
10	Atoshov B.S. arx.f.f.d., dots.	UrDU
11	Yaxyayev A.A. arx.f.f.d., dots.	TAQU

Pedagogika va ta’lim muammolari

1	Djurayev R.X. akademik	O‘zPFITI
2	Ergashev Sh.T. t.f.n., prof.	NamDTU
3	Naumkin N.I. p.f.d., prof.	NIMGU, Rossiya
4	Kuchkarova D.F. t.f.d., prof.	TQXIMM, MTU
5	Ergashev B.B. p.f.d., dots.	PTRI
6	Muxamedov J. t.f.d., prof.	NamDTU
7	Abdullayeva O.S. p.f.d., dots.	NamDTU
8	Xamrakulov A.K. p.f.n., dots.	NamDTU
9	Qahharov A.A. t.f.f.d., dots.	NamDTU
10	Akabarov B.A. t.f.f.d., dots.	NamDTU
11	Shermatova D.Ya. p.f.f.d (PhD).	NamDTU

Muhandislik va sanoat chizmachiligi

1	Vavilov A.V. t.f.d., prof.	BNTU, Belorussiya
2	Djurayev.A.Dj. t.f.d., prof.	TTYeSI
3	Asatov N.A. t.f.d., prof.	JizPI
4	Bahodirov A.A. t.f.d., prof.	SBUMIPTK
5	Gancheryonok I.I. f-m.f.d., dots.	BMTU, Belarussiya
6	Soliyev R.X. t.f.d., prof.	NamDTU
7	Maxkamov G‘.U. t.f.f.d., dots.	NamDTU
8	Buzrukov Z.S. t.f.n., dots.	NamDTU
9	Komilov N.M. t.f.f.d., (PhD).,k.i.x	NamDTU
10	Komilov S.R. t.f.f.d., (PhD).	NamDTU

Qisqa xabarlar

1	Gulyamov G. f-m.f.n., prof.	NamDTU
2	Umurzaqov A.X. t.f.d., dots.	NamDTU
3	Turdaliyev V.M. t.f.d., prof.	NamDTU
4	Mansurov M.T. t.f.d., prof.	NamDTU
5	Abdulxayev X.G‘. t.f.d., k.i.x.	NamDTU
6	Mullabayev B.B. t.f.d., dots.	NamDTU
7	Abduvaxobov D.A. t.f.f.d.,dots.	NamDTU
8	Sobirov M.M. t.f.f.d., dots.	NamDTU
9	Karayev.P.Yu. t.f.f.d., dots.	NamDTU
10	Normirzayev A.R. t.f.n., dots.	NamDTU
11	Rasuljonov A.R. t.f.f.d., (PhD)., k.i.x	QXMITI
12	Xojiboyev V . f-m.f.d., prof.	NamDTU

Muharrirlar: i.f.n., dots. G‘.Shermatov, p.f.f.d. (PhD)., dots. S.Abdullayeva, t.f.f.d (PhD)., dots. M.To‘xtaboyev, f.f.f.d (PhD)., S.M.A’zamov.
Texnik muharrirlar. t.f.f.d (PhD)., dots. S.K.Qo‘chqorov, t.f.f.d (PhD)., dots. A. Xamzayev, t.f.f.d (PhD)., dots. S.Q.Imomnazarov, t.f.f.d (PhD)., K.K.Ismatullayev.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ СТРОИТЕЛЬСТВО И ОБРАЗОВАНИЕ

Издаётся с 2022 года.
Выходит 6 раз в год.

Решением Президиума ВАК при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан от 30 октября 2023 года журнал включен в перечень научных изданий ВАК.

Главный редактор: М.Г.ДАДАМИРЗАЕВ
Зам главного редактора: Н.Г.БАЙБОБОЕВ
Отв. секретарь: Н.С.ТУРАЕВ

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Негматов С, Лабудин Б.В, Лазуткина Л.Н, Раззаков С.Ж, Арифжанов А, Нишонов Ф.Х, Ахмедов И.Ғ,Махкамов Д.И, Тухтабоев А.А, Маматмусаев Ш.Т, Нурмуҳаммедова Ш.З, Шнекев К.Ж, Дедаханов Д.Б, Хасанов О.А, Адилов З Р, Абдураимов М.Ш, Шоисойев К.И, Меликулов Г.А, Атошов Б.С, Яхяев А.А, Джураев Р.Х, Эргашев Ш.Т, Наумкин Н.И, Кучкарова Д.Ф, Эргашев Б.Б, Мухамедов Ж, Абдуллаева О.С, Хамракулов А.К, Каххаров А.А, Акабаров Б.А, Шерматова Д.Я, Вавилов А.В, Джураев.А.Дж, Асатов Н.А, Баҳодиров А.А, Ганчерёнок И.И, Солиев Р.Х, Махкамов Ғ.У, Бузруков З.С, Комилов Н.М, Комилов С.Р, Гулямов Г, Умурзаков А.Х, Турдалиев В.М, Мансуров М.Т, Абдулхаев Х.Ғ,Муллабаев Б.Б, Абдувахобов Д.А, Собиров М.М, Караев.П.Ю, Нормирзаев А.Р, Расулжонов А.Р, Ходжибоев В.

Редакторы. Г.Шерматов, С.Абдуллаева, М.Тухтабоев, С.М.Аъзамов.
Технические редакторы. С.К.Кучкоров, А. Хамзаев, С.Қ.Имомназаров, К.К.Исматуллаев

SCIENTIFIC JOURNAL OF CONSTRUCTION AND EDUCATIONAL

Published since 2022.
Published 6 times a year.

By the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan dated October 30, 2023, the journal was included in the list of scientific publications of the UAC.

Chief editor: M.G. DADAMIRZAEV
Deputy Editor-in-Chief: N.G. BAYBOBOEV
Rep. secretary: N.S.TURAEV

Editorial team:

Negmatov S, Labudin B.V, Lazutkina L.N, Razzakov S.J., Arifzhanov A, Nishanov F.X, Akhmedov I.G,Makhkamov D.I, Tokhtaboyev A.A, Mamatmusayev Sh.T, Nurmuhammedova Sh.Z, Shnekev K.J, Dedakhanov D.B, Khasanov O.A, Adilov Z R, Abduraimov M.Sh, Shoisoev K.I, Melikulov G.A, Atoshov B.S, Yakhayev A.A, Djuraev R.X, Ergashev Sh.T, Naumkin N.I, Kuchkarova D.F, Ergashev B.B, Mukhamedov J, Abdullayeva O.S, Khamrakulov A.K, Kakharov A.A, Akabarov B.A, Shermatova D.Ya, Vavilov A.V, Djuraev.A.Dj, Asatov N.A, Bahadirov A.A, Gancheryonok I.I, Soliyev R.X, Makhkamov G.U, Buzrukov Z.S, Komilov N.M, Komilov S.R, Gulyamov G, Umurzakov A.X, Turdaliyev V.M, Mansurov M.T, Abdulkhayev X.G, Mullabayev B.B, Abduvakhobov D.A, Sobirov M.M, Karayev.P.Yu, Normirzayev A.R, Rasuljanov A.R, Khojiboyev V.

Editors. G.Shermatov, S.Abdullayeva, M. Tokhtaboyev, S.M.Azamov.
Technical editor. S.K. Kuchkarov, A. Khamzayev, S.Q. Imamnazarov, K.K. Ismatullayev

QURILISH

Sh.R.Amirov, H.Q.Dusqobilov Baland binolar fasadlarida energiya samarador pardozlash materiallarini qo‘llash texnologiyalarini takomillashtirish……... 10
V.F.Usmanov, N.P.Sanayeva Tashqi devorlarning to‘ldirma sifatida sinch ishlashiga ta’siri…… 17
I.I.Habibullayev, Q.M.Inoyatov Asfaltbeton qoplamalari sifatini nazorat qilish……... 23
D.M.Jumabayev, B.D.Tolegenov Chiziqli cho‘zilgan obyektlar qurilishini oqimli tashkil etishni optimallashtirish 31
I.I.Kasimov, A.O.Nuriddinov, A.A.Artiqov Asfaltobeton qoplamalarida deformatsiyalar paydo bo‘lishi va kelib chiqishi sabablarini taxlil qilish…… 37
I.M.Turg‘unov Osma ko‘priklar mustahkamligini samaradorligini oshirishning matematik modeli: sun’iy intellekt yordamida yangi yondashuv…… 41
N.A.Nishonov, Ye.V.An, A.Ch.Xurramov Tektonik yorilish chegarasidagi o‘zaro ta’sirning o‘zgaruvchan koeffitsiyentida yer osti polimer quvurlarining bo‘ylab tebranishlari…… 45
J.E.Abdiganiyev, Sh.H.Umedov Quduqlarni burg‘ilash jarayonida burg‘ilash kolonnasi quyi qismi majmuasi (bha/knbk) va burg‘ilash asboblarini hisobga olgan holda tiqilib qolishlar (prixvatlar) parametrlarini tadqiq etish va hisoblash…… 52
J.E.Abdiganiyev, Sh.H.Umedov, T.O.Komilov Quduqlarni burg‘ilashda rotorli boshqariladigan tizimlar (rus) va vintli zaboy dvigatellarini (vzd) qo‘llashning iqtisodiy samaradorligi……... 68
N.P.Sanayeva To‘ldiruvchi devorlar ta’sirini hisobga olgan holda temirbeton sinchli konstruksiyalarning yuk ko‘tarish qobiliyatini tadqiq etish……... 81

ARXITEKTURA VA SHAXARSOZLIK

M.X.Bobokalonov Yomg‘ir suvlarini boshqarishda bajariladigan geodezik-kartografik ishlarni takomillashtirish (Samarqand shahri misolida) ……... 87
R.R.Nizomova Geoinformatsion texnologiyalar asosida turizm salohiyatini hududiy baholash…… 94
X.X.Sharofiddinova, Sh.I.Ergashev, O.N.Tursunxo‘jayeva Tematik xaritalarni tuzishda geoinformatsion tizimlardan foydalanish…….. 103
X.X.Sharofiddinova, M.M.Sidiqov, O.N.Tursunxo‘jayeva Kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullari. ……... 109

PEDAGOGIKA VA TA’LIM MUAMMOLARI

D.P.Yoqubaliyeva Bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlanish jarayonining pedagogik mohiyati va tarkibiy tuzilishi…… 115
E.A.Qosimov, A.M.Ismoilov, R.R.Yo‘ldashev VR o‘yin yaratishda blender dasturidan foydalanish: optimizatsiya va amaliy yondashuv……. 123
D.D.Boqijonov, M.B.Madraximova Talabalar bilimlarini baholashda zamonaviy online platformalardan foydalanish samaradorligi…… 131
Yu.A.Ermatova Texnika otmlaridagi qishloq xo‘jaligi ta’lim yo‘nalishi talabalarining kasbiy rivojlanishida chet tillar fanining ahamiyati…… 135
Yu.A.Ermatova Bo‘lajak qishloq xo‘jaligi talabalariga ingliz tilidagi kasbiy so‘z va atamalarni o‘rgatishning zamonaviy usullari…… 139
E.A.Qosimov, A.M.Ismoilov, R.R.Yo‘ldashev Simulyatsion ta’lim texnologiyalarining nazariy asoslari: 5D simulyatsion trenajyor konsepsiyasini ishlab chiqish…… 143
O.S.Abdullayeva, M.B.Madraximova Raqamli ko‘nikmalarni rivojlantirish uchun moslashuvchan ta’lim dasturlarini joriy etish istiqbollari…… 149
O.S.Abdullayeva, M.B.Madraximova Ta’lim kontenti uchun dinamik veb-saytni raqamli amalga oshirish funksionalini loyihalash…… 156
A.Yu.Teshaboyev Diagnostik-korreksion faoliyatda refleksiyaning tsiklik mexanizmi va uning samaradorligi…... 163
G.S.Tajibayeva Davlat va huquq fanini o‘qitish orqali huquqiy savodxonlikni rivojlantirish mexanizmlari……. 170
M.M.Toxirova Matematika ta’limida o‘quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan mathscore platformasining didaktik imkoniyatlari…….. 176
N.S.Bozorov, Q.P.Umurqulov, Sh.A.Vahobidinova, M.M.Muqimjonova Elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini o‘qitishning kasbiy ahamiyati va metodik xususiyatlari.. 180
E.V.Ergasheva, T.A.Orlova Milliy maktab o‘quvchilarining nutq faoliyatini faollashtirish vositasi sifatida interfaol sinfdan tashqari muhitni loyihalash……... 187

MUHANDISLIK VA SANOAT CHIZMACHILIGI

Sh.B.Karshiboyev, D.A.Sayfullayeva, Z.T.Abdatova Balansdan tashqari rudalarni qayta ishlash texnologiyasini tadqiq etish……... 191
A.A.Xasanov, X.B.Xojimuratova Mis-molibden rudalarini boyitishda molibdenitning ochilish darajasi va uning flotatsion faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tadqiq etish……... 197
M.F.Ergasheva Lazer triangulyatsiyasi texnikasiga asoslangan katta sig‘imli lentali konveyerda sochiluvchan 205

materiallarni dinamik o‘lchash usulini loyihalash……. 214
L.N. Atakulov, J.G.Sayfiyev, G.S.Valiyev Yuk vagonlariga rudani yuklashdagi texnologik muammolar tahlili….. 221
T.I.Askarxodjaev, Sh.A.Pinaev, S.S.Azimov Avtogreyderning ikki erkinlik darajasiga ega osma tizimi tebranishini modellashtirish…….. 227
E.E.Bakiyev Oziq-ovqat korxonalarida mahsulot sifati va xavfsizligini boshqarish funksiyalarini modellashtirish hamda takomillashtirishning tashkiliy-uslubiy asoslari……. 236
M.B.Madraximova, K.K.Akmalov, G.Sh.Baxodirova Qadimiy keramikadagi barmoq izlari orqali shaxsni individual xususiyatlarini aniqlash……. 240
Sh.Sh.Zokirov Porshenli kogeneratsion issiqlik markazlarida elektr va issiqlik yuklamalarini muvofiqlashtirish asosida gaz sarfini kamaytirish mexanizmi……... 246
X.S.Xusainova Uzluksiz ishlab chiqarishda monitoring va nazorat tizimlarining muammolari, takomillashtirish yo‘nalishlari……. 249
X.S.Xusainova Ishlab chiqarish jarayonlarida prognozlash va ma’lumotlarni tahlil qilish modellarining samaradorligini oshirish……... 252
D.O.Abdullayeva, U.R.Gazibekova, R.B.Mamayunusov Yoshlik koni mis rudalarining texnologik tadqiqotlari… 257
M.Juraxanov O‘zbekiston respublikasi energetika tizimining zamonaviy holatining tahlili…….. 257

ATROF-MUHIT MUHOFAZASI VA EKOLOGIYA

U.R.Gazibekova, J.M.Bekpo‘latov D.O.Abdullayeva, M.M.Maxmudova Xondiza kon boshqarmasi texnogen chiqindilarining kimyoviy va mineralogik tarkibini tahlil qilish hamda qayta ishlash istiqbollari……. 263
M.O.Turg‘unov Mikroelektronikada qo‘llaniladigan ko‘p komponentli oksidli shisha nanoqatlamlarning dielektrik va elektrofizik xossalarini tahlil qilish……... 268
D.A.Sulxonov, J.J.Normurodov Karyer sharoitida ishchilar uchun kaskaga integratsiyalangan aqlli aloqa tizimini ishlab chiqish……. 275
J.O.Solijonov Qurilish maydonlarida mehnat xavfsizligini aqlli monitoring va prediktiv boshqaruv asosida takomillashtirish……. 280
D.M.Jumabayev, I.V.Ten Hudud ekologik xavfsizligini ta’minlashda bosh rejaning o‘rni (Nukus shahri misolida) 291
D.A.Sulxonov, U.T.Toshtemirov Yer osti kon lahimi atrof tog‘ jinslarining deformatsiyalanishini va darzlikning geometrik tavsifini aniqlash…….. 298
O‘.A.Nabijonov, A.A.Abdurashidov, S.A.Abdug‘aniyev Avtoservis korxonalarida hosil bo‘ladigan chiqindilarning atrof-muhitga ta’siri va ularni kamaytirish choralari……. 301

QISQA XABARLAR

B.Sh.G‘aybullaev, B.S.Xusainov, A.A.Xudaykulov Motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagichning lemexining tortishga qarshiligini aniqlash……. 304
B.S.Xusainov, A.A.Xudaykulov Motoblok bazasidagi kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametrini uning ish ko‘rsatkichlariga ta’siri……. 310
M.K.Xudjayev, B.B.Xasanov, Sh.A.Ibroximov Bir tomonli pona dinamik masalasi……. 315
M.K.Nazarova, X.O.Olimxon Lift qurilmalarining dinamik ta’sirlarga nisbatan naturaviy sinovlarini o‘tkazish metodikasi…… 319
X.S.Xusainova “Sonli qatorlarning yaqinlashish alomatlari” mavzusini yoritishda b.blum taksonomiyasiga asoslangan texnologik xarita va foydalanilgan interfaol usullar haqida…….. 322
M.N.O‘rmonov Qwen 2.5-7B lokal katta til modeli asosida nutqni tanish va javob generatsiyasini amalga oshiruvchi veb-interfeysni ishlab chiqish……... 327

СТРОИТЕЛЬСТВО

Ш.Р.Амиров, Ҳ.Қ.Дусқобилов Совершенствование технологий применения энергоэффективных отделочных материалов на фасадах высотных зданий…….. 10
В.Ф.Усманов, Н.П.Санаева Влияние наружных стен как заполнения на работу каркаса…….. 17
И.И.Хабибуллаев, К.М.Иноятова Контроль качества асфальтобетонных покрытий…….. 23
Д.М.Жумабаев, Б.Д.Толегенов Оптимизация поточной организации строительства линейно-протяжённых объектов…… 31
И.И.Касимов, А.О.Нуриддинов, А.А.Артиков Анализ причин возникновения и образования деформаций в асфальтобетонных покрытиях……. 37
И.М.Тургунов Математическая модель повышения прочности и эффективности висячих мостов: новый подход с использованием искусственного интеллекта…… 41
Н.А.Нишонов, Е.В.Ан, А.Ч.Хуррамов Продольные колебания подземных полимерных трубопроводов при переменном коэффициенте взаимодействия на границе тектонического разлома…….. 45
Ж.Э.Абдиганиев, Ш.Ҳ.Умедов Исследование и расчёт параметров прихватов при бурении скважин с учётом кнбк и бурильного инструмента……... 52
Ж.Э.Абдиганиев, Ш.Ҳ.Умедов, Т.О.Комилов Экономическая эффективность применения роторно-управляемых систем (рус) и винтовых забойных двигателей (взд) при бурении скважин……... 68
Н.П.Санаева Исследование несущей способности железобетонных каркасных конструкций с учётом влияния заполняющих стен…….. 81

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

М.Х.Бобокалонов Совершенствование геодезическо-картографических работ при управлении ливневыми стоками (на примере города Самарканд) …….. 87
Р.Р.Низомова Региональная оценка туристического потенциала на основе геоинформационных технологий…….. 94
Х.Х.Шарофиддинова, Ш.И.Эргашев, О.Н.Турсунхўжаева Использование геоинформационных систем для создания тематических карт…….. 103
Х.Х.Шарофиддинова, М.М.Сидиқов, О.Н.Турсунхўжаева Современные методы визуализации картографических данных…… 109

ПЕДАГОГИКА И ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Д.П.Ёкубалиева Педагогическая сущность и структурное содержание процесса профессионально-методического развития будущих учителей предмета «воспитание» …… 115
Э.А.Қосимов, А.М.Исмоилов, Р.Р.Йўлдашев Использование программы BLENDER при разработке VR-игр: оптимизация и практический подход…… 123
Д.Д.Боқижонов, М.Б.Мадрахимова Использование программы wordwall для оценки знаний студентов…… 131
Ю.А.Эрматова Значение дисциплины «иностранный язык» в профессиональном развитии студентов сельскохозяйственных направлений подготовки технических высших учебных заведений……. 135
Ю.А.Эрматова Современные методы обучения будущих специалистов сельского хозяйства профессиональной лексике и терминологии на английском языке……. 139
Э.А.Қосимов, А.М.Исмоилов, Р.Р.Йўлдашев Теоретические основы симуляционных образовательных технологий: разработка концепции 5D-симуляционного тренажёра……... 143
О.С.Абдуллаева, М.Б.Мадрахимова Перспективы внедрения гибких образовательных программ для развития цифровых навыков…….. 149
О.С.Абдуллаева, М.Б.Мадрахимова Проектирование функционала для цифровой реализации динамического сайта образовательного контента…….. 156
А.Ю.Тешабоев Циклический механизм рефлексии в диагностико-корректирующей деятельности и его эффективность…….. 163
Г.С.Тажибаева Механизмы формирования и развития правовой грамотности в процессе преподавания учебной дисциплины «Государство и право» …… 170
М.М.Тохирова Дидактические возможности платформы mathscore, направленной на развитие интеллектуального потенциала учащихся в обучении математике……... 176
Н.С.Бозоров, Қ.П.Умуркулов, Ш.А.Ваҳобидинова, М.М.Муқимжонова Профессиональная значимость и методические особенности преподавания физики твёрдого тела студентам направления технического обслуживания электромобилей…… 180
Э.В.Эргашева, Т.А.Орлова Проектирование интерактивной внеурочной среды как средство активизации речевой деятельности учащихся национальной школы…… 187

ИНЖЕНЕРИЯ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ ЧЕРТЁЖ

Ш.Б.Каршибоев, Д.А.Сайфуллаева, З.Т.Абдатова Исследование технологии переработки забалансовых руд…… 191

А.А.Хасанов, Х.Б.Хожимуратова Исследование взаимосвязи степени вскрытия молибденита и его флотационной активности при обогащении медно-молибденовых руд…….. 197
М.Ф.Эргашева Проектирование метода динамического измерения сыпучих материалов на высокопроизводительном ленточном конвейере на основе технологии лазерной триангуляции……. 205
Л.Н.Атакулов, Ж.Г.Сайфиев, Г.С.Валиев Анализ технологических проблем погрузки руды в грузовые вагоны…….. 214
T.I.Askarxodjaev, Sh.A.Pinaev, S.S.Azimov Моделирование колебаний подвески автогрейдера с двумя степенями свободы…….. 221
Э.Э.Бакиев Организационно-методические основы моделирования и совершенствования функций управления качеством и безопасностью продукции на пищевых предприятиях……... 227
М.Б.Мадрахимова, К.К.Акмалов, Г.Ш.Баходирова Определение индивидуальных особенностей личности на основе отпечатков пальцев, сохранившихся на древних керамических изделиях……. 236
Ш.Ш.Зокиров Механизм снижения расхода газа на поршневых когенерационных теплоэлектроцентралях на основе согласования электрических и тепловых нагрузок…….. 240
Х.С.Хусаинова Проблемы и направления совершенствования систем мониторинга и контроля в непрерывном производстве…… 246
Х.С.Хусаинова Повышение эффективности моделей прогнозирования и анализа данных в производственных процессах…… 249
Д.О.Абдуллаева, У.Р.Газибекова, Р.Б.Мамаюнусов Технологические исследования медных руд месторождения «Ёшлик»…… 252
М.Жураханов Анализ современного состояния энергетики республики Узбекистан……... 257

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЯ

У.Р.Газибекова, Ж.М.Бекпўлатов Д.О.Абдуллаева, М.М.Махмудова Анализ химического и минералогического состава техногенных отходов хандизинского рудничного управления и перспективы их переработки…… 263
М.О.Турғунов Анализ диэлектрических и электрофизических свойств многокомпонентных оксидных стеклянных нанослоёв, применяемых в микроэлектронике……. 268
Д.А.Сулхонов, Ж.Ж.Нормуродов Разработка интеллектуальной системы связи, интегрированной в каску для работников в условиях карьера…… 275
Ж.О.Солижонов Совершенствование охраны труда на строительных площадках на основе интеллектуального мониторинга и прогнозного управления……... 280
Д.М.Жумабаев, И.В.Тен Роль генерального плана в обеспечении экологической безопасности территории: на примере города Нукуса…….. 291
Д.А.Сулхонов, У.Т.Тоштемиров Определение деформации и геометрической характеристики трещиноватость горных пород, окружающих подземных горных выработок…… 298
Ў.А.Набижонов, А.А.Абдурашидов, С.А.Абдуғаниев Влияние отходов, образующихся на предприятиях автосервиса, на окружающую среду и меры по их сокращению…….. 301

КРАТКИЕ НОВОСТИ

Б.Ш.Гайбуллаев, Б.С.Хусаинов, А.А.Худайкулов Определение тягового сопротивления лемеха картофелекопателя агрегатированного мотоблоком…… 304
Б.С.Хусаинов, А.А.Худайкулов Влияние диаметра колеса картофелекопателя на базе мотоблока на показатели его работы……. 310
М.К.Худжаев, Б.Б.Хасанов, Ш.А.Иброхимов Динамическая задача одностороннего клина……. 315
М.К.Назарова, Х.О.Олимхон Методика натурных испытаний лифтовых установок на динамические воздействия…… 319
Х.С.Хусаинова О технологической карте, основанной на таксономии б. блума, и интерактивных методах, используемых для освещения темы «признаки сходимости числовых рядов»……... 322
М.Н.Урмонов Разработка веб-интерфейса для распознавания речи и генерации ответов на основе локальной большой языковой модели Qwen 2.5-7B……... 327

CONSTRUCTION

Sh.R.Amirov, H.Q.Dusqobilov Improvement of technologies for the application of energy-efficient finishing materials on the facades of high-rise buildings…… 10
V.F.Usmanov, N.P.Sanayeva The influence of external walls as infill elements on the behavior of the frame…... 17
I.I.Habibullaev, K.M.Inoyatov Quality control of asphalt concrete coatings…… 23
D.M.Jumabayev, B.D.Tolegenov Optimization of flow-line organization for the construction of linearly extended objects…… 31
I.I.Kasimov, A.O.Nuriddinov, A.A.Artikov Analysis of the causes of the occurrence and formation of deformations in asphalt concrete pavements…… 37
I.M.Turg‘unov Mathematical model for improving the strength and efficiency of suspension bridges: a new approach using artificial intelligence……... 41
N.A.Nishonov, Ye.V.An, A.Ch.Xurramov Longitural vibrations of underground polymer pipelines with variable interaction coefficients at the tectonic fragrance…… 45
J.E.Abdiganiyev, Sh.H.Umedov Research and calculation of sticking parameters in well drilling considering bottom hole assembly (bha) and drill string characteristics…… 52
J.E.Abdiganiyev, Sh.H.Umedov, T.O.Komilov Economic efficiency of applying rotary steerable systems (rss) and positive displacement motors (pdm) in well drilling……... 68
N.P.Sanayeva Investigation of the load-bearing capacity of reinforced concrete frame structures considering the effect of infill walls……... 81

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING

M.X.Bobokalonov Improvement of geodetic-cartographic works in stormwater management (case of Samarkand city) …… 87
R.R.Nizomova For regional assessment of tourism potential based on geoinformation technologies…….. 94
Kh.Kh.Sharofiddinova, Sh.I.Ergashev, O.N.Tursunkhojayeva Using geoinformation systems in creating thematic maps…….. 103
Kh.Kh.Sharofiddinova, M.M.Sidiqov, O.N.Tursunkhojayeva Modern methods of visualization of cartographic data……... 109

PEDAGOGY AND PROBLEMS IN EDUCATION

D.P.Yoqubaliyeva Pedagogical essence and structural composition of the professional and methodological development process of future education subject teachers…….. 115
E.A.Qosimov, A.M.Ismoilov, R.R.Yo‘ldashev Using blender in VR game development: optimization and practical approaches…….. 123
D.D.Boqijonov, M.B.Madraximova Using wordwall to assess students' knowledge…….. 131
Yu.A.Ermatova The importance of foreign language education in the professional development of agricultural students at technical higher education institutions……... 135
Yu.A.Ermatova Modern methods of teaching english professional vocabulary and terminology to future agricultural students…… 139
E.A.Qosimov, A.M.Ismoilov, R.R.Yo‘ldashev Theoretical foundations of simulation-based educational technologies: development of a 5D simulation trainer concept…… 143
O.S.Abdullayeva, M.B.Madraximova Prospects for the implementation of flexible educational programs for the development of digital skills…… 149
O.S.Abdullayeva, M.B.Madraximova Designing functionality for the digital implementation of a dynamic educational content website…… 156
A.Yu.Teshaboev Cyclic mechanism of reflection in diagnostic-correctional activity and its effectiveness…….. 163
G.S.Tajibayeva Developing legal literacy through the teaching of the "state and law" course: mechanisms and approaches……... 170
M.M.Tokhirova Didactic opportunities of the mathscore platform aimed at developing students' intellectual potential in mathematics education…… 176
N.S.Bozorov, Q.P.Umurqulov, Sh.A.Vahobidinova, M.M.Muqimjonova Professional importance and methodological aspects of teaching solid-state physics to students in the electric vehicle maintenance program…… 180
E.V.Ergasheva, T.A.Orlova Designing an interactive extracurricular environment as a means of activating the speech activity of national school students…… 187

ENGINEERING AND INDUSTRIAL DRAWING

Sh.B.Karshiboyev, D.A.Sayfullayeva, Z.T.Abdatova Investigation of the processing technology for off-balance ores…….. 191
A.A.Xasanov, X.B.Xojimuratova Investigation of the relationship between the degree of molybdenite liberation and its flotation activity in the beneficiation of copper–molybdenum ores…….. 197
M.F.Ergasheva Design of a dynamic measurement method for bulk materials on a large-capacity belt conveyor 205

based on the laser triangulation technique……..……..
Л.Н. Атакулов, Ж.Г.Сайфиев, Г.С.Валиев Analysis of technological problems in loading ore into freight wagons 214
L.N. Atakulov, J.G.Sayfiyev, G.S.Valiyev Modeling the vibration of a motor grader's suspension system with two degrees of freedom……..……..
E.E.Bakiyev Organizational and methodological foundations for modeling and improving product quality and safety management functions in food enterprises……..…… 227
M.B.Madraximova, K.K.Akmalov, G.Sh.Baxodirova Determining individual characteristics of a person through fingerprints found on ancient ceramics……..……. 236
Sh.Sh.Zokirov Mechanism for reducing gas consumption in reciprocating engine cogeneration heat and power plants based on the coordination of electrical and thermal loads……..…….. 240
Kh.S.Khusainova Problems and improvement directions of monitoring and control systems in continuous production……..……..……..
Kh.S.Khusainova Enhancing the effectiveness of forecasting and data analytics models in manufacturing processes 249
D.O.Abdullayeva, U.R.Gazibekova, R.B.Mamayunusov Technological studies of copper ores from the yoshlik deposit……..……..……..
M.Juraxanov Analysis of the current state of energy in the republic of Uzbekistan……..…… 257

ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ECOLOGY

U.R.Gazibekova, J.M.Bekpo‘latov D.O.Abdullayeva, M.M.Maxmudova Analysis of the chemical and mineralogical composition of technogenic wastes of the khandiza mining administration and prospects for their processing……..……..……..
M.O.Turg‘unov Analysis of the dielectric and electrophysical properties of multicomponent oxide glass nanolayers used in microelectronics……..……..
D.A.Sulxonov, J.J.Normurodov Development of an intelligent helmet-integrated communication system for workers in open-pit mining conditions……..……..…… 275
J.O.Solijonov Improving occupational safety at construction sites through intelligent monitoring and predictive management……..……..……..
D.M.Jumabayev, I.V.Ten The role of the master plan in ensuring the environmental security of a territory: a case study of the city of Nukus……..……..…… 291
D.A.Sulxonov, U.T.Toshtemirov Determination of deformation and geometric characteristics of rock crashes encirculating underground mining works……..……..…… 298
O‘.A.Nabijonov, A.A.Abdurashidov, S.A.Abdug‘aniyev Environmental impact of wastes generated at auto service enterprises and measures for their reduction……..……..…… 301

BRIEF NEWS

B.Sh.Gaybullaev, B.S.Khusainov, A.A.Khudaykulov Determination of the draft resistance of a potato digger integrated with motor-block……..……..……. 304
B.S.Khusainov, A.A.Khudaykulov Influence of the wheel diameter of a motoblock-based kartofelecopator on its operational indicators……..……..……..
M.K.Xudjayev, B.B.Xasanov, Sh.A.Ibroximov Dynamic problem of a one-sided wedge…… 315
M.K.Nazarova, X.O.Olimxon Methodology for full-scale testing of elevator installations under dynamic loads…… 319
Kh.S.Khusainova About the technological map based on b. bloom's taxonomy and the interactive methods used to cover the topic "signs of convergence of numerical series"……..... 322
M.N.Urmonov Development of a Web Interface for Speech Recognition and Response Generation Based on the Local Qwen 2.5-7B Large Language Model……..……..……..…. 327

UO‘T: 69.022:697.1

BALAND BINOLAR FASADLARIDA ENERGIYA SAMARADOR PARDOZLASH MATERIALLARINI QO‘LLASH TEXNOLOGIYALARINI TAKOMILLASHTIRISH

Amirov Shavkat Rahmatullayevich
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
Mustaqil izlanuvchi, PhD

Dusqobilov Husayinbek Qulmamat o‘g‘li
“Toshkent xalqaro moliyaviy boshqaruv va texnologiyalar Universiteti” magistranti

Annotatsiya. Mazkur maqolada baland binolar fasadlarida energiya samarador pardozlash materiallarini qo‘llash texnologiyalarining nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. Ventilatsiyalanuvchi fasadlar, kompozit materiallar, nanoqoplamalar va adaptiv fasad tizimlarining energiya tejamkorligi hamda ekspluatatsion samaradorlikka ta’siri baholangan. Tadqiqot natijasida energiya samarador materiallardan kompleks foydalanish fasadlarning xizmat muddatini uzaytirish, energiya sarfini kamaytirish va ekspluatatsion xarajatlarni optimallashtirishga xizmat qilishi asoslandi. Shuningdek, fasad tizimlarining samaradorligini baholash uchun FUS modeli taklif etildi.

Аннотация. В статье проанализированы теоретические и практические аспекты применения энергоэффективных отделочных материалов в фасадах высотных зданий. Оценено влияние вентилируемых фасадов, композитных материалов, нанопокрытий и адаптивных фасадных систем на энергосбережение и эксплуатационную эффективность зданий. Результаты исследования показали, что комплексное использование энергоэффективных материалов способствует увеличению срока службы фасадов, снижению энергопотребления и оптимизации эксплуатационных затрат. Кроме того, предложена модель FUS для комплексной оценки эффективности фасадных систем.

Abstract. This article examines the theoretical and practical aspects of applying energy-efficient finishing materials in high-rise building facades. The effects of ventilated facades, composite materials, nanocoatings, and adaptive facade systems on energy efficiency and operational performance were evaluated. The research findings indicate that the integrated use of energy-efficient materials contributes to extending facade service life, reducing energy consumption, and optimizing maintenance costs. In addition, the FUS model was proposed for the comprehensive assessment of facade system performance.

Kalit so‘zlar: baland binolar, fasad tizimlari, energiya samaradorligi, pardozlash materiallari, ventilatsiyalanuvchi fasad, kompozit materiallar, nanoqoplamalar, adaptiv fasadlar, ekspluatatsion samaradorlik, xizmat muddati, FUS modeli.

Ключевые слова: высотные здания, фасадные системы, энергоэффективность, отделочные материалы, вентилируемые фасады, композитные материалы, нанопокрытия, адаптивные фасады, эксплуатационная эффективность, срок службы, модель FUS.

Keywords: high-rise buildings, facade systems, energy efficiency, finishing materials, ventilated facades, composite materials, nanocoatings, adaptive facades, operational efficiency, service life, FUS model.

Kirish

Qurilish sohasi iqtisodiy rivojlanishning muhim drayverlaridan biri bo‘lib, aholi turmush darajasini yaxshilash, zamonaviy infratuzilmani shakllantirish va hududlarning investitsiyaviy jozibadorligini oshirishda muhim o‘rin egallaydi. Urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi,

yirik shaharlarda yer resurslaridan samarali foydalanish zarurati hamda zamonaviy me'moriy yechimlarga bo'lgan ehtiyoj baland binolar qurilishi hajmining ortishiga xizmat qilmoqda [1; 10]. Bunday sharoitda binolarning nafaqat konstruktiv mustahkamligi, balki energiya samaradorligi, ekspluatatsion ishonchliligi va uzoq muddatli xizmat qilish ko'rsatkichlarini ta'minlash masalalari alohida ahamiyat kasb etadi.

Baland binolar ekspluatatsion samaradorligini belgilovchi asosiy elementlardan biri fasad tizimlari hisoblanadi. Fasadlar binoni tashqi muhit ta'siridan himoya qilish, ichki mikroiqlimning barqarorligini saqlash, energiya sarfini kamaytirish va me'moriy jozibadorlikni ta'minlash vazifalarini bajaradi [2; 4]. Shu sababli fasadlarni pardozlashda qo'llaniladigan materiallar va texnologiyalar sifati binoning umumiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, energiya resurslaridan oqilona foydalanish va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish vazifalari energiya samarador pardozlash materiallarini qo'llash texnologiyalarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda [3; 11].

Energiya samarador qurilish konsepsiyasining rivojlanishi fasad tizimlariga nisbatan yangi talablarni shakllantirdi. Endilikda fasadlar faqat himoya konstruksiyasi sifatida emas, balki energiya tejash, issiqlik almashinuvini boshqarish va binoning ekologik samaradorligini ta'minlashga xizmat qiluvchi muhim muhandislik tizimi sifatida qaralmoqda [1; 5]. Shu nuqtai nazardan ventilatsiyalanuvchi fasadlar, yuqori samarali issiqlik izolyatsiyasi materiallari, kompozit panellar, nanoqoplamalar va adaptiv fasad texnologiyalaridan foydalanish qurilish amaliyotining istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi [4; 8].

Mavzuning dolzarbligi shundaki, baland binolar fasadlarida qo'llaniladigan an'anaviy pardozlash materiallari ko'plab hollarda namlik, haroratning keskin o'zgarishi, ultrabinafsha nurlar va boshqa atmosfera omillari ta'sirida o'z xususiyatlarini yo'qotadi [7; 9]. Natijada energiya yo'qotishlari ortadi, fasadlarning xizmat muddati qisqaradi va ekspluatatsion xarajatlar oshadi [10]. Shu bilan birga, zamonaviy energiya samarador materiallar va innovatsion qoplamalardan foydalanish ushbu muammolarni bartaraf etish, binolarning energiya tejamkorligini oshirish hamda ularning uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorligini ta'minlash imkonini bermoqda [8; 11].

Xalqaro tajribalar energiya samarador fasad tizimlarini qo'llash orqali binolarning energiya sarfini kamaytirish, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini optimallashtirish va ekologik ko'rsatkichlarini yaxshilash mumkinligini ko'rsatmoqda [11; 12]. Bu esa energiya samarador pardozlash materiallarini tanlash, ularni qo'llash texnologiyalarini takomillashtirish va fasad tizimlarining umrboqiyligini oshirish bo'yicha ilmiy asoslangan yondashuvlarni ishlab chiqish zarurligini yanada kuchaytiradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi baland binolar fasadlarida energiya samarador pardozlash materiallarini qo'llash texnologiyalarining afzalliklarini tahlil qilish, ularning energiya tejamkorligi va ekspluatatsion samaradorlikka ta'sirini baholash hamda fasadlarning xizmat muddatini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqotda baland binolar fasadlarida energiya samarador pardozlash materiallarini qo'llash texnologiyalarini takomillashtirish masalalari tizimli yondashuv asosida o'rganildi. Tadqiqotning nazariy va axborot bazasini energiya samarador fasad tizimlari, ventilatsiyalanuvchi fasadlar, kompozit materiallar, nanoqoplamalar hamda adaptiv fasad texnologiyalariga bag'ishlangan 2020–2025 yillarda chop etilgan xalqaro ilmiy manbalar tashkil etdi [1–20].

Tadqiqot jarayonida ilmiy abstraksiya, qiyosiy tahlil, kontent-tahlil va umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Qiyosiy tahlil yordamida fasadlarda qo'llaniladigan energiya samarador

materiallarning issiqlik-texnik ko‘rsatkichlari, atmosfera omillariga chidamliligi va xizmat muddati bo‘yicha afzalliklari baholandi [5; 6; 8]. Kontent-tahlil asosida ventilatsiyalanuvchi fasadlar, nanoqoplamalar va adaptiv texnologiyalarning energiya tejamkorligi hamda ekspluatatsion samaradorlikka ta’siri o‘rganildi [2; 4; 11].

Shuningdek, fasad tizimlarining samaradorligini baholashda energiya samaradorligi, materiallar chidamliligi va xizmat muddati o‘zaro bog‘liq mezonlar sifatida ko‘rib chiqildi. Olingan natijalarni umumlashtirish asosida energiya samarador pardozlash materiallarini qo‘llashning ustuvor yo‘nalishlari aniqlandi hamda fasadlarning ekspluatatsion samaradorligini kompleks baholash uchun FUS (Fasad Umrboqiyligi Samaradorligi) modeli taklif etildi [8; 11; 13]. Mazkur yondashuv energiya tejamkorligi va umrboqiylikni birgalikda baholash orqali baland binolar fasadlarini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan xulosalar ishlab chiqish imkonini berdi.

ADABIYOTLAR SHARHI

Baland binolar fasadlari zamonaviy qurilish amaliyotida binoning me’moriy qiyofasini shakllantiruvchi element bo‘lish bilan bir qatorda uning energiya samaradorligi, ekspluatatsion ishonchliligi va xizmat muddatiga bevosita ta’sir ko‘rsatuvchi muhim konstruktiv qism hisoblanadi [1; 2]. So‘nggi yillarda energiya resurslaridan oqilona foydalanish va qurilish obyektlarining ekologik barqarorligini ta’minlash masalalariga bo‘lgan e’tibor ortishi natijasida energiya samarador fasad tizimlarini yaratish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar keng ko‘lamda rivojlanmoqda [3; 10]. Mazkur tadqiqotlarda fasadlarning energiya samaradorligini oshirish faqat issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish bilan emas, balki binolarning uzoq muddatli ekspluatatsion samaradorligini ta’minlash bilan ham bog‘liq holda ko‘rib chiqilmoqda [1].

Ilmiy manbalarda energiya samarador fasad tizimlarini shakllantirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri sifatida ventilatsiyalanuvchi fasad texnologiyalariga alohida e’tibor qaratilgan [4; 5]. Tadqiqotchilarning fikricha, ventilatsiyalanuvchi fasadlar konstruksiyada namlik yig‘ilishining oldini olish, issiqlik izolyatsiyasining samaradorligini saqlab qolish va materiallarning xizmat muddatini uzaytirishda muhim ahamiyatga ega [4]. Xususan, ventilatsiyalanuvchi fasad tizimlarida hosil bo‘ladigan havo qatlamining tabiiy aylanishi devor konstruksiyalarini tashqi muhit ta’siridan himoya qiladi hamda issiqlik almashinuvini optimallashtiradi [5]. Shu sababli rivojlangan mamlakatlarda ushbu texnologiya energiya tejamkor qurilishning muhim tarkibiy qismi sifatida keng qo‘llanilmoqda [11].

Fasadlarning energiya samaradorligini oshirishda qo‘llanilayotgan materiallarning texnik xususiyatlari ham muhim ilmiy tadqiqot obyekti hisoblanadi. O‘tkazilgan izlanishlarda kompozit panellar, tolali sement plitalari, keramogranit qoplamalar va zamonaviy issiqlik izolyatsiyasi materiallari yuqori samaradorlikka ega ekanligi qayd etilgan [5; 6]. Ushbu materiallarning asosiy afzalligi ularning past issiqlik o‘tkazuvchanligi, yuqori mexanik mustahkamligi va atmosfera ta’sirlariga chidamliligida namoyon bo‘ladi [6]. Ayrim tadqiqotlarda kompozit materiallardan foydalanish fasad konstruksiyalarining umumiy massasini kamaytirishi va montaj jarayonlarini soddalashtirishi ta’kidlangan [5].

Energiya samaradorligi bilan bir qatorda fasadlarning uzoq muddat xizmat qilishi masalasi ham tadqiqotchilar e’tiborida bo‘lib kelmoqda. Ilmiy adabiyotlarda namlik, ultrabinafsha nurlar, shamol yuklamalari va haroratning keskin o‘zgarishlari fasad materiallarining eskirishiga sabab bo‘luvchi asosiy omillar sifatida ko‘rsatilgan [7; 9]. Shu munosabat bilan nanoqoplamalar va gidrofob himoya vositalaridan foydalanishga bag‘ishlangan tadqiqotlar soni ortib bormoqda [7]. Mazkur texnologiyalar fasad materiallari yuzasida qo‘shimcha himoya qatlamini hosil qilib, suvning kirib borishini kamaytiradi, korroziya jarayonlarini sekinlashtiradi hamda

materiallarning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilaydi [8]. Natijada fasadlarni ta’mirlash davri uzayadi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari kamayadi [9].

So‘nggi yillarda energiya samarador fasadlarni yaratishda adaptiv va dinamik texnologiyalarga bo‘lgan qiziqish ham ortib bormoqda [2; 11]. Ushbu texnologiyalar tashqi muhit sharoitlariga moslashish xususiyatiga ega bo‘lib, quyosh radiatsiyasi, harorat va shamol ta’siriga qarab energiya oqimlarini boshqaradi [2]. Tadqiqotlar natijalari bunday tizimlar yordamida energiya iste’molini optimallashtirish va bino ichki mikroiqlimini barqarorlashtirish mumkinligini ko‘rsatmoqda [11]. Shu sababli adaptiv fasadlar kelajak qurilish texnologiyalarining istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida baholanmoqda [12].

Xalqaro tajriba tahlili energiya samarador fasad tizimlarini qo‘llash Germaniya, Singapur, Janubiy Koreya va BAA kabi mamlakatlarda qurilish siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylanganligini ko‘rsatadi [10; 12]. Mazkur mamlakatlarda energiya tejamkor materiallar, aqlli fasad texnologiyalari va innovatsion qoplamalarni joriy etish orqali binolarning energiya sarfi hamda ekspluatatsion xarajatlari sezilarli darajada kamaytirilgan [11]. Bu tajriba energiya samarador pardozlash materiallaridan foydalanish nafaqat texnik, balki iqtisodiy va ekologik samaradorlikni ta’minlashga ham xizmat qilishini tasdiqlaydi [13].

Adabiyotlar tahlili natijalari shuni ko‘rsatadiki, baland binolar fasadlarining energiya samaradorligi va umrboqiyligini oshirish ko‘p jihatdan ventilatsiyalanuvchi fasad tizimlari, zamonaviy kompozit materiallar, nanoqoplamalar va adaptiv texnologiyalarni kompleks qo‘llash bilan bog‘liq [4; 8; 11]. Biroq mavjud tadqiqotlarda ushbu omillarning energiya samaradorligi, materiallar chidamliligi va xizmat muddatiga ta’sirini yagona baholash tizimi asosida o‘rganish masalalari yetarli darajada yoritilmagan. Mazkur holat energiya samarador pardozlash materiallarini qo‘llash texnologiyalarini takomillashtirish hamda ularning samaradorligini kompleks baholash bo‘yicha qo‘shimcha ilmiy izlanishlar olib borish zarurligini ko‘rsatadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Baland binolar fasadlarida energiya samarador pardozlash materiallarini qo‘llash zamonaviy qurilishning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda energiya resurslari narxining oshishi, ekologik talablarning kuchayishi va binolarning ekspluatatsion xarajatlarini kamaytirish zarurati energiya samarador fasad tizimlariga bo‘lgan ehtiyojni yanada kuchaytirmoqda [1; 10]. Ilmiy tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, binolarda energiya yo‘qotishlarining asosiy qismi tashqi konstruksiyalar, xususan fasad tizimlari orqali sodir bo‘ladi [1; 3]. Shu sababli energiya samarador materiallardan foydalanish nafaqat energiya sarfini kamaytirish, balki binolarning xizmat muddatini uzaytirish va ekspluatatsion ishonchliligini oshirish imkonini beradi [4].

O‘rganilgan manbalarga ko‘ra, ventilatsiyalanuvchi fasad tizimlari energiya samaradorligini oshirishning eng samarali texnologiyalaridan biri hisoblanadi [4; 5]. Ushbu texnologiyada fasad qoplamasi va issiqlik izolyatsiyasi orasida hosil qilinadigan havo bo‘shlig‘i namlikning to‘planishiga yo‘l qo‘ymaydi hamda devor konstruksiyalarining tabiiy ventilyatsiyasini ta’minlaydi [5]. Natijada issiqlik izolyatsiyasi qatlamining samaradorligi uzoq muddat saqlanib qoladi va fasad materiallarining yemirilish jarayoni sekinlashadi [4]. Bunday tizimlar energiya samaradorligini oshirish bilan birga texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini ham kamaytiradi [11].

Energiya samaradorligini ta’minlashda qo‘llaniladigan materiallarning texnik tavsiflari ham alohida ahamiyatga ega. Zamonaviy qurilish amaliyotida mineral paxta asosidagi issiqlik izolyatsiyasi materiallari, tolali sement panellar, alyuminiy kompozit panellar va keramogranit qoplamalardan keng foydalanilmoqda [5; 6]. Mazkur materiallar issiqlik o‘tkazuvchanligi pastligi, atmosfera ta’sirlariga chidamliligi va uzoq muddat xizmat qilishi bilan ajralib turadi [6].

1-jadval

Baland binolar fasadlarida qo‘llaniladigan energiya samarador materiallarning qiyosiy tavsifi.

Material turi	Issiqlik o‘tkazuvchanligi (W/mK)	Namlikka chidamlilik	O‘rtacha xizmat muddati (yil)
Mineral paxta	0,035–0,045	Yuqori	25–30
Tolali sement panel	0,20–0,35	Yuqori	30–40
Alyuminiy kompozit panel	0,30–0,50	Yuqori	30–35
Keramogranit qoplama	1,05–1,30	Juda yuqori	50+

Omil	Ta’sir darajasi	Salbiy oqibat
Namlik	Yuqori	Korroziya va yemirilish
UV nurlanish	Yuqori	Rang o‘zgarishi va eskirish
Shamol yuklamasi	O‘rta-Yuqori	Mexanik shikastlanish
Muzlash-erish sikllari	Yuqori	Yoriqlar hosil bo‘lishi
Havo ifloslanishi	O‘rta	Material sirtining degradatsiyasi

Mazkur omillarning salbiy ta’sirini kamaytirish maqsadida so‘nggi yillarda nanoqoplamalar va gidrofob himoya vositalaridan foydalanish keng rivojlanmoqda [7; 8]. Nanoqoplamalar material yuzasida himoya qatlami hosil qilib, suv va agressiv moddalar ta’sirini kamaytiradi hamda korroziya jarayonlarini sekinlashtiradi [8]. Natijada fasadlarning ekspluatatsion muddati uzayadi va ta’mirlash xarajatlari kamayadi [9].

Fasad texnologiyalarining rivojlanishida adaptiv va dinamik tizimlar ham alohida o‘rin tutadi [2; 11]. Ushbu tizimlar tashqi muhit sharoitlariga moslashib ishlaydi va energiya oqimlarini boshqarish imkonini beradi [2]. Buning natijasida bino ichki muhitida qulay harorat rejimi shakllanadi hamda energiya resurslaridan foydalanish samaradorligi ortadi [11].

Tahlillar asosida energiya samarador pardozlash texnologiyalarining kutilayotgan natijalari baholandi.

3-jadval

Taklif etilayotgan texnologik yechimlarning kutilayotgan samaradorligi.

Texnologik yechim	Energiya samaradorligiga ta’siri	Xizmat muddatiga ta’siri
Ventilatsiyalanuvchi fasad	Yuqori	Yuqori
Nanoqoplamalar	O‘rta	Juda yuqori
Gidrofob qoplamalar	O‘rta	Yuqori
Adaptiv fasad tizimlari	Juda yuqori	O‘rta-Yuqori
Kompozit materiallar	Yuqori	Yuqori

Olingan natijalar asosida fasad texnologiyalarining samaradorligini baholash uchun quyidagi integral ko‘rsatkichni qo‘llash taklif etiladi:

$$FUS = 0{,}40(ES) + 0{,}35(MC) + 0{,}25(XM)$$

bu yerda: (*ES-energiya samaradorligi)*, (*MC-materiallar chidamliligi*), (*XM -xizmat muddati ko‘rsatkichi*).

Mazkur model energiya samaradorligi, ekspluatatsion ishonchlilik va xizmat muddatini yagona tizim asosida baholash imkonini beradi. Tahlillar natijasida ventilatsiyalanuvchi fasadlar, kompozit materiallar, nanoqoplamalar va adaptiv fasad texnologiyalarini kompleks qo‘llash baland binolar fasadlarining energiya tejamkorligini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni

kamaytirish va xizmat muddatini uzaytirishning eng maqbul yo‘nalishi ekanligi aniqlandi [11; 12; 13].

XULOSA VA TAKLIFLAR

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida baland binolar fasadlarida energiya samarador pardozlash materiallarini qo‘llash binolarning energiya tejamkorligini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish hamda xizmat muddatini uzaytirishning muhim omillaridan biri ekanligi aniqlandi. Adabiyotlar tahlili va xalqaro tajriba natijalari ventilatsiyalanuvchi fasad tizimlari, kompozit materiallar, nanoqoplamalar va adaptiv fasad texnologiyalarining energiya samaradorligi hamda konstruksiyalarning uzoq muddatli barqarorligini ta’minlashda yuqori natija berishini ko‘rsatdi [4; 8; 11].

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, energiya samarador fasad tizimlaridan foydalanish issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish bilan bir qatorda namlik va atmosfera omillarining salbiy ta’sirini cheklash orqali materiallarning yemirilish jarayonini sekinlashtiradi [5; 7]. Ayniqsa, ventilatsiyalanuvchi fasadlar va nanoqoplamalarning birgalikda qo‘llanilishi fasadlarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish hamda ta’mirlash xarajatlarini kamaytirish imkonini beradi [8; 9].

Tadqiqot natijalari asosida baland binolar fasadlarini loyihalash va qurishda energiya samarador materiallardan foydalanish ulushini kengaytirish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi. Bunda ventilatsiyalanuvchi fasad tizimlarini joriy etish, yuqori issiqlik izolyatsiyasiga ega kompozit materiallardan foydalanish hamda nanoqoplamalarni qo‘llashga ustuvor ahamiyat qaratish zarur [4; 6; 8].

Shuningdek, fasad tizimlarining texnik holatini baholashda energiya samaradorligi, materiallar chidamliligi va xizmat muddatini o‘zida mujassamlashtiruvchi FUS (Fasad Umrboqiyligi Samaradorligi) modelidan foydalanish tavsiya etiladi. Mazkur yondashuv fasad texnologiyalarining samaradorligini kompleks baholash va eng maqbul texnologik yechimlarni tanlash imkonini beradi.

Umuman olganda, energiya samarador pardozlash materiallari va innovatsion fasad texnologiyalarini keng qo‘llash baland binolarning ekspluatatsion samaradorligini oshirish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish hamda qurilish obyektlarining uzoq muddatli barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi. Bu esa zamonaviy qurilish sohasining iqtisodiy, texnik va ekologik samaradorligini yanada yuksaltirish uchun mustahkam asos yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. Kalwry, H., & Atakara, C. (2025). Exploring energy-efficient design strategies in high-rise building façades for sustainable development and energy consumption. Buildings, 15(7), 1062. https://doi.org/10.3390/buildings15071062
2. Zhangabay, N., Omarov, A., Kassenova, G., & Tolegenova, A. (2024). Energy-efficient adaptive dynamic building façades: A review of technologies and applications. Applied Sciences, 14(23), 10979. https://doi.org/10.3390/app142310979
3. Webb, M., Sarkar, P., & Aye, L. (2021). Biomimetic building façades demonstrate potential to reduce energy consumption. Buildings, 11(8), 356. https://doi.org/10.3390/buildings11080356
4. Aziz, H. N. A. (2021). Responsive façades design using sustainable strategies for energy efficiency. Sustainable Cities and Society, 68, 102779. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102779
5. Bitar, A. L. B., & Hassan, A. (2022). Circular, biomimicry-based and energy-efficient façade renovation solutions. Journal of Façade Design and Engineering, 10(2), 45–59. https://doi.org/10.47982/jfde.2022.2.04

6. Fathi, S., Byrne, D., & O'Donnell, J. (2025). Smart materials in building façades: A systematic review. Journal of Building Engineering, 101, 111356. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.111356

7. Ergün, R., & Kaya, M. (2025). Innovative façade solutions for energy efficiency in buildings. Vitruvio – International Journal of Architectural Technology and Sustainability, 10(1), 12–25. https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2025.23711

8. Al Dakheel, J., Del Pero, C., Aste, N., & Leonforte, F. (2020). Smart building façade technologies and materials for energy efficiency. Building and Environment, 171, 106613. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106613

9. Alawadhi, E. M. (2021). Nano-coatings for sustainable building envelopes: A review. Construction and Building Materials, 305, 124789. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124789

10. Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2777/308407

11. Pomponi, F., Moncaster, A., & De Wolf, C. (2021). Embodied carbon and energy efficiency in sustainable buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 146, 111180. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111180

12. Ascione, F., Bianco, N., De Masi, R. F., Mauro, G. M., & Vanoli, G. P. (2022). Energy refurbishment of existing building envelopes: A review of advanced façade technologies. Energy and Buildings, 256, 111740. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111740

13. Cabeza, L. F., Castell, A., Medrano, M., Martorell, I., Pérez, G., & Fernández, I. (2020). Experimental study on the performance of advanced façade systems. Energy and Buildings, 225, 110303. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110303

14. Attia, S., Bilir, S., Safy, T., Struck, C., Loonen, R., & Goia, F. (2020). Current trends and future challenges in adaptive façade systems. Energy and Buildings, 179, 165–182. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.09.017

15. Loonen, R. C. G. M., Trčka, M., Cóstola, D., & Hensen, J. L. M. (2020). Climate adaptive building shells: State-of-the-art and future challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25, 483–493. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.016

16. Ferrari, S., Zagarella, F., Capasso, A., & Dall'O', G. (2023). Energy performance assessment of ventilated façades in high-rise buildings. Buildings, 13(5), 1284. https://doi.org/10.3390/buildings13051284

QURILISH

UO‘T: 624.012.45:624.072

TASHQI DEVORLARNING TO‘LDIRMA SIFATIDA SINCH ISHLASHIGA TA’SIRI

V.F.Usmanov
Samarqand davlat arxitektura qurilish universiteti
usmanov51@mail.ru(ORCID 0000-0001-9750-4974)

N.P.Sanayeva
Samarqand davlat arxitektura qurilish universiteti,
sanayeva.nargiza.88@mail.ru (ORCID 0009-0008+0045-9811)

Annotatsiya. Ushbu maqolada ko‘p qavatli binolarning temirbeton sinchlari bilan g‘isht va gazobetondan bajarilgan tashqi devorlarining (to‘ldirmalarning) o‘zaro ta’siri masalalari yoritilgan. Bino konstruksiyalariga vertikal va gorizontal yuklar ta’siri natijasida sinch elementlari va devorlarida (to‘ldirmalarida) vujudga keladigan deformatsiyalar tahlil qilingan. Tadqiqotda devorlarning (to‘ldirmalarning) binolar umumiy mustahkamligi va barqarorligiga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, ustun, rigel va devorlarning (to‘ldirmalarning) birgalikda ishlashi hamda ularda vujudga keladigan siljish va kuchlanish holatlari baholangan. Olingan natijalar ko‘p qavatli binolarni loyihalash va hisoblashda tashqi devorlarning to‘ldirma sifatida sinch ishlashiga ta’sirini hisobga olishning muhim ekanligi ko‘rsatilgan.

Annotatsiya. В данной статье рассмотрены вопросы взаимодействия железобетонных каркасов многоэтажных зданий с наружными стенами (заполнениями), выполненными из кирпича и газобетона. Проанализированы деформации, возникающие в элементах каркаса и стенах (заполнениях) под воздействием вертикальных и горизонтальных нагрузок на конструкции здания. В исследовании изучено влияние стен (заполнений) на общую прочность и устойчивость зданий. Также оценена совместная работа колонн, ригелей и стен (заполнений), а также возникающие в них перемещения и напряжённые состояния. Полученные результаты показывают важность учёта влияния наружных стен как заполнений на работу каркаса при проектировании и расчёте многоэтажных зданий.

Abstract. This article examines the interaction between reinforced concrete frames of multi-storey buildings and external walls (infill panels) made of brick and aerated concrete. The deformations occurring in frame elements and walls (infills) under the influence of vertical and horizontal loads acting on the building structures are analyzed. The study investigates the influence of walls (infills) on the overall strength and stability of buildings. It also evaluates the composite action of columns, beams, and walls (infills), as well as the resulting displacements and stress states within them. The obtained results demonstrate the importance of considering the effect of external walls as infill elements on the behavior of the frame in the design and analysis of multi-storey buildings.

Kalit so‘zlar: bino, g‘isht, gazobeton, deformatsiya, beton, mustahkamlik, siljish, diafragma, ustun, rigel, temirbeton.

Ключевые слова**:** здание, кирпич, газобетон, деформация, бетон, прочность, смещение, диафрагма, колонна, ригель, железобетон.

Keywords: building, brick, aerated concrete, deformation, concrete, strength, displacement, diaphragm, column, beam, reinforced concrete.

Kirish. Sinchli binolarni barpo etishda yog‘och, metall va temirbetondan foydalanilgan [1]. Yog‘och sinchli binolarda sinch elementlari oralari loy va xom g‘isht bilan to‘ldirilgan. Metaldan va temirbetondan barpo etilgan binolarda to‘ldirma sifatida pishiq g‘ishtdan foydalanishgan. Hozirgi kunda to‘ldirma sifatida yengil betonlar (gazobeton, ko‘pikbeton va b.) ishlatimoqda.

So‘nggi vaqtlarda zamonaviy ko‘p qavatli uy-joy qurilishida asosan yaxlit temirbeton texnologiyasi qo‘llanilmoqda. Bunda binoning sinchi asosan ramali, rama-bog‘lamli konstruktiv tizim bo‘yicha yaxlit temirbetondan barpo etilmoqda. Tashqi devor sifatida ramalar tekisligi bo‘yicha ustunlar oralarida yengil mayda elementlardan (g‘isht, bloklar va b.) bajarilgan terim - to‘ldirmalar ishlatimoqda. So‘nggi vaqtlarda to‘ldirma sifatida gazobetonli bloklardan keng ko‘lamda foydalanilmoqda.

Me’yoriy hujjatda [seysmika] sinchli binolarni loyihalashda to‘ldirmalarning sinch ishiga ta’sirini e’tiborga olish dastavval devor barpo etilib, so‘ngra sinch hosil qilinganda amalga oshirilishi ta’kidlangan. Biroq devorning (to‘ldirmaning) sinch ishlashiga ta’siri qanday amalga oshirilishi aytilmagan.

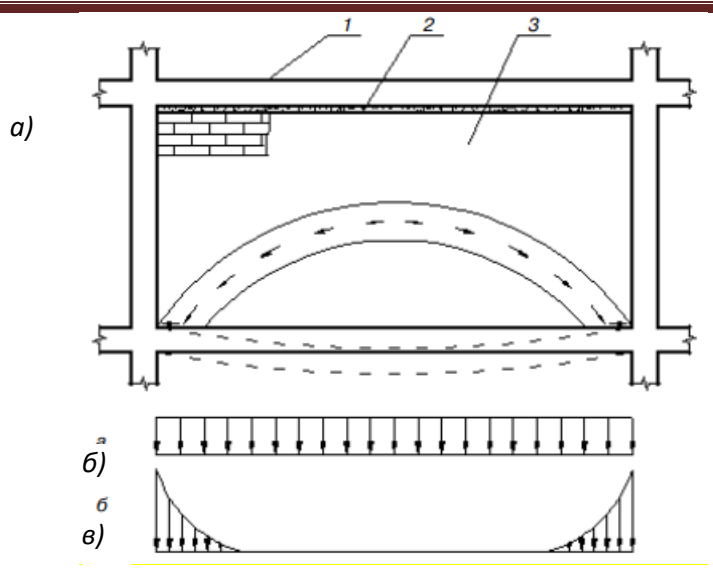
Ko‘p qvatli binolarda to‘ldirmaning sinch bilan birga ishlashi quyidagi yuklar ta’sirida e’tiborga olinishi shart:

- gorizontal shamol yuklari;
- seysmik ta’sirlar;
- harorat ta’sirlari, jumladan yong‘in;
- poydevorlarning notekis cho‘kishi, ayniqsa binolar zaif va cho‘kuvchan gruntlarda, tog‘-kon ishlari olib borilgan hududlarda, zich qurilgan joylarda barpo etilganda va h.k.;
- portlash xususiyatiga ega dinamik ta’sirlar.

Sanab o‘tilgan barcha holatlarda bino sinchi elementlari (ustun va rigellar) to‘ldirma bilan birga sinchning gorizontal siljishlariga qarshilik ko‘rsatadi. Qarshilik ko‘rsatish darajasi to‘ldirmaning siljishdagi bikirligiga bog‘liq bo‘ladi.

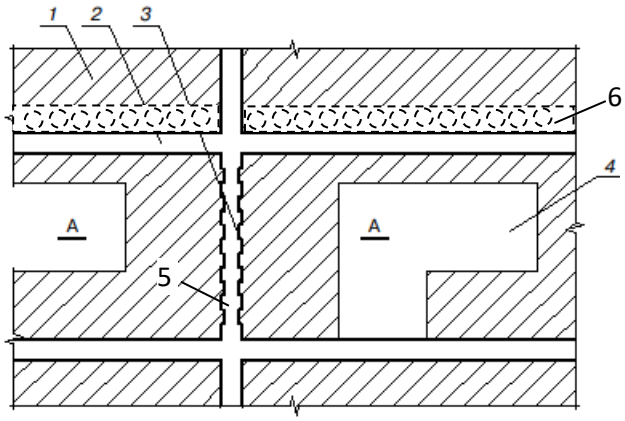
To‘ldirilgan devorda yoriqlar hosil bo‘lishi mumkin va bu barcha davlatlar me’yorlariga ko‘ra ekspluatasion yaroqlilik bo‘yicha chekli holatning buzilishi sifatida baholanadi. Biroq, yorilish bosqichida bo‘lsa ham, tosh bilan to‘ldirilgan devorda sinchning siljish deformatsiyalariga qarshilik ko‘rsata oladi, natijada uning bikrligi va yuk ko‘tarish qobiliyati oshadi. Tosh bilan to‘ldirilgan devorning sinch bilan birgalikda ishlashini hisobga olishga qaratilgan urinishlar ancha avvaldan amalga oshirilgan. Bu borada, ayniqsa, S. V. Polyakov ishlarini ta’kidlash lozim, ular asosan binolarning seysmik barqarorligini oshirish masalalariga bag‘ishlangan [2, 3]. So‘nggi yillarda esa xorijda ushbu yo‘nalishda faol nazariy va eksperimental tadqiqotlar olib borilgan[4, 5].

Uslubi. Sinch ustunlari va rigellari orasi g‘isht bilan to‘ldirilgandagi terim mustahkam-likka erishguncha uning og‘irligi pastki rigelga teng taqsimlangan yuk siftida qaralishi mumkin. Terim mustahkamlikka erishgandan keyin uning og‘irligidan hosil bo‘ladigan yukning asosiy qismi rigelning ustun bilan tutashgan joylariga to‘plangan yuk sifatida tasir qiladi deb qaraladi. Yukning qolgan qismi bevosida rigel uzunligi bo‘yicha notekis taqsimlanadi (1- rasm). To‘ldirma devorda asosiy siquvchi kuchlanishlar trayektoriyasiga muvofiq arkasimon holat yuzaga keladi. To‘ldirma devorda bilan yopma o‘rtasidagi ishqalanish kuchlari sababli, hovon (raspor) kuchlari yopmaning yuqori yuzasiga uzatiladi va unda ekssentrik cho‘zilish hamda teskari egilish xosil bo‘ladi. O‘z navbatida, to‘ldirma devorda o‘rinma va cho‘zuvchi kuchlanishlar paydo bo‘ladi, bu esa yoriqlar hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin [6].



1-rasm. Sinchli bino fragmenti: *a*- sinch elementlari (ustunlar va rigellar) orasi g‘isht bilan to‘ldirigan sinchli bino qismi ko‘rinishi; *b*- pardevorni bajarish jarayonida (choklardagi qorishma mustahkamlikka erishguncha) terimdan hosil bo‘ladigan bosim; *v*- pardevor bajarilgandan keyingi (choklardagi qorishma mustahkamlikka erishgandan keyingi) terimdan hosil bo‘ladigan bosim 1 – rigel; 2 – gorizontal deformasion chok; 3 – pardevor.

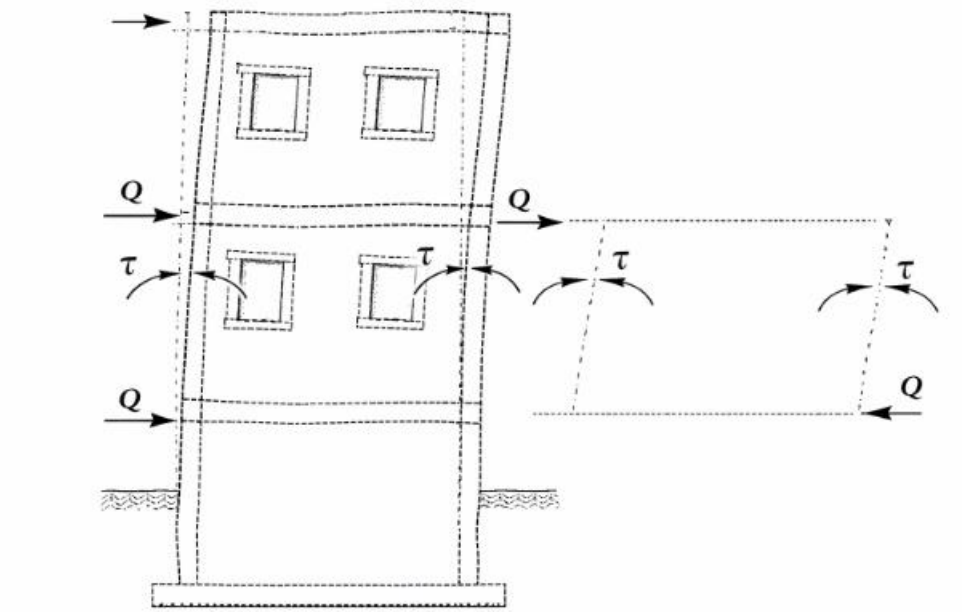
G‘isht bilan to‘ldirilagan sinchning ishlashida devor qay darajada ishtirok etishi, asosan, sinch katagi va devorning siljish bo‘yicha bikirliklari nisbatiga, shuningdek ular o‘rtasidagi kontakt sohasidagi yopishish darajasiga bog‘liq. Agar sinch bilan devor orasidagi bog‘lanish siljituvchi va cho‘zuvchi zo‘riqishlarini qabul qila oladigan darajada mustahkam bo‘lsa, devorning butun perimetri bo‘ylab siljish va chiziqli deformatsiyalari cheklanadi. Kontaktni qorishma choklari orqali emas, maxsus «tishlar» yordamida bajarilsa eng samarador hisoblanadi (1.2-rasm).



2-rasm. G‘ishtdan bajarilgan to‘ldirma devorlarni temirbeton sinch ustuni bilan biriktirish sxemasi: 1 – g‘isht bajarilgan to‘ldirma devor; 2 – temirbeton qo‘yma rigel; 3 – “tishlar”; 4 – deraza va eshik o‘rinlari; 5 – temirbeton ustun; 6- orayopma plitasi

Xorijiy amaliyotda ba’zan syementli qorishmadan tayyorlangan “tishlar” qo‘llaniladi. Ular sinchning vertikal elementlarini betonlash jarayonida shakllantiriladi. Sinch bilan to‘ldirma devorning birgalikda ishlashi davomida bunday tishlar siljishga ishlaydi. Shuningdek, markaziy yuklangan bo‘lsada g‘isht terim ichida mahkamlangan siqilgan sinch elementlari, masalan,

ustunlar ustuvorligini yo‘qotish paytida u bilan o‘zaro ta’sir qilishi aniq. Beton va g‘isht terimining reologik xossalaridagi farqlarni hisobga olgan holda ham, bunday murakkab (kompleks) kesimning keltirilgan egilish bikirligi EI_{eff} alohida olingan temirbeton kesimnikidan yuqori bo‘ladi. Temirbeton sinchga tashqi gorizontal kuchlar ta’sir etganda esa o‘zaro ta’sir samarasi yanada katta bo‘ladi (3-rasm).



3-rasm. Binoga gorizontal yuklar ta’sir etganda sinch siljishiga to‘ldirma devorning ta’siri

Bu holatda g‘ishtdan bajarilgan to‘ldirma devor siljishga ishlaydi va uning burchak deformatsiyalari quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{Q}{GA}, \qquad (1)$$

bu yerda G– g‘isht terimining siljish moduli; A– terimning gorizontal kesim yuzasi;
Q- devorga ta’sir etuvchi kesuvchi kuch

To‘ldiruvchining mustahkamlik sharti tekshiriladi. Bunda burchakdagi siljish deformatsiyalarining chegaraviy qiymati bo‘lib, u g‘isht element turiga, qorishma markasiga, vertikal choklarning to‘ldirilganlik darajasiga, terimining reologik xususiyatlariga va boshqa omillarga bog‘liq. Sinchli binolar poydevorlarining notekis cho‘kishida yanada murakkab holat yuzaga keladi. Bu yerda burchakli deformatsiyalar qiymatiga binoning asos (zamin) bilan o‘zaro ta’siri, qavat doirasida deraza va eshik mavjudligi sababli to‘ldirma devor bikirligining o‘zgarishi va boshqa omillar qo‘shimcha ta’sir ko‘rsatadi.

G‘ishtdan bajarilgan to‘ldirma devorli tyemirbeton sinchlar deformatsiyalanganda kuchlarning to‘ldirma devorga uzatilishi siqiluvchi kontakt kuchlanishlari taqsimlanadigan joylarda amalga oshadi. G‘isht bilan to‘ldirilgan devor ankerlangan holda esa kuchlar cho‘ziluvchi kuchlanishlar orqali ham uzatilishi mumkin. Shuni ta’kidlash lozimki, bugungi kunda g‘i**shtdan bajarilgan** to‘ldirma devorni sinch bilan tutashtirish masalalari me’yoriy hujjatlar bilan tartibga solinmagan. Shuning uchun sinchli binolar qurilishi amaliyotida bir-biridan tubdan farq qiluvchi yechimlarni uchratish mumkin.

Masalan, to‘ldirma devor bilan ustunlar orasidagi vertikal choklarni elastik qurilish materiallari bilan to‘ldirish yoki, aksincha, to‘ldirma devorni sinch elementlariga ortiqcha

darajada ankerlash kabi yechimlar shular jumlasiga kiradi. G‘ishtdan bajarilgan to‘ldirma devorning sinch ishida ishtirok etishi natijasida uning elementlari o‘rtasida kuchlar qayta taqsimlanadi. Bundan tashqari, gorizontal yuklar ta’sirida sinchning egilish va siljish bo‘yicha bikirligi ortadi. Shamol yuki asimmetrik bo‘lganda sinchning burilish (krutil) bikirligi ham ortadi, chunki tashqi g‘isht devorlar qobiq sifatida ishlaydi; tugunlardagi eguvchi momentlar kamayadi; dinamik bikirlik oshadi, bu esa seysmik ta’sirlarda juda muhim ahamiyatga ega. [4] ishda ikki qavatli temirbeton ramalarni gorizontal yuklar ta’siriga sinash bo‘yicha eksperimental tadqiqot natijalari keltirilgan. Ramalar to‘ldirma devorsiz va beton bloklardan bajarilgan to‘ldirma devorli qilib tayyorlangan. Aniqlanishicha, to‘ldirma devor mavjud bo‘lganda ramaning to‘ldirma devorsiz ramaga nisbatan gorizontal yo‘nalishda yuk ko‘tarish qobiliyati 2,5–3 barobarga oshgan, deformatsiyalanuvchanligi esa 3–4 barobarga kamaygan.

Gorizontal yuk ta’siridagi yassi ramada sonli tadqiqot olib borilgan. Hisoblash jarayonida ANSYS dasturiy majmuasi yordamida g‘isht terimi sirtlari va unga tutash sinch konstruksiyalari orasidagi ishqalanishni hisobga olgan holda nochiziqli kontakt masalasi yechilgan. Hisoblash natijalari shuni ko‘rsatganki, hatto sinchning bir oralig‘i g‘ovokli beton bloklardan bajarilgan to‘ldirma devor bilan, choklari esa yupqa qorishma bilan to‘ldirilganda va rigelning pastki sirti bilan to‘ldirma devorning yuqori sirti orasida deformatsiya choki mavjud bo‘lgan holda ham ramaning gorizontal yo‘nalishdagi deformatsiyalanuvchanligi 1,6 barobarga kamaygan [4].

Hozirgi kunda xorijda anomal holatlar (portlash, yong‘in, transport vositalari zarbasi, terroristik va jinoiy hujumlar va h.k.) natijasida yuzaga keladigan ko‘chkisimon buzilishning oldini olish uchun sinchli binolarda g‘isht to‘ldirma devorlardan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Ustunlardan biri ishdan chiqqan taqdirda, g‘isht to‘ldirma devorning ishga jalb qilinishi sinchdagi ichki kuchlarni qayta taqsimlanishiga olib keladi va u buzilmasdan saqlab qolinadi.

Sinchning g‘isht to‘ldirma devor bilan o‘zaro ta’sirini hisobga olgan holda statik hisoblash ma’lum darajada hisoblash murakkabliklari bilan bog‘liq. Asosiy muammo — to‘ldirma devor va sinch o‘rtasidagi kontaktni modellashtirishdir.[7] ishda tavsiflangan kontakt masalasini yechish usuli soddalashtirilgan farazlarga asoslangan bo‘lib, ko‘plab omillarning ta’sirini hisobga olmaydi. Sterjenli analogiyaga asoslangan soddalashtirilgan to‘ldirma devor modellari uning sinch bilan butun perimetr bo‘ylab o‘zaro ta’sir xususiyatlarini to‘liq aks ettirmaydi. Bundan tashqari, sterjenli analogiya (to‘ldirma devorni siqilgan qiya bog‘lamlar bilan almashtirish) deraza va eshik o‘rnatiladigan ochiq joylar mavjud bo‘lgan, shuningdek, uning yuqori sirti bilan qavat rigelining pastki sirti orasida gorizontal deformatsiya choki bo‘lgan hollarda g‘isht to‘ldirma devorni aniq modellashtirish imkonini bermaydi [8, 9].

Natijalar va muhokama. Tadqiqotlar natijasida ko‘p qavatli binolarning temirbeton sinchlarida joylashgan g‘isht va gazobeton to‘ldirma devorlar konstruksiyaning umumiy ishlash xarakteriga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Hisoblash va tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, to‘ldirma devorlar binolarning fazoviy bikirligini oshiradi hamda gorizontal yuklar ta’sirida ko‘chishlarni kamaytiradi.

Tahlillar davomida aniqlandiki, to‘ldirma devorlar sinch elementlari – ustun va rigellar bilan o‘zaro ishlaganda binodagi kuchlanishlar taqsimoti o‘zgaradi. Bunda devorlar ma’lum darajada diafragma vazifasini bajarib, gorizontal yuklarning bir qismini qabul qiladi va ularni sinch elementlariga uzatadi. Natijada binoning umumiy barqarorligi va mustahkamligi ortadi. Shu bilan birga, to‘ldirma devorlar mavjud bo‘lgan holatda sinch elementlaridagi deformatsiyalar kamayishi kuzatildi. Ayniqsa, g‘isht va gazobetondan bajarilgan to‘ldirma devorlar mavjud bo‘lgan binolarda siljish va egilish deformatsiyalari kamroq bo‘lishi aniqlandi. Bu esa binolarning ekspluatasion ishonchliligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Biroq ayrim

hollarda to‘ldirma devorlar va sinch elementlari o‘rtasidagi bikir bog‘lanishlar natijasida to‘ldirma devorlarda mahalliy kuchlanishlar paydo bo‘lishi mumkin. Bu holat, ayniqsa, dinamik yoki seysmik yuklar ta’sirida to‘ldirma devorlarda yoriqlar paydo bo‘lishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shuning uchun konstruksiyalarni loyihalashda to‘ldirma devorlarning sinch bilan o‘zaro ta’sirini inobatga olish zarur. To‘ldirma devorlarni hisobga olgan holda bajarilgan hisob-kitoblar binolarning real ishlash holatiga yaqinroq natijalarni beradi. Shu sababli zamonaviy loyihalash amaliyotida temirbeton sinchli binolarni tahlil qilishda to‘ldirma devorlarning ta’sirini inobatga olish maqsadga muvofiq hisoblanadi

Takliflar

1. Ko‘p qavatli binolarni loyihalashda to‘ldirma devorlarning sinch konstruksiyalari bilan o‘zaro ishlashi hisobga olinishi lozim.

2. G‘isht va gazobeton bloklardan bajarilgan to‘ldirma devorlarning deformatsiyalanish xususiyatlarini hisoblashda amaldagi qurilish me’yorlarini takomillashtirish maqsadga muvofiq.

3. Seysmik faol hududlarda binolarning barqarorligini ta’minlash uchun sinch va to‘ldirma devorlar o‘rtasidagi bog‘lanish elementlarini kuchaytirish tavsiya etiladi.

4. Temirbeton ustun va rigellar bilan to‘ldirma devorlarning tutashuv tugunlarini takomillashtirish orqali binolarning mustahkamligini oshirish mumkin.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ko‘p qavatli binolarda to‘ldirma devorlar faqat to‘suvchi konstruksiya sifatida emas, balki sinch konstruksiyalari bilan birgalikda ishlaydigan element sifatida ham muhim ahamiyatga ega. G‘isht va gazobeton bloklardan bajarilgan to‘ldirma devorlar binolarning umumiy bikirligini oshirishga xizmat qiladi. Vertikal va gorizontal yuklar ta’sirida sinch va to‘ldirma devorlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir binolarning deformatsiya holatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli binolarni loyihalash va hisoblash jarayonida to‘ldirma devorlarning sinch bilan birgalikda ishlashi inobatga olinishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Ahnert R., Krause K.H. Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Berlin: HUSS-MEDIEN GmbH, 2009. 220 s.

2. Поляков С.В. Каменная кладка в каркасных зданиях. М.: Государственное издательство по строительству и архитектуре, 1956. 192 с.

3. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. М.: Высшая школа, 1983. 304 с.

4. Baran M., Tankut T. Experimental Study on Seismic Strengthening of Reinforced Concrete Frames by Precast Concrete Panel// ACI Structural Journal. 2011. № 3. Pp. 227–237.

5. Yap S.L., Li B. Experimental Investigation of Reinforced Concrete Exterior Beam-Column Subassemblages for Progressive Collapse// ACI Structural Journal. 2011. № 9. Pp. 542–552.

6. Орлович Р.Б, Деркач В.Н. Зарубежный опыт армирования каменных конструкций // Жилищное строительство. 2011. № 11. С. 35–39.

7. Пример расчета многоэтажного каркасного здания со стеновым заполнением и без него на сейсмические воздействия и указания к примеру расчета. М.: Госстройиздат, 1961. 68 с.

[8]. Деркач В.Н., Орлович Р.Б. Несущая способность каменного заполнения каркасных зданий //Строительство и реконструкция. 2011. № 3 (35). С. 3–8.

[9]. Деркач В.Н., Орлович Р.Б. О применении стержневых моделей в расчетах каменного заполнения каркасных зданий // Строительство и реконструкция. 2011. № 4(36). С. 9–13.

UO‘T: 625.85:620.1

ASFALTBETON QOPLAMALARI SIFATINI NAZORAT QILISH

Habibullayev Islomjon Ilhomjon o‘g‘li
(Namangan davlat texnika universiteti doktorant) islomjonhabibullayev6@gmail.com

Inoyatov Qaxramon Muydinovich
Turan xalqaro universiteti O‘quv departament direktori t.f.n., dotsent

Annotatsiya. Maqolada presslash (katoklash) yo‘li bilan zichlashning laboratoriya va ishlab chiqarish usullari ko‘rib chiqilgan. Gidravlik press yordamida zichlangan namunalarning fizik-mexanik xossalari yo‘l katoklari bilan yotqizilgan asfaltbeton qoplamalarni zichlash natijalari bilan yaxshi mos kelishini ko‘rsatdi. Jumladan, gidravlik press yordamida laboratoriyada olingan asfaltbeton aralashmalarining zichligi (zichlash koeffitsiyenti) yo‘l katoklari bilan zichlangan asfaltbetonning zichligidan past bo‘lib, namunalarning uzoq muddatli suvga chidamlilik koeffitsiyenti esa gidravlik press bilan zichlash jarayonida asfaltbeton aralashmasining granulometrik tarkibi o‘zgarganligini ko‘rsatadi.

Shuningdek, maqolada umumiy tushunchalar va qoidalar, asfaltbeton tayyorlash uchun materiallar, asfaltbeton zichligining sifat nazorati, ishni bajarish uchun qo‘llaniladigan asbob va uskunalarning xususiyatlari hamda laboratoriya sharoitida olingan talab etiladigan zichlash koeffitsiyentining qiymatlari keltirilgan.

Аннотация. В статье рассмотрены лабораторные и производственные методы уплотнения путем прессования (катания). Физико-механические свойства образцов, уплотненных гидравлическим прессом, хорошо совпадают с результатами уплотнения асфальтобетонных покрытий, уложенных дорожными катками. В частности, плотность (коэффициент уплотнения) асфальтобетонных смесей, полученных в лаборатории с помощью гидравлического пресса, ниже плотности асфальтобетона, уплотненного дорожными катками, а коэффициент долгосрочной водостойкости образцов указывает на изменение гранулометрического состава асфальтобетонной смеси в процессе уплотнения гидравлическим прессом.

Также в статье представлены общие понятия и правила, материалы для изготовления асфальтобетона, контроль качества плотности асфальтобетона, характеристики инструментов и оборудования, используемых для выполнения работ, а также значения требуемого коэффициента уплотнения, полученные в лабораторных условиях.

Abstract. The article examines laboratory and industrial methods of rolling compaction. The physical and mechanical properties of the hydraulically pressed samples showed good consistency with the results of compacting asphalt concrete pavements laid with road rollers. In particular, the density (compaction coefficient) of asphalt concrete mixtures obtained in the laboratory using a hydraulic press is lower than the density of asphalt concrete compacted by road rollers, and the long-term water resistance coefficient of the samples indicates a change in the granulometric composition of the asphalt concrete mixture during the hydraulic press compaction process.

The article also discusses general concepts and rules, materials for asphalt concrete preparation, quality control of asphalt concrete density, the characteristics of tools and equipment used for the work, and the value of the required compaction coefficient obtained under laboratory conditions.

Kalit so‘zlar: Avtomobil yo‘li, asfaltbeton aralashmasi, asfaltbeton, zichlanish koeffitsiyenti.

Ключевые слова: Автомобильная дорога, асфальтобетонная смесь, асфальтобетон, коэффициент уплотнения

Keywords: Highway, asphalt concrete mix, asphalt concrete, compaction coefficient.

Kirish.

O‘zbekiston avtomobil yo‘llarida va shahar ko‘chalarida avtomobillashtirishning kuchayishi tufayli avtomobil yo‘llarining sifati masalasi dolzarb bo‘lib qolmoqda. Transport infratuzilmasini qurish va ta’mirlash uchun har yili katta iqtisodiy va moliyaviy resurslar ajratiladi, turli xil, shu jumladan innovatsion yo‘l texnologiyalari qo‘llaniladi, ular orasida SHMA, oltingugurtli asfaltbetondan foydalanish, yo‘l to‘shamasi qatlamlarini geoto‘rlar bilan qo‘shimcha armaturalash va boshqalar mavjud. Biroq, har yili bahorda asfaltbeton yoriqlar, chuqurchalar va boshqa strukturaviy nuqsonlar bilan "rang-barang" bo‘ladi.

Mavjud yo‘l muammosi sharoitida shahar yo‘llari qoplamalarini zichlash tashkilotlari va texnologiyalarini takomillashtirish muhim vazifa hisoblanadi. Yo‘l qoplamasini qurishning texnologik jarayonlarini modernizatsiya qilish tuzilmasidagi asosiy nuqtalar asfaltbeton qoplamalarini zichlashni tashkil etishni loyihalash hisoblanadi, bu esa qo‘llaniladigan asfaltbeton aralashmasining xususiyatlarini, ob-havo sharoitlarini (shamol tezligi, havo harorati) va ishlarni bajarish vaqtini hisobga olgan holda yo‘l katoklarining mexanizatsiyalashgan bo‘g‘ini tarkibini optimallashtirishdan iborat bo‘lib, bu shahar sharoitida yo‘l ishlarining sifati va davomiyligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Issiq asfalt-beton qorishmalarining zichlanish sifati materialning o‘rtacha zichlanish koeffitsiyenti (zichlik) va uning bir xilligi (koeffitsiyent zichlanish variatsiyalari). Ushbu tavsiflarning qiymatlari aralashma turiga, qo‘llaniladigan zichlovchi yo‘l texnikasining turiga, uning ish rejimlariga va boshqalarga bog‘liq.

Materiallar va usullar.

1. Asfaltbeton tayyorlash uchun materiallar.

Bitum - Ushbu ishda GOST 22245-90 [7] standarti talablariga javob beradigan BND 60/90 markali bitum ishlatilgan. Bitum Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodi tomonidan xom neftidan to‘g‘ridan-to‘g‘ri oksidlash usuli bilan ishlab chiqarilgan.

Asfaltbeton. GOST 9128-2013 standarti [1] bo‘yicha I markali B turdagi issiq zich asfaltbeton Oqtosh ABZ (Namangan viloyati To‘raqo‘rg‘on tumani) olingan 5-10 mm (20%), 10-15 mm (13%), 15-20 mm (10%) fraksiyali chaqiqtosh, " Oqtosh ABZ " zavodidan olingan 0-5 mm (50%) fraksiyali maydalangan qum va Pungon karyeridan (Farg‘ona viloyati) olingan mineral kukun (7%) yordamida tayyorlangan. Asfaltbetondagi BND 60/90 markali bitum quruq mineral material massasiga nisbatan 6% ni tashkil etadi. Asfaltbeton mineral qismining granulometrik tarkibi egri chizig‘i 1-rasmda ko‘rsatilgan.

Asfaltbeton qorishmalarini yotqizish va zichlash texnologiyasiga rioya qilish avtomobil yo‘llari va ko‘priklarning asoslari hamda qoplamalarida asfalt-beton sifatining asosi hisoblanadi. Asfalt-beton qorishmasi zichlangandan so‘ng, qoplama zarur zichlik, mustahkamlik, suv o‘tkazmaslik va suvga chidamlilik xususiyatiga ega bo‘ladi.

2. Asfaltbeton zichlash sifatini nazorat qilish.

Asfaltbeton qatlamlarini zichlash sifatini nazorat qilish buzilmaydigan usullar (radioizotop va ultratovush asboblaridan foydalangan holda) hamda ushbu ishda ko‘rib chiqilayotgan buzuvchi usullar (kesib olish usuli) bilan amalga oshirilishi mumkin.

Foydalaniladigan asbob va uskunalar: kernoolgich, termoshkaf, qoshiq yoki shpatel, gidravlik press, qolip va ikkita vkladish, siqish moslamasi, shtangensirkul, tebranish maydoni,

suvli idish, kesilgan kernlarni tortish uchun 4-darajali aniqlikdagi laboratoriya tarozisi (gidrostatiklik).



1-rasm - Asfaltbeton mineral qismining granulometrik tarkibi egri chizig'i.

Asfaltbeton qatlamining zichlanish sifati qoplamaning har 7000 m^2 masofasidagi uchta joydagi kernlar (o'yiqlar) ko'rsatkichlari bo'yicha aniqlanadi. Issiq asfaltbetonlar uchun kesma-kernlarni qoplama chetidan 1 metrdan ortiq masofada, ular zichlangandan so'ng 1-3 kun o'tgach, sovuq asfaltbetonlar uchun esa 15-30 kun o'tgach olish lozim.

Zichlashtirish koeffitsiyenti K_{upl} quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi (yuzdan birlar xonasigacha yaxlitlab):

$$K_{yn} = \frac{\rho_m}{\rho'_m} \quad (1)$$

bu yerda: ρ_m- yo'l to'shamasidan qirqib olingan kern namunani o'rtacha zichligi, g/sm^3
ρ'_m - asfaltbetondan qayta laboratoriya sharoitida tayyorlangan standart namuna zichligi, g/sm^3
Yo'l to'shamasi qatlamlarining kesma kernlarini tanlash avtomobil yo'lining tanlangan uchastkasida kernolgich yordamida amalga oshiriladi (2-rasm) bittasi markazda (yo'l o'qi) va ikkitasi chetda (qatnov qismining qirrasidan 1.0÷1.2 m), kesma kernlarning o'lchami 0.5×0.5m

Kesma-kernlar asfaltbeton qoplamaning butun qalinligi bo'ylab parmalanadi (laboratoriyada yuqori va pastki qatlamlar ajratiladi), bir joydan olingan kesma-kernlarning og'irligi quyidagicha bo'lishi kerak: qum aralashmalari uchun - 1,0 kg; 2,0 kg - mayda donali aralashmalar uchun; 6,0 kg - yirik donali aralashmalar uchun. Kernlarning diametri kamida quyidagicha bo'lishi kerak, mm:
50 - qumli asfalt-beton namunalari uchun; 70 - mayda donali asfalt-beton namunalari uchun; 100 - yirik donali asfalt-beton namunalari uchun [6].
Qatlamlarga bo'lingan kesma-kernlar namunalarga qayta shakllantirilib (3-rasm), yo'l to'shamasidagi asfaltbeton qorishmasining har bir konstruktiv qatlamining haqiqiy zichlanish koeffitsiyentini aniqlash maqsadida sinovdan o'tkaziladi.




2-rasm-K6235D kern olgichining tashqi ko‘rinishi (parmalash mashinasi asfalt va beton qoplamalardan diametri 235 mm gacha bo‘lgan kernlarni ajratib olish uchun mo‘ljallangan)

Asfaltbeton qoplamasining haqiqiy zichligi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$\rho_m = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

bu yerda: *m*-namuna massasi, g; *V*- namunaning hajmi, sm^3.

Namuna massasi tarozida tortish orqali aniqlanadi. Namuna hajmi silindr hajmini aniqlashning geometrik formulalari bo‘yicha hisoblanadi. Kesib olingan va noto‘g‘ri shaklga ega bo‘lgan namunalarning hajmi gidrostatik tortish usuli bilan topiladi. Usulning mohiyati namunani suyuqlikka botirilganda siqib chiqarilgan suv hajmini aniqlashdan iborat.

Haqiqiy zichlikning o‘rtacha qiymatini aniqlash natijasi sifatida uchta namunaning o‘rtacha zichligini aniqlash natijalarining ikkinchi o‘nli kasrgacha yaxlitlangan o‘rtacha arifmetik qiymati qabul qilinadi. Agar parallel aniqlashlarning eng katta va eng kichik natijalari o‘rtasidagi farq 0,03 g/sm^3 dan oshsa, takroriy sinovlar o‘tkaziladi va oltita qiymatning o‘rta arifmetigi hisoblanadi.




3-rasm – Obektdan olingan namunalarning tashqi ko‘rinishi



4-rasm - Qayta shakllantirilgan namunalarning tashqi ko‘rinishi

Sinovlarni boshlashdan oldin namunalarni termoshkafda 50°C dan yuqori bo‘lmagan haroratda 1÷1,5 soat davomida quritish, so‘ngra namunalarni xona haroratida taxminan 30 daqiqa davomida sovutish, so‘ngra namunalarni tortish lozim.

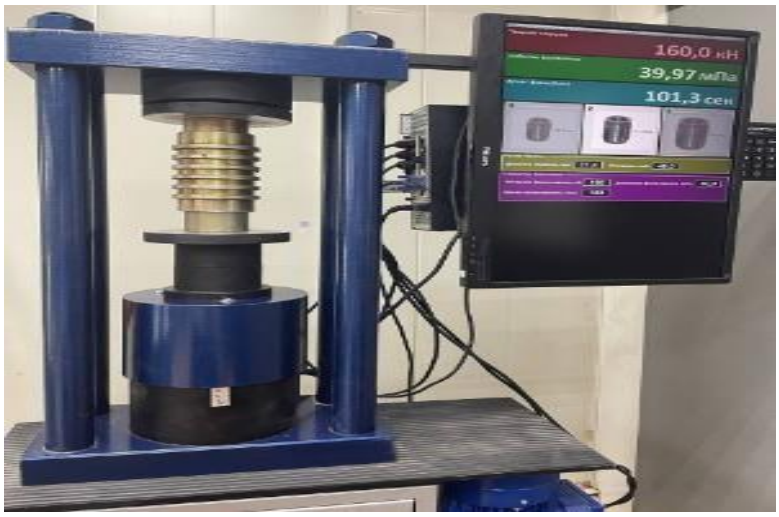
Sinalgan kesma-kernlardan olingan ma’lumotlarni aniqlashtirish maqsadida yangi namunalarni qayta shakllantirish uchun foydalanish mumkin.

Materialning standart zichligini aniqlash uchun ρ'_m silindrik namunalar avtomobil yo‘lidagi tanlash joyidan olib kelingan kernlarni yoki kesilgan dasfalt qirqimlarning bir qismini qayta shakllantirish orqali tayyorlanadi. Olingan material termoshkafdagi qum hammomida 160°C haroratgacha qizdiriladi, so‘ngra qoshiq (kurakcha) yordamida barchasi bir xil asfaltbeton aralashmasiga kelgungacha aralashtiriladi. Tarkibida 50% gacha chaqiq tosh bo‘lgan asfaltbeton qorishmasidan olingan namunalarni zichlash maxsus silindrsimon shakldagi formasiga solib gidravlik pressda (40,0±0,5) MPa bosim ostida presslash orqali amalga oshiriladi. Issiq asfaltbeton aralashmasidan namunalar tayyorlash uchun qolipni 90÷100°C gacha qizdirish kerak, sovuq aralashmalardan namunalar uchun qoliplar odatda qizdirilmaydi. Silindrik qolipga tayyorlangan asfaltbeton qorishmasi (gramm hisobida) solinadi 1-jadval.

1-jadval - Bir namuna uchun to‘g‘ri keladigan asfaltbeton qorishmasi miqdori

Namuna o‘lchamlari, mm		Namuna uchun aralashmaning taxminiy miqdori, g
diametr	balandlik	
50,5	50,5±1,0	220÷240
71,4	71,4±1,5	640÷670
101,0	101,0±2,0	1900÷2000

Qorishma pichoq yoki shpatel bilan nayza sanchib qolipga bir tekis taqsimlanadi, ustki vkladish kiritiladi va qorishmani u bilan bosib, pressning pastki platformasiga (plitaga) zichlash uchun qorishmali qolip o‘rnatiladi (4-rasm), bunda pastki vkladish qolipdan 1,5÷2,0 sm chiqib turishi kerak.



5-rasm - Gidravlik pressda aralashmani zichlash

Pressning yuqorigi platformasi (plita) qo‘lda yuqorigi vkladishga tekkiziladi, so‘ngra gidravlik pressning elektr dvigateli ishga tushiriladi. 5÷10 soniya davomida zichlanayotgan asfalt-beton qorishmasiga tushadigan yuklama (bosim) 40 MPa, taxminan 3 daqiqa ushlab turiladi, so‘ngra bosim olib tashlanadi. Siqish moslamasi yordamida namuna qolipdan chiqariladi, uning geometrik xarakteristikalari (balandligi va diametri, 0,1 mm gacha xatolik bilan) shtangensirkul bilan o‘lchanadi (6-rasm).

6-rasm - Qayta shakllantirilgan namunaning balandligini shtangensirkul yordamida o‘lchash

Agar namuna balandligi 1-jadvalda keltirilgan qiymatga mos kelmasa, uni tayyorlash



uchun zarur bo‘lgan asfaltbeton qorishmasining m' massasini quyidagi formula bo‘yicha hisoblash mumkin:

$$m' = m_0 \frac{h}{h_0}, \qquad (3)$$

Bu yerda: m_0 – qayta tayyorlangan namunaning massasi, g; h – namunaning talab etiladigan balandligi, mm; h_0 – qayta tayyorlangan namunaning massasi balandligi, mm.

Yuqori va pastki asoslarining bir-biriga parallel emasligi, qirralarida nuqsonlari borligi yoki qisman to‘ldirilmaganligi kabi kamchiliklarga ega namunalar yaroqsiz deb topiladi. Qayta

tayyorlangan namunalarni standart zichligini aniqlash uchun ularning hajmi topiladi.

$$\rho_m^{'} = \frac{m'}{V'} \quad (4)$$

Zichlanish koeffitsiyenti K_{yn} (1) formula bo‘yicha yaxlitlash usuli bilan ikkinchi o‘nli xona aniqligida hisoblanadi.

Natijalar.

3. *Olingan natija*.

Zichlanish koeffitsiyenti qiymati talab etilgan qiymat bilan taqqoslanadi va asfaltbeton qoplamasining zichlanish darajasi to‘g‘risida xulosa beriladi (2-jadval).

2-jadval – Zichlanish koeffitsiyentining me’yoriy va eksperimental qiymatlari.

T/r	Asfaltbetonning sinovdan o‘tkaziladigan namunalari	Zichlashning talab etilgan koeffitsiyenti	Haqiqiy zichlanish koeffitsiyenti
1.	sovuq aralashmalar	0,97-0,95	0,96-0,98
2.	V turidagi issiq aralashmalar	0,98 dan yuqori	0,98-0,99
3.	A va B turdagi issiq aralashmalar	0,99 dan yuqori	1,00-1,04

Muhokama.

Presslash va zichlashning ishlab chiqarish va laboratoriya usullarini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, asfaltbeton qorishmalarini gidravlik press bilan zichlashda fizik-mexanik xossalarning maksimal yaqin qiymatlariga erishish mumkin. Zichlanish koeffitsiyentining yuqori qiymatlari laboratoriyada olingan zichlik yo‘l katoklari bilan zichlashda olingan zichlikdan past ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, namunalarning uzoq muddatli suvga chidamlilik koeffitsiyentining pastligi aralashmani gidravlik press yordamida zichlash jarayonida uning granulometrik tarkibi o‘zgarganligini ko‘rsatadi. Gidravlik press yordamida zichlangan namunalarning fizik-mexanik xususiyatlari asfaltbeton qoplamalarni yo‘l katoklari bilan ishlab chiqarishda zichlash natijalari bilan yaxshi mos kelishini ko‘rsatdi.

Kuchsiz yoki hatto minimal me’yorda zichlash, odatda, asfaltbetonning sifati va xususiyatlarini oshirishga qaratilgan barcha texnologik usullarni yo‘qqa chiqaradi. Qoplamaning sifatsiz zichlanishi uning xizmat muddatining qisqarishiga va ta’mirlash xarajatlarining oshishiga olib keladi. Ko‘plab tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, chaqiq toshli asfaltbetonning zichlanish koeffitsiyentini minimal me’yordan 0,01 ga oshirish [5] +50 °C va +20 °C haroratlarda siqilishga bo‘lgan mustahkamlikni mos ravishda o‘rtacha 9 va 13% ga oshiradi; egilishda cho‘zilishga bo‘lgan mustahkamlikni 8,5% ga oshiradi; egilishda cho‘zilishning chegaraviy deformatsiyasini 21-22% ga oshiradi; bitumning optimal miqdorini uning haqiqiy sarfining 0,5% gacha pasaytiradi; siljish va charchash mustahkamligini taxminan 1,3-1,5 baravar oshiradi.

Xulosa

I markali B turdagi mayda donali zich asfaltbetonni “Namangan tuman yo‘llardan foydalanish” DM tomonidan rekonstruksiya qilinayotgan Namangan viloyati To‘raqo‘rg‘on tumanidan o‘tgan D113 (4R120) “Iskovat q. - Kasansoy sh. - To‘raqo‘rg‘on sh. - Jomashuy q. - Soybo‘yi q. - A373 a/y” davlat axamiyatidagi avtomobil yo‘lining 57-58 km larida tajriba sinov uchastkasiga yotqizildi. Haqiqiy zichlanish koeffitsiyenti me’yorlarda ruxsat etilgan oraliqda bo‘lib, og‘ish 3% dan oshmadi.

Agar haqiqiy zichlanish koeffitsiyenti talab qilinganidan past bo‘lsa, qatlamning to‘liq zichlanmasligiga olib kelgan sabablar tahlil qilinadi: zichlash harorati kritik harorat qiymatlaridan past bo‘lsa (mazkur tarkib uchun kritik harorat qiymatlarini keltiring); katoklar o‘tishlarining soni yetarli bo‘lmasa (tavsiya etilgan o‘tish sonini keltiring); katok massasi yetarli bo‘lmasa va hokazo.

ADABIYOTLAR

1. GOST 9128-2013 “Smesi asfaltobetonnыye, polmerasfaltbetonnыye, asfaltobeton, polmerasfaltbetondlya avtomobilnыx dorog i aerodromov. Texnichekiye usloviya”
2. GOST 12801-98 / Materialы na osnove organicheskix vyajuщix dlya dorojnogo i aerodromnogo stroitelstva. Metodы ispытaniya. – M., 1999. – 54 s.
3. GOST 8267-93 “Щyeben i graviy iz plotnыx gornыx porod dlya stroitelnыx rabot. Texnicheskiye usloviya”
4. GOST 8736-2014 “Pesok dlya stroitelnыx rabot. Texnicheskiye usloviya”
5. GOST 31424-2010 “Materialы stroitelnыye nerudnыye iz otsevov drobleniya plotnыx gornыx porod pri proizvodstve щyebnya. Texnicheskiye usloviya”
6. GOST 16557-2005 “Poroshok mineralnыy dlya asfaltobetonnыx smesey. Texnichekiye usloviya”
7. GOST 22245-90 “Bitumы neftyanыye dorojnыye vyazkiye. Texnichekiye usloviya”
8. GOST 33133-2014 “Dorogi avtomobilnыye obщyego polzovaniya. Bitumы neftyanыye dorojnыye vyazkiye. Texnichekiye usloviya”
9. IQN 46-2021 “Nobikr yo‘l to‘shamalarini loyihalash bo‘yicha yo‘riqnoma”
10. SHNQ 2.05.02-23 “Avtomobil yo‘llari”
11. QR 06.03-23 “Avtomobil yo‘llari”

UO‘T: 69.05:658.512.2

CHIZIQLI CHO‘ZILGAN OBYEKTLAR QURILISHINI OQIMLI TASHKIL ETISHNI OPTIMALLASHTIRISH

Jumabayev Dauletbay Maratovich
t.f.f.d., dotsent. “Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti”
e-mail: jumabaevdawlet0115@gmail.com

Tolegenov Batirbay Dauletiyarovich,
tayanch doktorant
“Toshkent shahridagi Belarus-O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo amaliy texnik kvalifikatsiyalar institute”
e-mail: batirtolegenov123@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada chiziqli qurilish loyihalarini rejalashtirishga doir oqimli yondashuv ko‘rib chiqiladi. Taklif etilayotgan usul trassani hududlarga bo‘lish, takrorlanuvchi ishlarning ketma-ketligi, resurslar ritmi va tavakkalchilikka asoslangan vaqt zaxiralarini o‘zida birlashtiradi. Mazkur yondashuv mahalliy qurilish amaliyotida yo‘llar, quvurlar, muhandislik tarmoqlari va elektr uzatish liniyalari kabi ob’yektlarga qo‘llanilishi mumkin.

Аннотация. В данной статье рассматривается поточный подход к планированию линейных строительных проектов. Предлагаемый метод объединяет в себе разделение трассы на участки, определение последовательности повторяющихся работ, ритмичность использования ресурсов и создание временных резервов на основе рисков. Данный подход может быть применён в отечественной строительной практике к таким объектам, как автомобильные дороги, трубопроводы, инженерные сети и линии электропередачи.

Abstract. The paper discusses a flow-based approach to planning linear construction projects. The proposed method combines zoning of the route, sequence of repetitive works, resource rhythm and risk-oriented time buffers. The approach can be applied to roads, pipelines, utility networks and power transmission lines in local construction practice.

Kalit so‘zlar: chiziqli cho‘zilgan obyekt, oqimli qurilish, resurs ritmikligi, vaqt zaxirasi, ishlab chiqarish xatari, Line-of-Balance, qurilish grafigi.

Ключевые слова: линейно-протяжённый объект, поточное строительство, ритмичность ресурсов, резерв времени, производственный риск, Line-of-Balance, график строительства.

Keywords: linear construction project, flow construction, resource rhythm, time buffer, production risk, location-based planning.

Kirish. O‘zbekistonda transport, muhandislik-kommunikatsiya va hududiy infratuzilmani modernizatsiya qilish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Taraqqiyot strategiyasida hududlararo bog‘liqlikni kuchaytirish, shahar va qishloq infratuzilmasini rivojlantirish hamda investitsion loyihalarni samarali boshqarish vazifalari belgilangan [1]. Shaharsozlik kodeksi ham qurilish jarayonida hududiy rejalashtirish, muhandislik infratuzilmasi, xavfsizlik va normativ talablarni uyg‘unlashtirishni talab qiladi [2].

Chiziqli cho‘zilgan obyektlar oddiy maydonli binolardan farqli ravishda katta masofaga tarqaladi. Qurilish fronti bir nuqtada jamlanmaydi, brigadalar va mexanizmlar trassa bo‘ylab harakatlanadi, tabiiy-iqlim sharoiti esa uchastkadan uchastkaga o‘zgarishi mumkin. Avtomobil yo‘llari, quvurlar, temir yo‘l uchastkalari, elektr uzatish liniyalari va shahar muhandislik tarmoqlarida aynan shu xususiyatlar ish muddatlari va tannarxiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [3; 4].

Qurilish oqimlarini tizimli tashkil etish masalalari qurilish sistemotexnikasi, loyiha boshqaruvi va joylashuvga asoslangan rejalashtirish nazariyalarida muhim o‘rin tutadi [6; 8; 11]. Biroq chiziqli obyektlarda faqat kalendar reja yoki kritik yo‘l usuliga tayanish yetarli emas, chunki bunda masofa, ish fronti, qayta joylashtirish va subpudratchilar orasidagi bog‘lanishlar to‘liq aks etmaydi [9; 12].

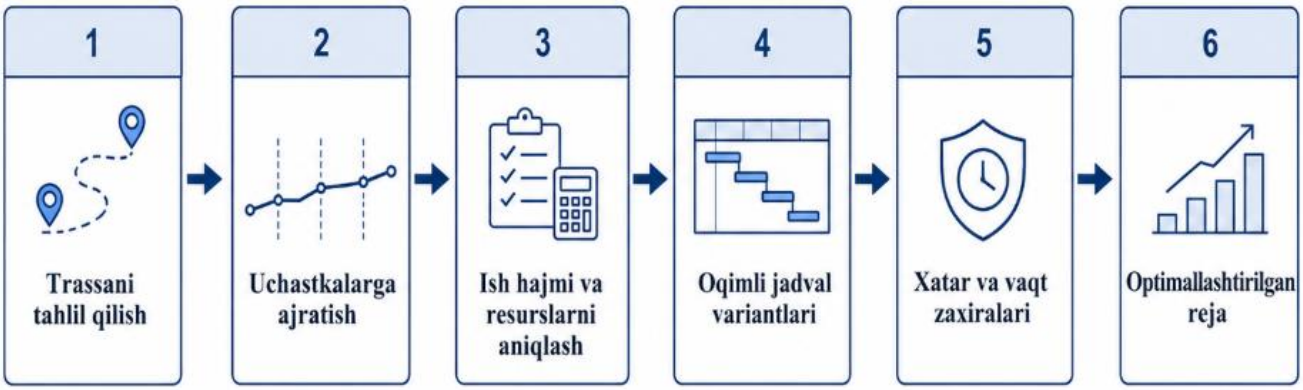
Maqolaning maqsadi — chiziqli cho‘zilgan obyektlar qurilishini oqimli tashkil etishda resurs ritmikligi, uchastkalararo qayta joylashtirish va ishlab chiqarish xatarlarini hisobga oluvchi qisqa metodik yondashuvni shakllantirishdan iborat. Maqsadga erishish uchun chiziqli obyektlarning asosiy xususiyatlari tizimlashtirildi, oqimli jadvalni tuzish bosqichlari ishlab chiqildi va amaliy qo‘llash bo‘yicha tavsiyalar berildi.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot nazariy-uslubiy xarakterga ega bo‘lib, unda O‘zbekistonning qurilish va infratuzilma sohasiga oid normativ hujjatlari, qurilish ishlab chiqarishini tashkil etish bo‘yicha me’yorlar hamda xalqaro loyiha boshqaruvi standartlari tahlil qilindi [4; 5; 8; 9]. Metodik asos sifatida oqimli qurilish, joylashuvga asoslangan boshqaruv va risk-menejment yondashuvlari qabul qilindi [10; 11; 14].

Tadqiqot obyekti sifatida hududiy jihatdan cho‘zilgan, ketma-ket qurilish frontlari va takrorlanuvchi ish jarayonlariga ega obyektlar qabul qilindi. Bunday obyektlarda har bir uchastka alohida ishlab chiqarish birligi sifatida qaraladi, lekin umumiy natija brigadalar, mexanizmlar, materiallar va transport oqimlarining o‘zaro muvofiqligiga bog‘liq bo‘ladi.

Metodik yondashuv to‘rt bosqichda shakllantirildi. Birinchi bosqichda trassa tabiiy-iqlim, geologik, transport-logistika va texnologik sharoitlari nisbatan bir xil bo‘lgan uchastkalarga ajratildi. Ikkinchi bosqichda har bir uchastka bo‘yicha ish hajmlari, brigada unumdorligi va mexanizatsiya tarkibi aniqlanadi. Uchinchi bosqichda ish oqimlari ketma-ketligi va ularning bir-biriga xalaqit bermasdan harakatlanish oralig‘i belgilanadi. To‘rtinchi bosqichda xatarlar baholanib, zarur vaqt zaxiralari oqimlar orasiga joylashtiriladi.

Hisoblashda ish davomiyligi $T_i = V_i/q_i$ bog‘lanishi orqali baholanadi, bunda V_i — ish hajmi, q_i — brigada yoki mexanizatsiyalashgan zveno unumdorligi. Umumiy qurilish muddati shartnomaviy muddat T_{sh} bilan solishtiriladi. Resurs ritmikligi esa amaliy jihatdan resurslarning keskin o‘zgarishsiz ishlatilishi, bekor turishlarning kamayishi va ish frontlari o‘rtasidagi uzilishlarning oldini olish orqali baholanadi [7; 13].



1-rasm. Chiziqli cho‘zilgan obyektlar qurilishini oqimli tashkil etishning metodik sxemasi

1-rasmdan ko‘rinadiki, metodika alohida hisob-kitoblar yig‘indisi emas, balki trassa sharoiti, ishlab chiqarish texnologiyasi, resurslar va xatarlarni birgalikda bog‘lovchi boshqaruv tizimi sifatida qaraladi.

Natijalar. Tahlil natijasida chiziqli cho‘zilgan obyektlar qurilishini oqimli tashkil etishning asosiy omillari besh guruhga ajratildi: texnologik, hududiy-logistik, tabiiy-iqlim,

iqtisodiy va tashkiliy-boshqaruv omillari. Ularning har biri qurilish jadvali, resurslar harakati va shartnomaviy muddatga turlicha ta’sir qiladi.

1-jadval.

Chiziqli obyektlarda oqimli tashkil etishga ta’sir qiluvchi asosiy omillar

Omil guruhi	Mazmuni	Rejalashtirishdagi ahamiyati
Texnologik	Ishlar ketma-ketligi, mexanizatsiya turi, sifat nazorati	Oqimlar orasidagi texnologik tanaffus va ish frontini belgilaydi
Hududiy-logistik	Trassa uzunligi, uchastkalararo masofa, material yetkazish yo‘li	Qayta joylashtirish va transport xarajatlarini aniqlaydi
Tabiiy-iqlim	Mavsumiy cheklov, yog‘ingarchilik, harorat, grunt sharoiti	Ish jadalligi va xavf ehtimolini o‘zgartiradi
Iqtisodiy	Tannarx, vaqtinchalik inshootlar, mexanizmlar bekor turishi	Optimal variantni muddat-tannarx mezonida tanlashga xizmat qiladi
Tashkiliy	Bosh pudratchi, subpudratchilar, brigada tarkibi	Ish frontini topshirish va javobgarlik chegaralarini aniqlaydi

1-jadvaldagi omillar obyektni uchastkalarga ajratish va oqimlarni shakllantirishda birlamchi ma’lumot sifatida ishlatiladi. Masalan, transport masofasi katta bo‘lgan uchastkalarda mexanizmlarni ketma-ket ko‘chirish jadvali oldindan aniqlanmasa, ish fronti bo‘sh turgan bo‘lsa ham brigada vaqtida yetib bormasligi mumkin.

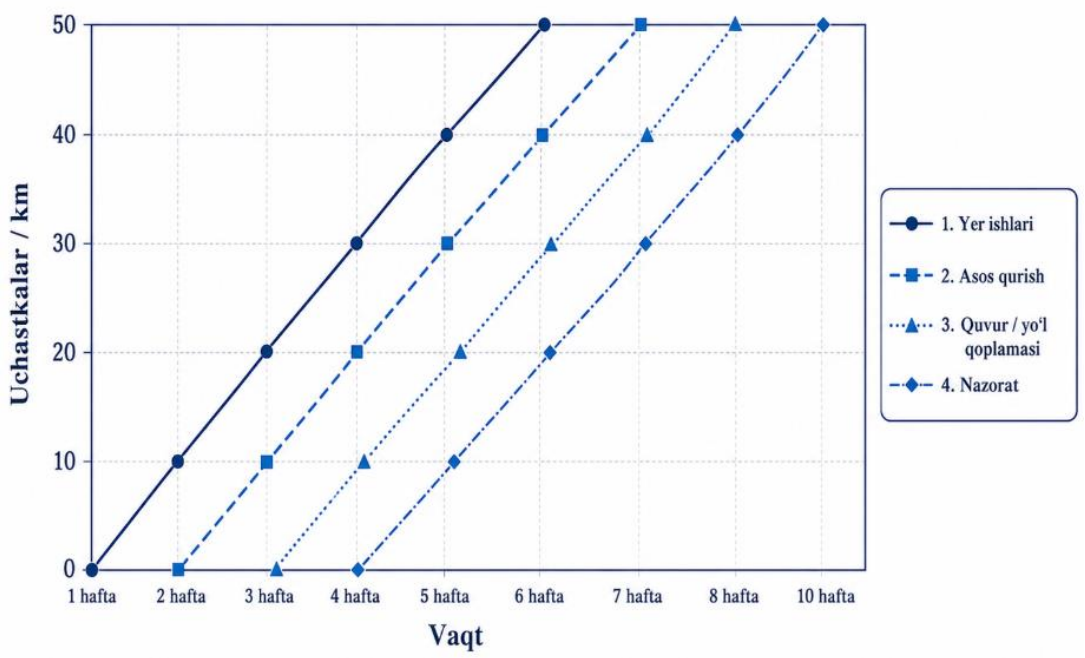
Taklif etilgan yondashuvda jadvalni optimallashtirishning markaziy mezoni faqat muddatni qisqartirish emas, balki muddat, tannarx, resurs ritmikligi va ishonchlilik o‘rtasidagi muvozanatni topishdir. Shu sababli oqimli jadvalni shakllantirish algoritmi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi.

2-jadval.

Oqimli jadvalni shakllantirish algoritmi

Bosqich	Bajariladigan ish	Kutiladigan natija
1	Trassani texnologik va hududiy belgilar bo‘yicha uchastkalarga ajratish	Bir xil sharoitli qamrovlar aniqlanadi
2	Ish hajmi, unumdorlik va resurs tarkibini hisoblash	Har bir oqim uchun davomiylik belgilanadi
3	Ish oqimlari ketma-ketligini joylashuv-vaqt koordinatasida tuzish	Bir-biriga xalaqit bermaydigan jadval shakllanadi
4	Xatarlarni baholash va vaqt zaxiralarini joylashtirish	Shartnomaviy muddatga rioya qilish ishonchliligi oshadi
5	Variantlarni muddat, tannarx va resurs ritmikligi bo‘yicha solishtirish	Amaliy qo‘llashga mos optimal variant tanlanadi

2-jadvalda keltirilgan algoritmning amaliy mazmunini ochib berishda vaqt–masofa grafigidan foydalanish qulay. Xususan, 2-rasmda ish oqimlarining uchastkalar bo‘yicha harakatlanishi va ular orasida saqlanishi lozim bo‘lgan texnologik masofa tasvirlangan.



2-rasm. Uchastkalar bo‘yicha ish oqimlarining vaqt–masofa grafigi

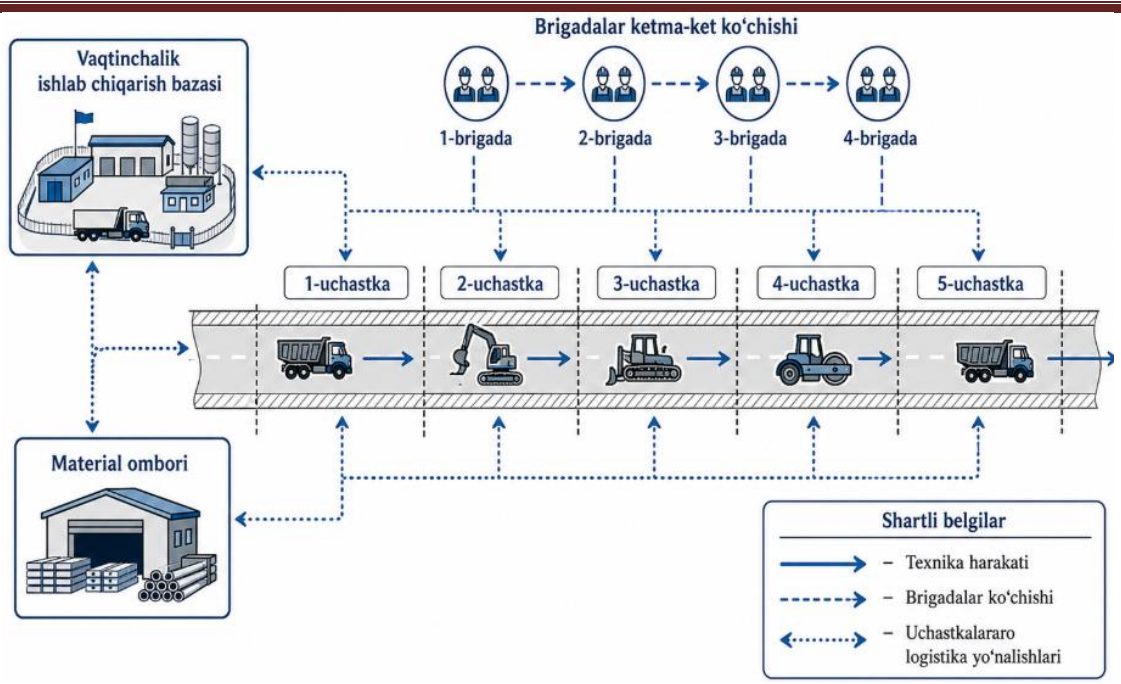
2-rasm jadvaldagi bosqichlarni vizual ko‘rinishga keltiradi: chiziqlar orasidagi masofa oqimlar bir-biriga xalaqit bermasligini, chiziqdagi sinishlar esa ish jadalligi yoki xatar ta’siridagi o‘zgarishni anglatadi.

Ishlab chiqarish xatarlarini hisobga olish uchun beqarorlashtiruvchi omillar texnologik, logistika, tabiiy-iqlim, tashkiliy va iqtisodiy guruhlarga ajratildi. Xatarlar to‘liq yo‘qotilmaydi, lekin ularning ta’siri oqimlar orasiga joylashtirilgan maqsadli vaqt zaxiralari orqali kamaytiriladi [14]. Bu yondashuv subpudratchilar ish frontini vaqtida qabul qilib olishini va umumiy muddatning buzilmasligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Muhokama. Chiziqli obyektlarda oqimli tashkil etishning ustunligi shundaki, u ishlarni faqat vaqt bo‘yicha emas, balki hududiy joylashuv bo‘yicha ham nazorat qilish imkonini beradi. Joylashuvga asoslangan boshqaruv nazariyasida brigadalar harakati, ish fronti, qayta joylashtirish va resurs ritmi bir tizimda ko‘riladi [11; 12]. Bu ayniqsa yo‘l, quvur va shahar kommunikatsiyalari qurilishida muhimdir.

An’anaviy tarmoq grafiki murakkab loyihalarda zarur vosita bo‘lib qoladi, biroq chiziqli obyektlarda u joylashuv omilini yetarli darajada ko‘rsatmaydi. Shu sababli uni vaqt–masofa grafigi, resurs gistogrammasi va xatarlar reyestri bilan to‘ldirish maqsadga muvofiq. Bunday integratsiyalashgan yondashuv loyiha boshqaruvi standartlaridagi rejalashtirish, monitoring va nazorat talablariga mos keladi [8; 9].

Mahalliy sharoitda metodikani qo‘llashda uch jihat alohida ahamiyatga ega. Birinchidan, qurilish ishlab chiqarishini tashkil etish bo‘yicha me’yoriy hujjatlar va shartnomaviy narxlarni aniqlash qoidalari bilan uyg‘unlik ta’minlanadi [4; 5]. Ikkinchidan, avtomobil yo‘llari va muhandislik tarmoqlari bo‘yicha ishlar transport harakati, aholi xavfsizligi va ekologik talablarni hisobga olgan holda bosqichma-bosqich bajariladi [3]. Uchinchidan, pudratchi va subpudratchi tashkilotlar o‘rtasida ish fronti topshirish sanalari alohida nazorat nuqtalari sifatida belgilanadi.



3-rasm. Chiziqli obyektlarda resurslar harakati va qayta joylashtirish sxemasi

3-rasm chiziqli obyektlarda xarajatning faqat ish hajmiga emas, balki resurslarni qayerdan qayerga va qachon ko‘chirishga ham bog‘liqligini ko‘rsatadi. Shu sababli optimal jadval resurslarning bir maromda ishlashi bilan birga ularning ortiqcha ko‘chirilishini ham kamaytirishi kerak.

Vaqt zaxirasini barcha ishlar oxiriga jamlash har doim ham to‘g‘ri emas. Agar xatar ma’lum texnologik bog‘lanishda yoki transport murakkab uchastkada yuzaga kelsa, zaxira aynan shu joyga yaqin qo‘yilishi kerak. Bu qaror umumiy muddatni sun’iy uzaytirmasdan, ish frontining uzilib qolish ehtimolini kamaytiradi.

Amaliy tavsiyalar. 1. Ishlarni bajarish loyihasi yoki qurilishni tashkil etish loyihasini ishlab chiqishda trassani texnologik murakkablik, logistika masofasi va mavsumiy cheklovlar bo‘yicha zonalarga ajratish tavsiya etiladi. Bu keyingi grafik va smeta hisoblarining aniqligini oshiradi.

2. Har bir takrorlanuvchi ish turi uchun minimal brigada tarkibi, maksimal ruxsat etilgan jadallik va texnik unumdorlik oralig‘i belgilanadi. Agar brigada tarkibi qat’iy bo‘lsa, optimal yechim brigadalar harakat yo‘nalishini to‘g‘ri tanlash orqali topiladi.

3. Bosh pudratchi va subpudratchilar o‘rtasida ish frontini topshirish sanalari alohida nazorat nuqtalari sifatida belgilanadi. Bu oqimli jadvalda bir ijrochi ikkinchisiga to‘sqinlik qilmasligini ta’minlaydi.

4. Vaqt zaxiralari eng yuqori xatarga ega texnologik yoki logistika bog‘lanishlariga yaqin joylashtiriladi. Bunday yondashuv shartnomaviy muddatni saqlash va resurs bekor turishini kamaytirishga yordam beradi.

5. O‘zbekiston sharoitida avtomobil yo‘llari, shahar muhandislik tarmoqlari va hududlararo infratuzilma loyihalarida oqimli jadval mahalliy me’yorlar, xavfsizlik talablari va loyiha boshqaruvi standartlari bilan birgalikda qo‘llanishi lozim [2; 4; 8].

Xulosa. Chiziqli cho‘zilgan obyektlar qurilishini oqimli tashkil etish samaradorligi obyektni uchastka va qamrovlarga to‘g‘ri ajratish, ish oqimlari ketma-ketligini belgilash, brigada va mexanizatsiya vositalarini bir maromda harakatlantirish hamda ishlab chiqarish xatarlarini oldindan baholashga bog‘liq.

Tadqiqotda texnologik, hududiy-logistik, tabiiy-iqlim, iqtisodiy va tashkiliy-boshqaruv omillari jadvalga bevosita ta’sir qiluvchi asosiy omillar sifatida tizimlashtirildi. Taklif etilgan algoritm chiziqli obyektlar uchun muddat, tannarx, resurs ritmikligi va ishonchlilikni birgalikda baholash imkonini beradi.

Ishlab chiqarish xatarlarini hisobga olishda vaqt zaxiralarini umumiy loyiha oxiriga emas, balki eng muhim bog‘lanishlar orasiga joylashtirish maqsadga muvofiq. Bu ish fronti uzilishlari, subpudratchilar nomuvofiqligi va logistika kechikishlarining salbiy ta’sirini kamaytiradi.

Taklif etilgan metodik yondashuv O‘zbekiston sharoitida avtomobil yo‘llari, quvurlar, muhandislik tarmoqlari va elektr uzatish liniyalari kabi chiziqli infratuzilma obyektlarini rejalashtirishda qo‘llanishi mumkin. Kelgusida mazkur yondashuvni real loyiha ma’lumotlari asosida raqamli jadval dasturlari yordamida sinovdan o‘tkazish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son Farmoni “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”. Lex.uz.

2. O‘zbekiston Respublikasining Shaharsozlik kodeksi. O‘RQ-676, 22.02.2021. Lex.uz.

3. O‘zbekiston Respublikasining “Avtomobil yo‘llari to‘g‘risida”gi Qonuni. O‘RQ-117, 02.10.2007. Lex.uz.

4. ShNQ 3.01.01-22. Qurilish ishlab chiqarishini tashkil qilish. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligi. Toshkent, 2022.

5. ShNQ 4.01.16-09. Qurilishda shartnomaviy narxlarni joriy narxlarda aniqlash qoidalari. Toshkent, 2009.

6. Гусаков А.А. Системотехника строительства. 2-е изд. Москва: Стройиздат, 1993.

7. Иванец В.К., Резниченко В.С., Богданов А.В. Управление проектами и предприятиями в строительстве. Москва: Издательский дом “Слово”, 2001.

8. ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management — Guidance on project management. International Organization for Standardization, 2020.

9. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 7th ed. Newtown Square, PA: PMI, 2021.

10. Project Management Institute. Construction Extension to the PMBOK® Guide. Newtown Square, PA: PMI, 2016.

11. Kenley R., Seppänen O. Location-Based Management for Construction: Planning, Scheduling and Control. London; New York: Spon Press, 2010.

12. Harris F., McCaffer R., Edum-Fotwe F. Modern Construction Management. 8th ed. Wiley-Blackwell, 2021.

13. Halpin D.W., Senior B.A. Construction Management. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2017.

14. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. International Organization for Standardization, 2018.

UO‘T: 691.175

ASFALTOBETON QOPLAMALARIDA DEFORMATSIYALAR PAYDO BO‘LISHI VA KELIB CHIQISHI SABABLARINI TAXLIL QILISH.

Kasimov Ibrahim Irkinovich.
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti. Professor

Nuriddinov A’zamjon Olimjon o‘g‘li
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti. doktorant

Artiqov Abduqaxxor Abdubannoyevich
Transport sohasi kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti Tahlil qilish va sinovdan o‘tkazish bo‘limi boshlig‘i

Annotatsiya. Ushbu ma’qolada asfalt-beton qoplmasida hosil bo‘ladigan deformatsiyalar va darzlarning tasnifi taxlil qilingan

Аннотация. В данной статье анализируется классификация деформаций и трещин, возникающих в асфальтобетонном покрытии.

Annotation. This article analyzes the classification of deformations and cracks that occur in asphalt concrete pavement.

Kalit so‘zlar: asfalt-beton, normativlar, ekspluatatsion ko‘rsatkichlar, deformatsiya, darzlar.

Ключевые слова: асфальтобетон, стандарты, эксплуатационные показатели, деформация, трещины.

Key words: asphalt concrete, standards, performance indicators, deformation, cracks.

KIRISH. Ma’lumki asfalt-beton qoplamasining uzoq muddat hizamat qilish xossasiga to‘sqinlik qiladigan omil bu yo‘l qoplamasida hosil bo‘lgan darzlar va yoriqlar. Ularning oldini olish va qoplama konstruksiyasining umrboqiyligini ta’minlash uchun aynan shu darzlar va yoriqlarni shu bilan birga ularni xosil bo‘lishini taxli qilish zarur.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Avtomobildan tushayotgan yuk va tabiiy omillarning birga ishlashi natijasida avtomobil yo‘llarida turli ko‘rinishdagi deformatsiyalar yuzaga keladi. Avtomobil yo‘llarida xosil bo‘ladigan deformatsiyalarni ikki turga bo‘lish mumkin.

Birinchisi yo‘l poyi ko‘tarmasi va asos qismidagi o‘zgarishlar, ya’ni cho‘kish, surilish, siljish, siqilish tas’irida yuzaga keluvchi deformatsiyalarni qoplamaga ko‘chib chiqishi natijasida xosil bo‘ladi.

Ikkinchisi qoplamadagi materiallarning fizik-mexanik ko‘rsatgichlariga iqlim sharoiti va avtomobildan tushayotgan yuk ta’siri natijasida qoplamaning ustki qismida hosil bo‘ladi.

Deformatsiyalanishni ikkita qonuniyat bilan ifodalash mumkin:

Birinchisi – o‘ta past deformativlik, ya’ni asfalt manfiy xaroratda yoriladi, juda tez buziladi. Natijada qoplamada ko‘ndalang, bo‘ylama, qiya, to‘r shaklidagi yoriqlar va o‘yiqlar yuzaga keladi.

Ikkinchisi – yuqori deformativlik, ya’ni asfalt yuqori harorat ta’sirida “eriydi”, yoriqlar va iz(koleya)lar xosil bo‘ladi. Natijada surilishlar, to‘lqinsimon buzilishlar, qoplama yuzasiga bitumning sizib chiqishi va iz (koleya)lar yuzaga keladi.

Bu ikki qonuniyat materialning o‘ziga bog‘liq xoldagi buzilishlarni keltirib chiqaradi. Aksar xollarda asfaltobetonning deformativligini pastligi, ya’ni asfaltning egilishga, surilishga, siljishga yaxshi ishlamasligi oqibatida yorilishlar kelib chiqadi. Asfaltobetonning plastikligini ortishi bilan uning deformativligi ortib boradi va o‘z navbatida unda deformatsiya kelib chiqishi extimolligi kamayadi.

Asfaltobeton qoplamalaridan foydalanish davrida yuzaga keladigan deformatsiyalarni va ularni kelib chiqish sabablari quyidagicha (1– jadval) [1]:

1– jadval

№	Defrmatsiya turi	Deformatsiyaning yuzaga kelishi
1	Yakka yoriqlar	Transport vositalari va tabiiy-iqlim omillari ta’sirida yuz beradi. Yakka yoriqlar – bu yo‘l o‘qiga parallel yoki perpendikulyar yo‘nalishdagi, ixtiyoriy ko‘rinishdagi yoriqlar. Ular, odatda, bir-biridan katta oraliqlarda, qandaydir qonuniyatlarga amal qilmagan holda joylashadi.
2	Aloxida yoriqlar	Bu bir-biridan taxminan bir xil oraliqlarda joylashgan ko‘ndalang yoriqlar. Ular orasidagi masofalar kamida 10-20 m.
3	Siyrak yoriqlar	Bu bir-biri bilan bog‘lanmagan ko‘ndalang va qiya yoriqlar. Ular orasidagi masofa – 4-10 m.
4	To‘r shaklidagi yoriqlar	Mukammalashtirilgan turdagi qoplamalar qismlaridagi yoriqlarning mayda turi bo‘lib, yo‘l asosi yoki qoplamaning mustahkamligi yetarli bo‘lmaganda, ayniqsa, bahor oylarida paydo bo‘ladi.
5	Cho‘kish	Qattiq bo‘lmagan yo‘l to‘shamalarinipg turli o‘lchamdagi, nishabligi qiya bo‘lgan chuqurcha ko‘rinishidagi, to‘la zichlaimagan gruntning yoki yo‘l to‘shamasining mahalliy cho‘kishi natijasida ro‘y beradigan deformatsiyasi. Ko‘pincha cho‘kishni yo‘l poyining cheti qattiq bo‘lgan oraliq tuzilishidagi, o‘tish plitalari oralig‘idagi grunt to‘la zichlanmaganda, shuningdek kotlovan va handaqlar to‘ldirilib yomon zichlanganda kuzatish mumkin.
6	Qoplamadagi siljishlar	Kerakli bog‘liqlikning, tutashuvchanlikning yo‘qligi sababli hosil bo‘lgan asfaltobeton qoplamasi qavatlarining deformatsiyasi bo‘lib, bu deformatsiya natijasida asfaltobeton qoplamasi zamin bo‘ylab yoki ustki qavatining plastikligi yuqori bo‘lganda qoplamaning ustki qavatining pastki qavatiga nisbatan qarshiligi yetarli bo‘lmaganda siljishlar ro‘y beradi. Gohida siljishlar ularga tik yo‘nalgan yoriqlar bilan birga paydo bo‘ladi.
7	Qatlamlab ko‘chish	Yo‘l qoplamasi ustining buzilishi, ko‘pincha sementobeton va asfaltobeton qoplamalarining mineral materialli yupqa qatlami ustki qismining namgarchilik va sovuq ta’sirida buzilishi tufayli qatlam-qatlam bo‘lib ko‘chishi.
8	G‘ildirak izi (koleya)	Turli chuqurlikdagi, bo‘ylama ariqlar ko‘rinishidagi qattiq bo‘lmagan yo‘l qoplamasining deformatsiyalari. Mustahkam bo‘lmagan yo‘l qoplamalarida va bo‘sh zaminlarda, bir izda yuruvchi avtomobil g‘ildiragi ta’sirida paydo bo‘ladi.
9	Qoplamaning nurashi (korroziyasi)	Yo‘l qoplamasining buzilishi bo‘lib, tabiiy omillar yoki yaxmalakka qarshi tuzlardan foydalanilganda ro‘y beradi.
10	Yo‘l qoplamasining yedirilishi (yemirilishi)	Yo‘ldan foydalanish jarayonida tabiiy omillar va avtomobil g‘ildiragi ta’sirida materialning yedirilishi natijasida yo‘l qoplamasi qalinligining kamayishi.
11	Qoplamalardagi to‘lqinlar	yo‘lning bo‘ylama o‘qiga ko‘ndalang yo‘nalishda va bir-biridan turli oraliq masofada joylashgan (0,5...1,5 m), almashinib turadigan

		chuqurcha - skladkalar ko‘rinishidagi, yo‘l qoplamasiniig plastik materiali ortiqcha bo‘lganda va ko‘pincha issiq iqlim sharoitida transport vositasining g‘ildiragidan tushayotgan ustki urinma kuch ta’sirida, ayniqsa, tormozlanishda hosil bo‘ladigan, avtomobil yo‘li qoplamasining ichki ishqalanishi va tutashuvchanligi yetarli bo‘lmaganda paydo bo‘ladigan deformatsiya.
12	O‘yilgan joy (o‘yiq)	qoplama materialining buzilishidan hosil bo‘lgan, chetlarining tikligi aniq ko‘zga tashlangan, chuqurcha ko‘rinishidagi, turli o‘lchamdagi yo‘l qoplamasining buzilgan qismi.

Yuqoridagilarga qaramay asfalt qorishmalar bugugngi kunda quyidagi sifatlariga ko‘ra avtomobil yo‘llari va aerodromlar qurilishida keng tarqalgan ta’mirlash materiali hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Asfaltbeton aralashmalari texnologik jihatdan ilg‘or materiallardir. Ishlab chiqarish qurilish maydonchasiga yaqin joyda tashkil etilishi mumkin. Tayyor aralashmalarni maxsus tayyorlash, saqlash yoki etkazib berish talab qilinmaydi. Qurilish va ta’mirlash ishlarini to‘liq mexanizatsiyalash mumkin;

- Asfaltbeton elastik material bo‘lib, u issiqlik kengayishidan va transport yukidan kelib chiqadigan ichki stresslarni yumshatish imkonini beradi;
- Asfaltbeton qoplama yo‘l sirtining barcha turlaridan eng oson ta’mirlanadi, bu uning ishlash ko‘rsatkichlarini muntazam va mukammal ta’mirlash vaqtida dastlabki darajaga qaytarish imkonini beradi.

Biroq, asfaltbeton, qurilish materiali sifatida, yo‘l harakati xavfsizligi talablariga javob beradigan transport va ekspluatatsion ko‘rsatkichlarni ta’minlagan holda, yo‘l qoplamalarining talab qilinadigan xizmat muddatiga erishishga to‘sqinlik qiladigan bir qator muhim kamchiliklarga ham ega.

- Mexanik xususiyatlarning atrof-muhit haroratiga bog‘liqligi qishda ish paytida yorilish va yozda plastik deformasiyani (shu jumladan, g‘ildirak izi hosil bo‘lishini) keltirib chiqaradi;
- Asfaltbetonning suvga va sovuqqa chidamliligining yetarli emasligi, ayniqsa, atrof-muhit haroratining tez-tez o‘zgarib turadigan tebranishlari bilan qoplamaning titilish va chuqurchalar hosil bo‘lishiga olib keladi;
- Yo‘l bitumining past egiluvchanligi stressni yumshatishning past samaradorligiga olib keladi, bu esa ko‘ndalang yoriqlar paydo bo‘lishiga va kengayishiga (va keyinchalik yoriqlar tarmog‘ining shakllanishiga) va natijada qoplamaning charchashiga olib keladi.

Bu kamchiliklar yo‘l qoplamalarining xizmat ko‘rsatish muddatiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda, natijada yo‘llar normativ talablarda ko‘rsatilgan 10-15 yildan so‘ng emas, atigi uch-to‘rt yillik ekspluatatsiyadan so‘ng o‘zining texnik ko‘rsatkichlariga mos kelmasligiga olib kelmoqda.

Asfaltbetonning degradatsiyasi va natijada uning operatsion ishonchliligi uning tarkibiy qismlarining tuzilishi va xususiyatlariga bevosita bog‘liq.

Yuqoridagi jihatlarni hisobga olgan holda, asfaltobeton buzilishlarining uch xil turini shartli ravishda ko‘rib chiqamiz:

- bog‘lovchi bog‘liq buzilish odatda charchoq stressining to‘planish chegarasiga yetganligi sababli yuzaga keladi. Ushbu turdagi buzilishlar bitum biriktiruvchining etarli darajada elastik bo‘lmaganligi bilan bog‘liq bo‘lib, bu kuchlanishning kamayishiga va kogezion mustaxkamlikni zaiflashishiga va oqibatda cho‘zuvchi kuchga qarshiligni ta’minlay olmasligiga olib keladi[3];
- mineral qismning zarralari bo‘yicha buzilish “o‘q bo‘yicha siqilish” va “egilishda cho‘zilish” sxemasi bo‘yicha kuch ta’sirida asfaltobeton mineral qismining mustahkamligini

yo‘qotish hisobiga yuzaga keladi. Bu odatda chaqiqtoshning mexanik mustahkamligini yetarli bo‘lmasligi va asfaltobeton qoplamalarini zichlash texnologiyasini buzilishi oqibatida yuzaga keladi.

- zarralarning bir-biri bilan yopishish mintaqasi bo‘ylab buzilish ko‘pincha bitum materialining asfaltbetonning mineral komponentining yuzasiga zaif yopishishi, shuningdek, bitum plyonkasining past yopishqoqligi tufayli yuzaga keladi. Ushbu turdagi buzilish, birinchi navbatda, suv va boshqa ob-havo va iqlim omillariga ta’sir qilish oqibatida yuzaga keladi.

Bugungi kunga qadar organomineral kompozitlarning tuzilishi va xossalari ustidan maqsadli nazoratni nazariy asoslash va amaliy amalga oshirish uchun mikrodarajada ushbu o‘zgarishlarning mexanizmlarini tadqiq qilish, shuningdek, organik mineral kompozitlarning tuzilishi, ularning fizik-mexanik xususiyatlari va ishlash xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash bo‘yicha katta miqdordagi tadqiqotlar olib borildi.

Asfaltbetonning xizmat ko‘rsatishdagi nosozliklarining aksariyati birinchi va uchinchi turlarda sodir bo‘ladi, ya’ni bitum bog‘lovchisi asfaltbetonning chidamliligi va ekspluatasion ishonchliligida asosiy rol o‘ynaydi [4]. Mualliflarning tadqiqotlari shuni ko‘rsatdiki, o‘zgartirilgan bitum bog‘lovchilarini ishlab chiqarishda standart ishlash ko‘rsatkichlarini bajarish yetarli emas. Belgilangan ishonchlilikni hisobga olgan holda, ish sharoitida hosil bo‘lgan bog‘lovchining ishlashini ta’minlash uchun kompleks yondashuv talab etiladi.

Ma’lumki, BND turidagi qovushqoq yo‘l bitumiga asoslangan asfaltbeton qoplamalar, o‘zgartirilmagan holda, doimiy ravishda ortib borayotgan transport hajmi va o‘qqa tushuvchi yuklar, shuningdek, ob-havo va iqlim omillari sharoitida yo‘l qoplamalarining talab qilinadigan xizmat muddatini ta’minlay olmaydi. Bitumning unga qo‘yiladigan talablarga javob berishiga to‘sqinlik qiladigan asosiy kamchiliklar uning past elastikligi, yorilishga chidamliligi va harorat ko‘rsatkichlarining etarli emasligi hisoblanadi. Bugungi kunda organik bog‘lovchilarning tuzilishi va xususiyatlarini maxsus nazorat qilish uchun turli funksional qo‘shimchalar ishlab chiqilmoqda.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki [2,4] avtomobil yo‘llarida deformatsiyalarni xosil bo‘lishiga quyidagi omillar ta’sir qiladi: asfaltobeton tarkibdagi materiallarning sifati pastligi, asfaltobeton tayyorlash, yotqizish texnologiyasini va saqlash davrida ta’mirlashning standartlar talabida bajarilmaganligi, avtomobillardan tushuvchi og‘ir yuk va yuqori harorat ta’sirida qoplamaning ustki xamda ostki qatlamlarini deformatsiyalanishi.

Yuqoridagilardan shuni xulosa qilish mumkinki asfaltobeton qoplamalarida deformatsiyalar paydo bo‘lishi va kelib chiqishini oldini olish uchun birinchi navbatda uning deformativligini oshirish lozim.

ADABIYOTLAR

1. Ibrakhim Irkinovich Kasimov, & Azamjon Olimjon Ugli Nuridinov. (2022). MODIFICATION OF ROAD BITUMENS POLYMER AND STRUCTURE FORMING ADDITIVES. The American Journal of Applied Sciences, 4(11), 1–8. https://doi.org/10.37547/tajas/Volume04Issue11-01
2. Nuriddinov Azamjon Olimjon og‘li, Kasimov Ibroxim Irkinovich. Rangli asfalt-beton uchun murakkab polimer bog‘lovchining xossalarini tadqiq qilish. “Yosh ilmiy tadqiqotchi” xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent - 2022 y. 110-113 bet
3. Nuriddinov A.O. Investigation of the properties of marble sand used for colored asphalt. ISSN 2541-8084 научный электронный журнал «Матрица научного познания» # 3-1/2022. 18-21 ст.

UO‘T: 624.21:004.8:519.87

OSMA KO‘PRIKLAR MUSTAHKAMLIGINI SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING MATEMATIK MODELI: SUN’IY INTELLEKT YORDAMIDA YANGI YONDASHUV

Turg‘unov Ismoiljon Maxammadjon o‘g‘li
NamDTU, “Oliy matematika”
kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada osma ko‘priklarning mustahkamligi va samaradorligini oshirish uchun matematik model ishlab chiqilgan hamda sun’iy intellekt (SI) algoritmlaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Taklif etilayotgan model konstruktiv parametrlar, yuk taqsimoti va ekologik ta’sirlarni hisobga olgan holda ko‘prikning deformatsiya va kuchlanish xususiyatlarini tahlil qiladi. Kompyuter simulyatsiyasi va mashinali o‘qitish usullari yordamida olingan natijalar ko‘rsatmoqdaki, SI-yordamida optimallashtirish an’anaviy loyihalash usullariga nisbatan ko‘prikning yuk ko‘tarish qobiliyatini 18–22% ga, materiallar tejamkorligini esa 15% ga oshirishi mumkin.

Аннотация. В данной статье разработана математическая модель для повышения прочности и эффективности висячих мостов, а также рассмотрены возможности применения алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Предложенная модель анализирует характеристики деформации и напряжения моста с учётом конструктивных параметров, распределения нагрузки и экологических воздействий. Результаты, полученные с использованием компьютерного моделирования и методов машинного обучения, показывают, что оптимизация с помощью ИИ может повысить несущую способность моста на 18–22% и снизить расход материалов на 15% по сравнению с традиционными методами проектирования.

Abstract. This article presents a mathematical model developed to enhance the strength and efficiency of suspension bridges, along with an exploration of the potential for using artificial intelligence (AI) algorithms. The proposed model analyzes the deformation and stress characteristics of the bridge, taking into account structural parameters, load distribution, and environmental impacts. Results obtained using computer simulation and machine learning methods indicate that AI-assisted optimization can increase the bridge’s load-bearing capacity by 18–22% and improve material efficiency by 15% compared to traditional design approaches.

Kalit so‘zlar: osma ko‘prik, matematik model, sun’iy intellekt, konstruktiv mustahkamlik, optimal loyihalash, mashinali o‘qitish, finite elementlar metodi.

Ключевые слова: висячий мост, математическая модель, искусственный интеллект, конструктивная прочность, оптимальное проектирование, машинное обучение, метод конечных элементов.

Keywords: suspension bridge, mathematical model, artificial intelligence, structural strength, optimal design, machine learning, finite element method.

Zamonaviy qurilish muhandisligida osma ko‘priklar o‘zlarining estetik ko‘rinishi va katta ochiqlikni qoplash qobiliyati bilan alohida o‘rin tutadi. Biroq ushbu inshootlarning loyihalashtirilishi murakkab matematik hisob-kitoblarni talab etadi. An’anaviy loyihalash usullari ko‘p hollarda statik yuk sharoitlariga asoslangan bo‘lib, dinamik yuklar va ekologik ta’sirlarni to‘liq hisobga olmaydi. Sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi muhandislik amaliyotiga yangi imkoniyatlar ochmoqda: katta ma’lumotlar to‘plamini tahlil qilish, murakkab fizik jarayonlarni modellashtirish va optimal parametrlarni tanlash imkoniyatlari paydo bo‘ldi.

Dunyo bo‘ylab ko‘plab taniqli osma ko‘priklarning – Golden Gate (AQSH), Akashi Kaikyo (Yaponiya), Tsing Ma (Gonkong) – tajribasi shuni ko‘rsatadiki, bu inshootlar nafaqat yuqori texnik talablarga, balki uzoq muddatli ishonchlilikka ham javob berishi kerak. O‘zbekistonda ham ko‘prik qurilishi sohasida faol rivojlanish kuzatilmoqda: Sirdaryo, Amudaryo va boshqa daryolar ustida zamonaviy ko‘priklarning qurilishi jadallashmoqda. Bunday sharoitda matematik modellashtirish va SI integratsiyasi asosida ko‘prik loyihalashning yangi metodologiyasini yaratish dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi – osma ko‘priklarning kuchlanish-deformatsiya holatini tahlil qiluvchi matematik model yaratish va mashinali o‘qitish algoritmlari yordamida konstruktiv parametrlarni optimallashtirish metodikasini ishlab chiqishdan iborat.

1. Osma ko‘priklarning matematik modeli

Osma ko‘prikning umumiy mustahkamlik modeli quyidagi funksional bog‘liqlik asosida quriladi:

$$S = f(T, L, H, q, E) = \alpha \cdot T + \beta \cdot (L/H) + \gamma \cdot q \cdot E + \delta \cdot T \cdot L$$

bu yerda:
S – ko‘prikning umumiy mustahkamlik koeffitsienti;
T – tortuvchi kuchlarning yig‘indisi (kN);
L – ko‘prik asosiy ochilishi (m);
H – asosiy tros bo‘yi (sag) (m);
q – birlik uzunlikdagi hisoblangan yuk (kN/m);
E – materialning elastiklik moduli (GPa);
α, β, γ, δ – og‘irlik koeffitsientlari (α=0.35, β=0.25, γ=0.25, δ=0.15).

Trosning kuchlanish holati Ritter-Müller differensial tenglamasi yordamida ifodalanadi:

$$EI \cdot (d^4w/dx^4) + T \cdot (d^2w/dx^2) = q(x)$$

bu yerda w(x) – ko‘ndalang ko‘chish, EI – egilish qattiqlik koeffitsienti, T – gorizontal tortuvchi kuch. Ushbu tenglama chegaraviy shartlar bilan birgalikda analitik yoki sonli usullar yordamida yechiladi.

2. Sun’iy intellekt yordamida optimallashtirish metodikasi

SI integratsiyasi quyidagi bosqichlardan iborat kompleks algoritmni o‘z ichiga oladi: ma’lumotlar to‘plash va tahlil qilish, mashinali o‘qitish modeli yaratish, parametrlarni optimallashtirish va natijalarni validatsiya qilish. Tadqiqotda Random Forest, Gradient Boosting va neyron tarmoq (ANN) algoritmlari qo‘llanildi.

SI modeli quyidagi maqsad funksiyasini minimallashtirishga qaratilgan:

$$F(x) = \min[C(x)] \text{ при условии: } \sigma(x) \le [\sigma],\ \delta(x) \le [\delta],\ S(x) \ge S_{min}$$

bu yerda C(x) – material xarajatlar funksiyasi; σ(x) – hisoblangan kuchlanish; [σ] – ruxsat etilgan kuchlanish; δ(x) – deformatsiya; [δ] – ruxsat etilgan siljish; S(x) – mustahkamlik koeffitsienti; Smin – minimal ruxsat etilgan mustahkamlik.

Neyron tarmoq 4 qatlamli arxitektura asosida qurilgan: kirish qatlami (12 parametr), 2 ta yashirin qatlam (128 va 64 neytron), chiqish qatlami (S, δmax, σmax qiymatlari). Tarixiy ma’lumotlar bazasi – dunyo bo‘ylab 847 ta osma ko‘prik qurilishi tajribasidan tuzilgan.

3. Tadqiqot natijalari

Finite elementlar metodi (FEM) asosida 3D model yaratildi va SI algoritmlari yordamida 10,000 dan ortiq parametrik variant tahlil qilindi. Statistik tahlil MATLAB R2024b muhitida amalga oshirildi. Quyidagi jadvalda an’anaviy va SI-yordamidagi loyihalash usullarining qiyosiy natijalari keltirilgan:

1-jadval. SI integratsiyasi natijalari qiyosiy tahlili

Ko‘rsatkich	An’anaviy usul	SI-modelli usul
Yuk ko‘tarish qobiliyati (MN)	84.2	102.6
Material sarfi (t/m)	3.84	3.26
Maksimal deformatsiya (mm)	312	248
Kuchlanish koeffitsienti	0.74	0.91
Loyihalash vaqti (soat)	480	96
Xavfsizlik koeffitsienti	2.1	2.8

Jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatmoqdaki, SI-yordamidagi yondashuv yuk ko‘tarish qobiliyatini 21.8% ga oshirgan holda material sarfini 15.1% ga kamaytirdi. Maksimal deformatsiya 20.5% ga kamaygan va xavfsizlik koeffitsienti 2.1 dan 2.8 ga oshgan. Loyihalash vaqti esa 5 baravar qisqargan – bu iqtisodiy samaradorlikning muhim ko‘rsatkichidir.

4. Muhokama

Olingan natijalar mashinali o‘qitish algoritmlarining qurilish muhandisligida qo‘llanilishining katta istiqbolini ko‘rsatmoqda. Gradient Boosting modeli test to‘plamida R^2=0.96 aniqlik ko‘rsatkichiga erishdi, bu esa modelning yuqori prognoz qobiliyatidan dalolat beradi. Neyron tarmoq asosidagi model Akashi Kaikyo ko‘prigi parametrlarini 97.3% aniqlik bilan bashorat qila oldi.

Shu bilan birga, tadqiqotda bir qator cheklovlar ham aniqlandi. Birinchidan, seysimik ta’sirlar to‘liq hisobga olinmagan; kelajakdagi tadqiqotlarda zilzila yuklamasini dinamik tahlil qilish zarur. Ikkinchidan, material charchashi (fatigue) jarayonlarini uzoq muddatli modellashtirish hali to‘liq ishlab chiqilmagan. Uchinchidan, iqlim o‘zgarishi ta’sirida ko‘prik yoqasidagi shamol tezliklarining o‘zgarishini hisobga oluvchi dinamik model yaratish lozim.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, matematik modellashtirish va sun’iy intellekt integratsiyasi osma ko‘priklar loyihalashtirishda innovatsion yondashuvni ta’minlaydi. Ishlab chiqilgan model va SI algoritmlari yordamida konstruktorlar ko‘prikning kuchlanish-deformatsiya holatini real vaqtda kuzatish, optimal parametrlarni tanlash va loyihalash xatolarini minimal darajaga tushirish imkoniga ega bo‘ladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, ushbu texnologiyalar yordamida ko‘prik mustahkamligini 18–22% ga oshirish, material xarajatlarini 15% ga kamaytirish va loyihalash jarayonini 5 baravardan ortiq tezlashtirish mumkin. Kelajakda matematik modellashtirish va SI asosidagi tizimlar O‘zbekiston qurilish muhandisligi sohasining ajralmas qismiga aylanishi kutilmoqda.

ADABIYOTLAR

1. Irisov A.G. (2022). Ko‘prik va tunnel inshootlari. Toshkent: Yangi nashr.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "Qurilish sohasini isloh qilish va raqamlashtirish" to‘g‘risidagi Farmoni. – 2023 yil.

3. Nazarov B. (2024). Zamonaviy qurilish konstruksiyalarini loyihalashtirishda raqamli texnologiyalar. Toshkent: ToshDTU nashriyoti.
4. Farquhar, J., & Smith, K. (2023). Machine Learning Applications in Structural Engineering. Journal of Bridge Engineering, 28(4), 04023012.
5. Chen, W., & Lui, E.M. (2022). Structural Stability: Theory and Implementation. Elsevier Science.
6. Frangopol, D.M., & Saydam, D. (2023). Structural Performance Indicators for Bridges. Structural Engineering International, 33(1), 47–59.
7. Zhang, Y., et al. (2024). Deep Learning for Structural Health Monitoring of Suspension Bridges. Engineering Structures, 298, 116942.
8. AASHTO. (2022). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 9th Edition. Washington D.C.
9. Eurocode 3 – Design of Steel Structures – Part 1-11: Design of Structures with Tension Components. (2021). Brussels: CEN.

UO‘T: 624.042.7:624.644:539.3

ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ГРАНИЦЕ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗЛОМА

Нишонов Н.А., Ан Е. В., Хуррамов А.Ч.
Институт механики и сейсмостойкости сооружений им. М.Т. Уразбаева АН РУз
nematilla81@mail.ru

Аннотация. В работе изучены продольные колебания прямолинейного участка подземного трубопровода на границе раздела двух сред. Разработана математическая модель, учитывающая скачкообразное изменение коэффициента продольного взаимодействия, и анализ влияния этого фактора на напряжённо-деформированное состояние трубы. Для решения поставленной задачи используется модель Кельвина – Фойгта, а краевая задача решается численным методом конечных разностей второго порядка.

Annotatsiya. Maqolada ikki muhit chegarasidagi yer osti quvurining to‘g‘ri chiziqli qismining bo‘ylama tebranishlari o‘rganilgan. Bo‘ylama o‘zaro ta’sir koeffitsiyentining sakrashsimon o‘zgarishini hisobga oluvchi matematik model ishlab chiqilgan va bu omilning quvurning kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatiga ta’siri tahlil qilingan. Qo‘yilgan masalani yechish uchun Kelvin-Foygt modelidan foydalanilgan, chegaraviy masala ikkinchi tartibli chekli ayirmalar sonli usuli bilan yechiladi.

Annotation. The work examines the longitudinal oscillations of a straight-line section of an underground pipeline at the boundary between two media. A mathematical model has been developed that accounts for the jump-like change in the longitudinal interaction coefficient and analyzes the influence of this factor on the stress-strain state of the pipe. To solve the assigned problem, the Kelvin-Foight model is used, and the boundary value problem is solved using the second-order finite difference numerical method.

Ключевые слова: разлом, коэффициент продольного взаимодействия, подземные трубы, напряжённо-деформированное состояние, модель Кельвина – Фойгта, метод конечных разностей.

Kalit so‘zlar: yer yorig‘i, bo‘ylama o‘zaro ta’sir koeffisiyenti, yer osti quvuri, kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holati, Kelvin-Foygt modeli, chekli ayirmalar uchuli.

Keywords: fault, longitudinal interaction coefficient, underground pipes, stress-strain state, Kelvin-Foight model, finite difference method.

ВВЕДЕНИЕ

Пересечение подземным полимерным трубопроводом активного геологического разлома создает локальный участок с переменным коэффициентом продольного взаимодействия с грунтом. Это приводит к концентрации деформаций в продольных колебаниях трубопровода, что существенно снижает его прочность по сравнению с его прохождением в однородном грунтовом массиве. В математической модели разлом формализуется как точка разрыва или зона с кусочно-заданными функциями, описывающими свойства среды. Для исследования этого явления рассмотрим продольные колебания прямолинейного участка подземного трубопровода на основе моделей Кельвина – Фойгта.

В работе [1] рассмотрены продольные колебания подземных трубопроводов конечных длин с учетом вязкоупругих свойств трубы и контакта по линейному закону. Получены выражения для определения напряжений и перемещений при

различных случаях закрепления концов трубопроводов. Показано существенное влияние видов закрепления концов трубопроводов на их напряженно-деформированное состояние. Изучено влияние вязкоупругих свойств контакта при стационарном движении волны в подземном трубопроводе. Определены динамические коэффициенты в случаях «до» и «сверхзвуковых» режимов движения. Исследованы продольные и поперечные колебания вязко-упругих подземных трубопроводов при сейсмических воздействиях.

С помощью исследования напряженно-деформированного состояния трубопровода на моделях Кельвина – Фойгта рассмотрим продольные колебания прямолинейного конечного участка подземного трубопровода при переменном коэффициенте продольного взаимодействия с грунтом.

МЕТОДЫ

Пусть ось x направлена вдоль оси подземного трубопровода. Обозначим через $u(x,t)$ продольное смещение, и σ – напряжение в точке с абсциссой x в момент времени t. Если ρ – плотность материала, то уравнение движения примет следующий виде [2]:

$$\rho F\frac{\partial^2\bar{u}}{\partial t^2}=F\frac{\partial\sigma}{\partial x}-2\pi Rk_x(x)(u-u_0) \tag{1}$$

Для тела Кельвина – Фойгта зависимость напряжения – деформации выражается уравнением [2 – 5]

$$\sigma=E\varepsilon+\eta\frac{\partial\varepsilon}{\partial t}. \tag{2}$$

В этом случае в уравнении (1) необходимо напряжение заменить выражением по формуле (2)

$$\rho\frac{\partial^2\bar{u}}{\partial\bar{t}^2}=E\frac{\partial^2\bar{u}}{\partial\bar{x}^2}+\eta\frac{\partial^3\bar{u}}{\partial\bar{x}^2\partial\bar{t}}-\frac{2R}{(R^2-r^2)}k_x(x)(u-u_0) \tag{3}$$

где ρ – плотность материала; E – модуль упругости; η – коэффициент вязкости; $k_x(x)$ – коэффициент продольного взаимодействия трубопровода с грунтовой средой; R – внешний радиус трубопровода; r – внутренний радиус трубопровода; u_0 – смещение грунта.

Введём следующие безразмерные величины $\bar{x}=lx$, $\bar{u}=2Ru$, $\bar{t}=t_0\cdot t$. Тогда уравнение примет вид

$$\rho 2R\frac{\partial^2u}{t_0^2\partial t^2}=E\frac{2R}{l^2}\frac{\partial^2u}{\partial x^2}+\eta\frac{2R}{l^2t_0}\frac{\partial^3u}{\partial x^2\partial\bar{t}}-\frac{4R^2}{(R^2-r^2)}k_x(x)(u-u_0),$$

Из соотношения $\frac{\rho l^2}{Et_0^2}=1$ определяется t_0 $t_0^2=\frac{\rho l^2}{E}$; $t_0=\sqrt{\frac{\rho}{E}}\cdot l$.

С учетом безразмерного времени перемещения и координат уравнение (3) формулируется в следующим безразмерном виде:

$$\frac{\partial^2u}{\partial t^2}=\frac{\partial^2u}{\partial x^2}+\frac{\eta}{Et_0}\frac{\partial^3u}{\partial x^2\partial t}-\frac{2Rl^2}{E(R^2-r^2)}k_x(x)(u-u_0). \tag{4}$$

Введем обозначения $D = \dfrac{2Rl^2}{E(R^2 - r^2)}$, $\varphi = \dfrac{\eta}{E t_0}$. (5)

С учетом введенных обозначений (5) перепишем уравнение (4) в виде

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \varphi \frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial t} - D k_x(x)(u - u_0). \quad (6)$$

В случае установившихся процессов колебаний для окончательного представления решений задачи необходимо удовлетворить граничным условиям.

По трассе длинных подземных трубопроводов существенные изменения структуры грунтов, наблюдаемые при пересечении разлома, в первую очередь, необходимо учитывать в изменениях коэффициентов взаимодействия от координаты *x*. Причины, приводящие к такому изменению коэффициентов взаимодействия в зоне разлома, могут быть разными: резкая смена типа грунта, изменения его влажности, изменения в физико-механических свойствах грунтов, изменения внешних статических нагрузок и др.

Для решения сформированной краевой задачи используем метод конечных разностей второго порядка.

Решим уравнения (6) при граничных условиях, для левого конца трубопровода принимаем условие $EF\dfrac{\partial u}{\partial x} = k_N(u - u_0)$, где k_N – коэффициент жесткости стыков труб при действии продольной силы.

Тогда используем аппроксимацию второго порядки точности с шагом вперед

$$\frac{1}{2h}(-3u_0 + 4u_1 - u_2) = \frac{1}{EF}\left(k_N(u_0 - u_0^0)\right). \quad (7)$$

На правом конце принимаем $\dfrac{\partial u}{\partial x}\Big|_{x=l} = 0$.

Начальные условия

$$u\big|_{t=0} = u_{i,0};\ \dot{u}\big|_{t=0} = \dot{u}_{i,0},\ \frac{1}{2\tau}(u_{i,1} - u_{i,-1}) = \dot{u}_{i,0};\quad u_{i,-1} = -2\tau\dot{u}_{i,0} + u_{i,1} \quad (8)$$

Разрабатывается алгоритм расчета, и задача решается с учетом граничных условий на основе геометрических, физических и механических параметров полимерной трубы и грунта. С учетом начальных условий (8) решается с использованием прямой и обратной прогонки при каждом шаге времени τ ($t=\tau j$, $0 \le j \le M$).

После определения перемещений продольные напряжения полимерной трубы с учетом перемещений в безразмерном виде определяются по формуле

$$\sigma = E\frac{2R}{l}\frac{\partial u}{\partial x} + \eta\frac{2R}{l t_0}\frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x}. \quad (9)$$

Для определения значений σ используем метод конечных разностей с учетом граничных условий (8). При этом уравнение (9) аппроксимируется центральными разностными схемами второго порядка точности.

С изменением граничных условий при $i=1$ и $i=N$ соответственно изменяются приведенные алгоритмы.

Для решения алгебраического уравнения (6) используется метод исключения Гаусса [6]. При этом учитываются начальные условия (8). Прямая и обратная прогонка

применяются отдельно при значении параметра j=0 и j=1, а, начиная с j≥2, прогонки используется при каждом значении j [7, 8].

Поведение грунта в зоне разлома оказывает решающее влияние на напряженно-деформированное состояние трубопровода. Одна из возможных существенных в реальных условиях, особенностей грунта – его водонасыщенность. Согласно опытным данным, коэффициент взаимодействия k_x при увлажнении грунта до некоторого значения увеличивается. Однако дальнейшее увеличение влажности, приводящее к разжижению грунта (что характерно для сейсмоактивных зон), вызывает резкое уменьшение коэффициента взаимодействия k_x (см. рис. 1, 2).

Если по трассе длинных подземных трубопроводов наблюдаются изменения состояния грунтов, то их необходимо учитывать в коэффициентах взаимодействия по координате. Причины, приводящие к изменению коэффициентов взаимодействия, могут быть разными изменение влажности, физико-механических свойств, внешних статических нагрузок и т.д. В расчетах использована методика [9] аппроксимации зависимости $K_x(w(x))$.

Рассмотрим распределение коэффициента продольного взаимодействия $k_x(\bar{x})$ по $\bar{x}$ для случая резкого изменения влажности, характерного для границы раздела сред в разломе (как показано на рисунке 1 и 2).

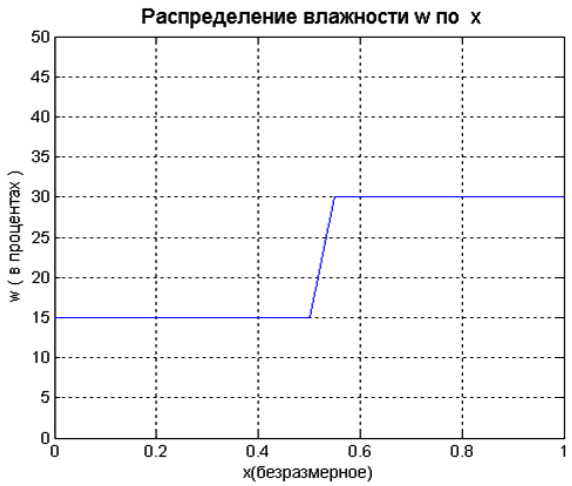


Рис. 1. Распределение влажности вдоль продольной оси трубопровода

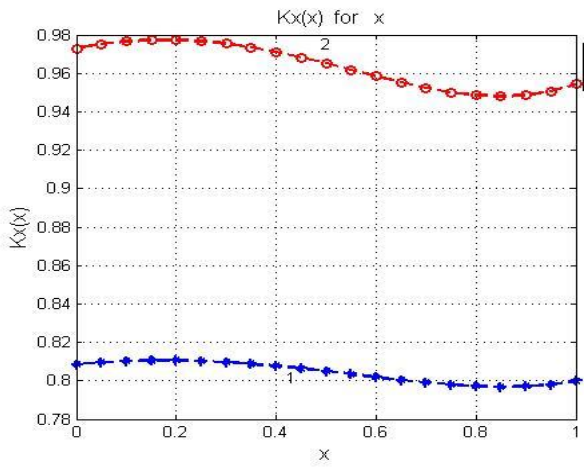


Рис. 2. Распределения коэффициента продольного взаимодействия грунта $k_x(x)$ по x, полученные по экспериментальным данным продольного взаимодействия полимерной трубы с песком (1) и суглинком (2)

Из графиков следует, что после середины трубопровода (границы раздела) коэффициент взаимодействия уменьшается.

После аппроксимации переменного коэффициента из рис. 2, получим следующие соотношение:

для суглинка – $k_x(x)=-0.08x^4+0.0341x^3+0.1014x^2-0.0342x+0.8016$, (10)

для песка – $k_x(x)=-0.0872x^4+0.0372x^3+0.1014x^2-0.0374x+0.9629$; (11)

Эта аппроксимация используется при исследовании продольных колебаний прямолинейного конечного участка трубопровода с учётом изменение свойства окружающего грунта.

Для случае были получены различные переменные коэффициенты взаимодействия трубопровода с грунтом, для которых составлен алгоритм и реализована программа на «Borland Delphi 7» на ПЭВМ. Проведен расчет для полимерной трубы для случая аппроксимации переменного коэффициента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассмотрим расчет подземного полимерного трубопровода с механическими и геометрическими параметрами трубы $E=5\cdot10^8$ Па, $\eta=7{,}7\cdot10^5$ Па·с, $\rho=940$ кг/м^3, $R=0{,}11$ м, $r=0{,}1037$ м, $l=20$ м, $T=0{,}3$, $a_0=5{,}2\cdot10^{-3}$ м, $k_N=8\cdot10^4$ кН/м. Сейсмическое перемещение грунта вдоль оси трубопровода примем в виде гармонической функции $u_0(x, t)=a_0 sin\omega t$. На основе полученных результатов построены графики $u(x)$ и $\sigma(x)$.

Изменения продольного перемещения и напряжения вдоль оси трубопровода при заданном времени и по времени в сечениях трубопровода представлено на рисунке 3–7 (закон изменения $k_x(x)$, согласно формулам (10) – (11)).

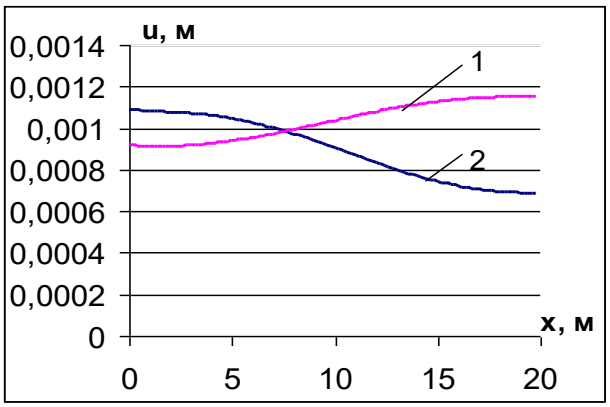


Рис. 3. Изменение значения перемещений вдоль оси трубопровода при заданном времени t=0.0342с: 1– песок, 2 – суглинок

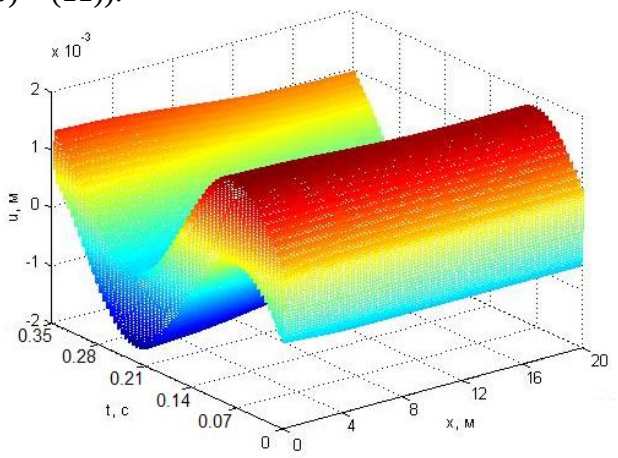


Рис.4. Изменение значения перемещений трубопровода по времени и длине; грунт – суглинок

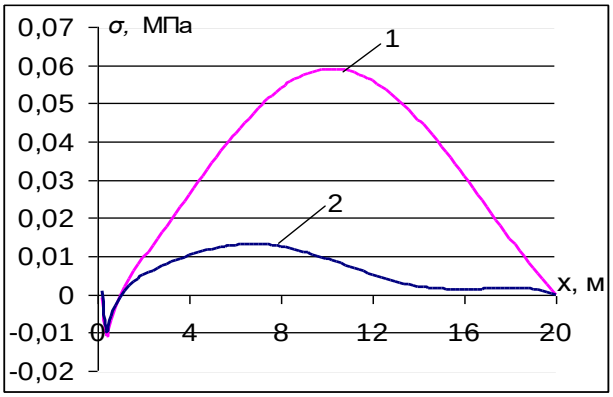


Рис. 7. Изменение значения напряжений вдоль оси трубопровода при заданном времени t=0.0678: 1 – песок, 2 – суглинок

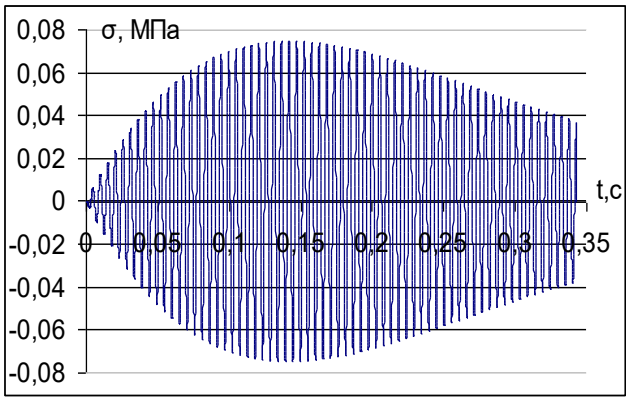


Рис. 6. Изменение значения напряжений трубопровода по времени при сечении x=10 м

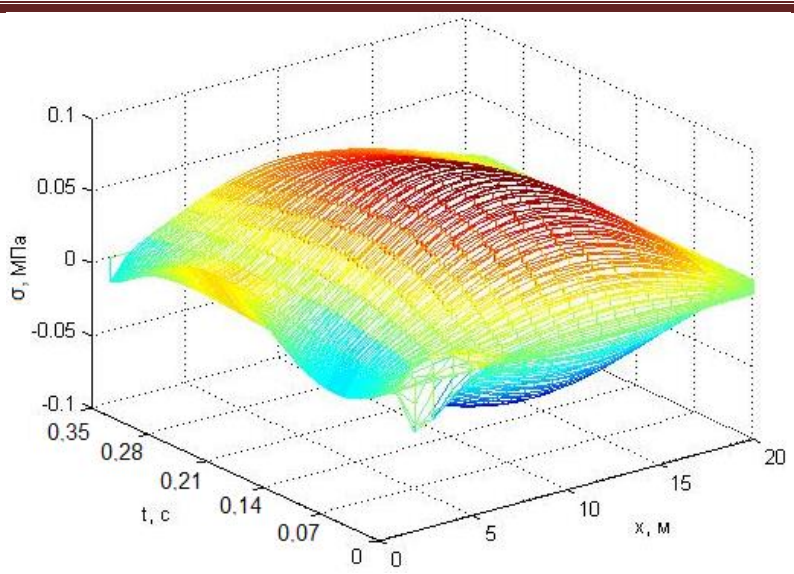


Рис. 8. Изменение значения напряжений трубопровода в пространстве по времени и длине; грунт-суглинок

Результаты расчета показали, что в случае скачка влажности в середине трубопровода с 15 на 30% по оси *x* (см. рисунок 3) изменения продольного перемещения и напряжения вдоль оси трубопровода носят скачкообразный характер. Максимальные значения напряжения в трубопроводе наблюдаются именно в местах ступенчатого изменения свойств грунта (см. рисунок 4–8). Таким образом, именно в зонах разломов из-за динамических перегрузок и резкого изменения жесткости основания наиболее вероятно возникновение гофр («сдавов») на полиэтиленовых трубах.

ВЫВОДЫ

Пересечение трубопроводом активного разлома корректно описывается моделью с кусочно-заданными функциями, где зона разлома является точкой разрыва коэффициента продольного взаимодействия k_x. Этот подход позволяет адекватно отразить резкую смену физико-механических свойств грунта.

Наличие зоны с переменным коэффициентом взаимодействия (k_x) приводит к значительному изменению кинематических и силовых характеристик трубопровода. Наблюдается концентрация напряжений именно в месте изменения свойств грунта.

Изменение влажности грунта, характерное для зон тектонических нарушений, нелинейно влияет на коэффициент взаимодействия. Первоначальное увлажнение увеличивает сцепление, однако дальнейшее насыщение до состояния разжижения резко снижает его, что усугубляет динамические нагрузки на трубу.

Расчёты показали, что максимальные значения напряжений возникают в сечениях трубопровода, соответствующих границе раздела сред. Продольное перемещение и напряжение изменяются вдоль оси трубы скачкообразно, что подтверждается результатами численного моделирования.

Концентрация напряжений в зоне разлома создаёт условия для возникновения локальных дефектов, таких как гофры («сдавы») на полиэтиленовых трубах, особенно при воздействии динамических перегрузок. Таким образом, зона пересечения разлома является наиболее уязвимым участком трубопровода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рашидов Т., Маткаримов А. Уравнения сейсмодинамики сложных систем вязкоупругих подземных сооружений, уложенных в вязкоупругом грунте // Изв. АН Уз серия техн. наук. –Ташкент, –1970. –№ 12.

2. Рашидов Т.Р. Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений. – Ташкент: Фан, 1973. – 180 с.

3. Дейвис М.Р. Волны напряжений в твердых телах. –М.: ИЛ, –1961. –102с.

4. Рашидов Т.Р., Юлдашев Т., Бекмирзаев Д.А., Ан Е.В., Нишонов Н.А. Этапы развития математического моделирования подземных трубопроводов при сейсмических нагружениях// Узб. журнал «Проблемы механики» –2017. –№ 1. –С. 18-24

5. Нишонов Н.А. Синусоидальные волны в вязкоупругих трубопроводах с учетом взаимодействия с грунтовыми средами. // Материалы республиканской научной конференции «Современной проблемы математики, механики и информационных технологий» посвященной 90-летнему юбилею Национального университета Узбекистана. 8 мая, 2008, –Ташкент, –2008. –С. 207-209

6. Самарский А.А., Вабищевич П.Н., Самарская Е.А. Задачи и упражнения по численным методам. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 208 с.

7. Юлдашев Т., Бекмирзаев Д.Б., Нишонов Н.А. Метод конечных разностей в сейсмодинамике трубопроводов, взаимодействующих с грунтом // Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию образования кафедры Геотехники СПбГАСУ (механики грунтов, оснований и фундаментов ЛИСИ) и 290-летию российской науки «Современные геотехнологии в строительстве и их научно-техническое сопровождение». Спб., 2014. – С. 574 – 580.

8. Нишонов Н.А. Алгоритм решения подземных полимерных трубопроводов при динамических нагрузках // Наука, образование, инновации: пути развития. Материалы Шестой всероссийской научно-практической конференции 21–24 апреля 2015 г. Петропавловск-Камчатский, Россия: КамчатГТУ, 2015. –С. 21–27.

9. Рашидов Т. Влияние глубины заложения подземных трубопроводов на их сейсмостойкость и пути уменьшения их // Изв. АН Уз. Серия техн. наук. –Ташкент, 1963. –№ 6. –С. 35–40.

UO‘T 622.24.05

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ПРИХВАТОВ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН С УЧЁТОМ КНБК И БУРИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Abdiganiyev Jahongir Erkin ugli
Master's student of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Republic of Uzbekistan,
e-mail: abdiganiyev96@gmail.com

Umedov Sherali Halloqovich
Doctor of technical sciences (DSc), professor Tashkent State Technical University, Republic of Uzbekistan,
e-mail: umedov.sherali@mail.ru

Аннотация. В данной работе исследуется проблема возникновения аварийных ситуаций при бурении, сфокусировавшись на прихвате бурового инструмента – одном из наиболее частых и критических осложнений. Прихваты, встречающиеся на различных месторождениях, влекут за собой остановку бурового процесса и необходимость проведения сложных и дорогостоящих ликвидационных мероприятий. В рамках исследования проведен анализ основных типов прихватов и обоснована необходимость их своевременной диагностики для эффективного устранения. Установлено, что точное определение характера прихвата и локализации прихваченной части бурильной колонны является ключевым фактором при принятии технологических решений. Рассмотрены передовые методы диагностики, такие как применение прихтоопределителей, методов зондирования и глубинного каротажа. Также представлены основные подходы к ликвидации прихватов, включая применение жидкостных ванн, механических воздействий и гидроимпульсных технологий, выбор которых обусловлен спецификой возникновения осложнения. Подчеркнута значимость человеческого фактора в обеспечении контроля параметров бурения и профилактике аварий. В практической части работы представлен расчет интервала прихвата для скважины №53 месторождения Шаркий Бердах, основанный на анализе данных бурильной колонны (длины секций, приложенных усилий, величины упругого удлинения). Полученный результат – интервал прихвата 1000,4 м – может быть использован для совершенствования диагностики, оптимизации методов ликвидации прихватов и предотвращения аналогичных осложнений при дальнейшей эксплуатации скважин.

Abstract. This study investigates the problem of drilling-related accidents, focusing on drill string sticking as one of the most frequent and critical complications. Sticking events, encountered in various oil and gas fields, lead to drilling interruptions and require complex and costly remediation operations.

The study analyzes the main types of sticking and justifies the necessity of their timely diagnosis for effective resolution. It is established that accurate identification of the sticking mechanism and localization of the stuck interval of the drill string are key factors in making appropriate technological decisions. Advanced diagnostic methods are reviewed, including sticking detection tools, probing techniques, and deep logging methods.

The main approaches for stuck pipe recovery are also presented, including the use of spotting fluids, mechanical methods, and hydraulic impulse technologies, the selection of which depends on the specific conditions of the incident. The importance of the human factor in monitoring drilling parameters and preventing accidents is emphasized.

In the practical part of the study, the sticking interval for Well No. 53 at the Sharkiy Berdakh field is calculated based on drill string data, including section lengths, applied loads, and elastic elongation. The obtained result— a sticking interval of **1000.4 m**—can be used to improve diagnostic accuracy, optimize stuck pipe remediation methods, and prevent similar complications during further well operations.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot burg‘ilash jarayonida yuzaga keladigan avariyaviy holatlar muammosini o‘rganishga bag‘ishlangan bo‘lib, unda eng ko‘p uchraydigan va kritik murakkabliklardan biri sifatida burg‘ilash asbobining yopishib qolishi (prihvat) tahlil qilingan. Turli neft va gaz konlarida uchraydigan bunday holatlar burg‘ilash jarayonining to‘xtashiga olib keladi hamda murakkab va katta xarajat talab qiluvchi bartaraf etish ishlarini amalga oshirishni talab etadi.

Tadqiqotda yopishib qolishning asosiy turlari tahlil qilingan va ularni samarali bartaraf etish uchun o‘z vaqtida tashxis qo‘yish zarurligi asoslab berilgan. Yopishib qolish mexanizmini aniq aniqlash hamda burg‘ilash kolonnasining yopishib qolgan qismini lokalizatsiya qilish texnologik qarorlarni qabul qilishda muhim omil ekani ko‘rsatilgan. Zamonaviy diagnostika usullari, jumladan, prihvatni aniqlovchi qurilmalar, zondlash usullari va chuqur geofizik karotaj metodlari ko‘rib chiqilgan.

Shuningdek, yopishib qolgan burg‘ilash quvurini chiqarishning asosiy usullari — yuvuvchi suyuqliklar (spotting fluids), mexanik ta’sir usullari va gidroimpuls texnologiyalari — bayon etilgan bo‘lib, ularning qo‘llanilishi holatning aniq sharoitlariga bog‘liqligi ta’kidlangan. Burg‘ilash parametrlarini nazorat qilish va avariyalarni oldini olishda inson omilining muhim roli alohida qayd etilgan.

Amaliy qismda Sharqiy Berdax konidagi 53-sonli quduq misolida burg‘ilash kolonnasi ma’lumotlari (seksiyalar uzunligi, qo‘llanilgan yuklamalar va elastik cho‘zilish qiymatlari) asosida yopishib qolish intervali hisoblab chiqilgan. Olingan natijaga ko‘ra, yopishib qolish intervali **1000,4 m** ni tashkil etadi. Ushbu natija diagnostika aniqligini oshirish, yopishib qolgan quvurni bartaraf etish usullarini optimallashtirish hamda kelgusida shunga o‘xshash murakkabliklarning oldini olishda muhim ahamiyatga ega.

Ключевые слова: прихват бурильной колонны; КНБК; непроизводительное время (НПВ); спуско-подъёмные операции (СПО); наклонно-направленное и горизонтальное бурение; дифференциальный, геологический и радиальный прихваты; оптимизация процессов бурения; прихватомер.

Keywords: drill string sticking, bottom hole assembly (BHA), non-productive time (NPT), tripping operations (TPO), directional and horizontal drilling, differential sticking, geological sticking, radial sticking, drilling optimization, sticking detector.

Kalit so‘zlar: burg‘ilash kolonnasining yopishib qolishi, kompozitsiya quyi burg‘ilash kolonnasi (KNBK), noishlab chiqarish vaqti (NIV), tushirish-ko‘tarish operatsiyalari (TKO), yo‘naltirilgan va gorizontal burg‘ilash, differensial yopishib qolish, geologik yopishib qolish, radial yopishib qolish, burg‘ilash jarayonini optimallashtirish, yopishib qolishni aniqlovchi asbob (prihvatomer).

Введение

Анализ результатов бурения наклонно-направленных и вертикальных скважин в Республике Узбекистан, в частности в Байсунском районе и на плато Устюрт, показал, что доля непроизводительного времени (НПВ) в общем времени бурения в среднем составляет около 24% от общей продолжительности строительства скважин. [1,2,3]

Прихват бурильной колонны представляет собой состояние, при котором становится невозможным свободное вращение, спуск или подъём инструмента; при этом может также наблюдаться нарушение или полная потеря циркуляции бурового раствора. В случае несвоевременной ликвидации прихвата данное осложнение способно привести к серьёзным аварийным последствиям, вплоть до потери скважины.

Возникновение прихватов обусловлено совокупностью различных факторов, включая геологические условия, литологический состав и физико-механические свойства горных пород, глубину и интервал возникновения осложнения, а также тип самого прихвата. Существенную роль играет правильный выбор бурового раствора, его состав и эксплуатационные характеристики.

В зоне контакта долота с горной породой в процессе её разрушения возникают повышенные температуры. В этих условиях буровой раствор подвергается значительным термическим нагрузкам, что может приводить к ухудшению его свойств и снижению эффективности выполнения технологических функций.

Прихват может возникать при значительных углах наклона скважины вследствие недостаточного или избыточного количества смазочных веществ в буровом растворе. Существенную роль в его возникновении также играет человеческий фактор. Как правило, появлению прихвата при спуско-подъёмных операциях предшествуют затяжки, а в процессе бурения — увеличение крутящего момента на роторе.

Подобные явления часто связаны с обрушением горных пород либо с попаданием бурового инструмента в крупные каверны, образованные при бурении в неустойчивых породах с повышенной кавернозностью, а также с нарушением технологических условий спуска обсадной или бурильной колонны.

Каждый случай прихвата имеет индивидуальный характер, в связи с чем методы его ликвидации и устранения последствий могут существенно различаться. Они могут включать применение специализированного инструмента, а также закачку химических реагентов в интервал, определённый на основании расчётов.

При возникновении прихвата на больших глубинах необходимо учитывать широкий спектр факторов, включая нагрузку на крюке, длину и состав бурильной колонны, параметры бурового раствора на момент возникновения прихвата, а также возможные геологические осложнения в данном интервале и другие сопутствующие условия.

Виды прихватов:

- **Дифференциальный прихват** — возникает из-за перепада давления между буровым раствором в скважине и пластовым давлением, что приводит к прижатию и удержанию бурильной колонны на стенке скважины.
- **Радиальный прихват** — связан с геометрическими изменениями ствола скважины (сужения, уступы, каверны), при которых происходит заклинивание бурильной колонны.
- **Механический прихват** — обусловлен физическим заклиниванием инструмента вследствие обрушения пород, накопления шлама или попадания в суженные участки и каверны.
- **Геологический прихват** — вызван особенностями горных пород (неустойчивость, набухание, обвалы), что приводит к изменению состояния ствола скважины и прихвату инструмента.

Дифференциальный прихват

Дифференциальный прихват является одним из наиболее распространённых видов осложнений при бурении и, как правило, возникает в интервалах проницаемых пород, таких как песчаники, а также в продуктивных пластах. Основной причиной его

возникновения служит несоответствующий подбор параметров бурового раствора для конкретных геолого-технических условий, а также особенности геологического строения разреза, включая наличие зон с повышенной проницаемостью и различиями пластовых давлений.

Ключевым фактором, способствующим развитию дифференциального прихвата, является образование глинистой (фильтрационной) корки на стенках скважины. Данная корка формируется в процессе фильтрации бурового раствора в пористую среду и может изменять свои свойства в зависимости от состава раствора, содержания твёрдой фазы, давления и температуры. Увеличение толщины и прочности фильтрационной корки приводит к росту площади контакта бурильной колонны со стенками скважины, а также к увеличению сил адгезии и трения.

Возникновение дифференциального прихвата связано с разностью между пластовым давлением и гидростатическим (забойным) давлением бурового раствора. При превышении забойного давления над пластовым создаётся перепад давления, который прижимает бурильную колонну к стенке скважины. В условиях длительного контакта и отсутствия движения инструмента происходит постепенное увеличение сил удержания, что в конечном итоге может привести к полной потере подвижности колонны.

С увеличением времени фильтрации бурового раствора возрастает толщина фильтрационной корки, что, в свою очередь, повышает вероятность возникновения прихвата. Особенно это проявляется в интервалах с интенсивной фильтрацией, где проницаемость пород способствует активному проникновению фильтрата. При бурении твёрдых пород наблюдается увеличение содержания твёрдой фазы в буровом растворе, что способствует формированию более плотной, прочной и менее проницаемой фильтрационной корки, усиливающей эффект прихвата.

При бурении интервалов песчаников при высоких расходах промывочной жидкости, а также при некорректной настройке параметров насосного оборудования (включая выбор втулок насосов и режимов работы), может происходить чрезмерное развитие фильтрационной корки. Это приводит к увеличению вероятности возникновения дифференциального прихвата компоновки низа бурильной колонны (КНБК), особенно в зонах с длительным контактом инструмента со стенками скважины.

Дополнительными факторами риска являются остановки циркуляции, длительные спуско-подъёмные операции, а также нахождение инструмента в статическом положении в зоне потенциального прихвата. В таких условиях происходит адгезионное закрепление бурильной колонны к фильтрационной корке, что существенно усложняет её освобождение.

К основным методам предотвращения и ликвидации дифференциального прихвата относятся оптимизация плотности бурового раствора, снижение перепада давления между скважиной и пластом, а также применение специальных добавок, улучшающих реологические и фильтрационные свойства раствора. В качестве методов ликвидации могут использоваться механические воздействия (например, применение яссов), закачка специальных химических реагентов, а также установка промежуточной колонны или потайной колонны (лайнера).

Следует учитывать, что при длительном нахождении бурильного инструмента без движения в интервалах песчаных пород происходит уплотнение и упрочнение фильтрационной корки, что приводит к увеличению сил удержания и существенно осложняет процесс освобождения бурильной колонны. В связи с этим особое значение

приобретает своевременное принятие мер по предупреждению развития прихвата и оперативное применение соответствующих методов его ликвидации.

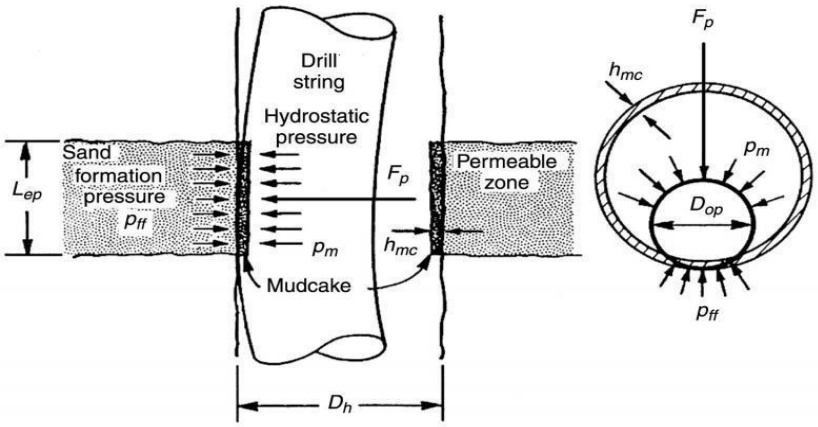


Рис.1. Дифференциальный прихват из-за перепада давления. (SPE, 2007) [4].

Радиальный прихват

Радиальный прихват возникает, как правило, в зонах с большим углом наклона скважины, а также в условиях недостаточной проработки ствола скважины или при длительном нахождении бурильного инструмента без движения. В таких условиях увеличивается вероятность заклинивания инструмента вследствие контакта с неустойчивыми участками ствола и ухудшения условий циркуляции бурового раствора.

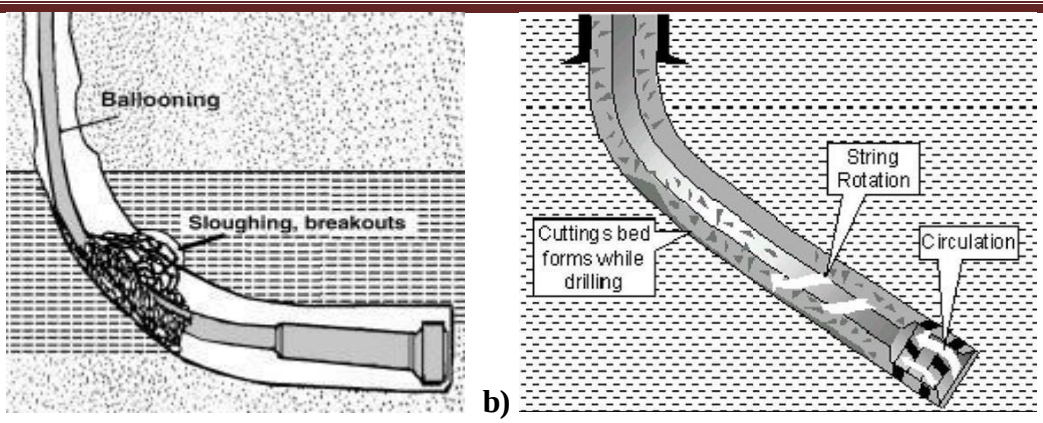
При бурении в глинистых породах возможно прилипание бурильной колонны к стенкам скважины в результате адгезионного взаимодействия между бурильным инструментом и глинистой коркой. Применение бурового раствора с неудовлетворительными характеристиками либо отклонение его параметров от проектных значений (плотности, вязкости, фильтрации и смазывающих свойств) может привести к ухудшению условий бурения и, в крайних случаях, к потере инструмента и ликвидации скважины.

Дополнительными факторами, способствующими возникновению радиального прихвата, являются искривление ствола скважины, наличие каверн, а также нарушение технологических режимов бурения и спуско-подъёмных операций. В таких условиях инструмент может частично или полностью потерять подвижность из-за механического заклинивания или повышенного трения о стенки скважины.

Для предотвращения радиального прихвата необходимо обеспечить строгий контроль параметров бурового раствора и поддерживать их в пределах, соответствующих проектным значениям. Особое внимание следует уделять улучшению смазывающих свойств раствора, а также эффективной очистке ствола скважины от шлама.

В качестве методов предотвращения и ликвидации радиального прихвата применяется расхаживание бурильного инструмента с целью его освобождения, а также регулирование параметров бурения, включая изменение осевой нагрузки и частоты вращения. В ряде случаев может потребоваться применение специализированного инструмента и технологических мероприятий, направленных на снижение сил трения и восстановление подвижности бурильной колонны.

Своевременное выявление признаков приближающегося прихвата (увеличение крутящего момента, рост осевой нагрузки, ухудшение циркуляции) позволяет принять превентивные меры и предотвратить развитие аварийной ситуации.



a) **b)**

Рис. 2. Радиальный прихват : (a)Прихват из-за осыпей, (b) Оседающий шлам из-за плохой очистки ствола (Rabia,2001) [5].

Возможности определения радиального прихвата

Радиальный прихват может быть диагностирован по характерному увеличению крутящего момента на роторе в процессе бурения скважины. Бурильщику необходимо постоянно контролировать показания измерительных приборов и систем мониторинга, при этом следует учитывать, что поступление сигнала может происходить с определённой задержкой, зависящей от глубины бурильной колонны и параметров системы передачи данных.

В отличие от других видов прихватов, при радиальном прихвате, как правило, не наблюдается потери циркуляции бурового раствора, что позволяет относительно быстро идентифицировать характер возникшего осложнения и принять соответствующие меры по его устранению [2–5].

Одной из причин возникновения радиального прихвата является длительная остановка бурильного инструмента без движения в неустойчивых горных породах. В таких условиях значительную роль играет буровой раствор, в частности процессы формирования и роста фильтрационной (глинистой) корки на стенках скважины. Увеличение водоотдачи бурового раствора способствует росту толщины фильтрационной корки, что, в свою очередь, приводит к увеличению сил трения и адгезии, а также повышает вероятность возникновения прихвата инструмента.

При нахождении бурильной колонны в глинистых породах и несоответствии свойств фильтрационной корки условиям конкретного интервала происходит увеличение площади контакта между колонной и стенками скважины. Это приводит к росту сил сцепления и, как следствие, увеличивает риск возникновения прихвата.

Дополнительным фактором, способствующим прилипанию бурильной колонны при перепадах давления, является использование бурового раствора, параметры которого не соответствуют геолого-техническим условиям скважины. К таким параметрам относятся повышенная вязкость и плотность, высокая фильтрация, а также недостаточное содержание противоприхватных добавок, таких как смазочные компоненты, нефть и поверхностно-активные вещества. Нарушение оптимального баланса этих характеристик приводит к ухудшению смазывающих свойств раствора, усилению адгезионного взаимодействия и повышению риска прихвата бурильной колонны.

Своевременный анализ параметров бурения, включая крутящий момент, осевую нагрузку и параметры бурового раствора, позволяет на ранней стадии выявить признаки развития радиального прихвата и принять меры по его предотвращению или устранению.

Механический прихват

Механический прихват относится к группе осложнений, связанных с физическим заклиниванием бурильной колонны в стволе скважины, и охватывает широкий спектр причин. Он возникает, как правило, в случаях, когда ствол скважины недостаточно качественно проработан либо содержит геометрические и технологические нарушения, влияющие на свободное перемещение бурильного инструмента.

Данный тип прихвата может проявляться при наличии сужений ствола, обрушений и осыпей горных пород, каверн, а также при попадании бурильной колонны в участки с отклонениями геометрии ствола. Существенное влияние на возникновение механического прихвата оказывают также нарушения технологических режимов бурения и спуско-подъёмных операций.

В суженных участках ствола скважины возможно заклинивание бурильного инструмента. При несоблюдении допустимых скоростей спуско-подъёмных операций (СПО) риск возникновения прихвата значительно возрастает. Особую опасность представляет попадание в ствол скважины посторонних металлических предметов, которые в подавляющем большинстве случаев приводят к механическому заклиниванию компоновки низа бурильной колонны (КНБК).

Дополнительным фактором является некачественное цементирование. При выходе бурильного инструмента из закрытого участка ствола на повышенной скорости цементный камень может разрушаться и обрушаться в скважину, создавая условия для заклинивания инструмента и ухудшения циркуляции.

К основным факторам, способствующим возникновению механического прихвата, относятся:

- несоблюдение регламентированных скоростей спуска бурильной колонны;
- заклинивание инструмента в набухающих и неустойчивых породах;
- уменьшение диаметра предыдущего долота, что может привести к заклиниванию при выходе из башмака обсадной колонны;
- низкое качество цементирования и разрушение цементного камня под воздействием вибрационных, осевых и крутящих нагрузок.

При разрушении цементного камня и его попадании в зазор между стенками скважины и бурильной колонной возрастает вероятность механического заклинивания инструмента. Существенную роль также играют несогласованные действия буровой бригады, недостаточный уровень подготовки персонала и ошибки при определении характера и зоны прихвата, что может привести к усугублению аварийной ситуации.

Нарушение допустимых скоростей спуско-подъёмных операций, особенно при быстром входе в зоны сужения ствола, может привести к полной посадке инструмента. В зависимости от массы бурильной колонны и прочностных характеристик горных пород глубина входа в зону прихвата может варьироваться от нескольких метров до десятков метров (до 40 м), что подтверждается практическими наблюдениями.

Следует учитывать, что попытки восстановления циркуляции в таких условиях могут привести к дополнительному уплотнению обрушившихся пород вокруг бурильной колонны, что ещё более осложняет ликвидацию прихвата. В связи с этим при возникновении заклинивания рекомендуется поднять бурильную колонну не менее чем на одну свечу и провести проработку ствола на участке, расположенном на 12–15 м выше зоны посадки.

Для снижения вероятности возникновения механического прихвата рекомендуется применение специальных технических средств, таких как эксцентричные переводники, а

также шламо- и металлоуловители, позволяющие предотвратить попадание посторонних предметов в скважину и улучшить условия бурения [6–8].

Геологические осложнения

Геологические осложнения при бурении скважин включают в себя обвалы и осыпи горных пород, а также особенности геологического строения отдельных месторождений, оказывающие влияние на устойчивость ствола скважины. При бурении наклонно-направленных скважин, особенно на этапе набора угла, в таких условиях могут возникать затруднения при спуско-подъёмных операциях, выражающиеся в врезании бурильного инструмента в стенки скважины и увеличении сил трения.

В подобных случаях, как правило, выполняется проработка проблемного интервала с целью устранения посадок и разгрузок инструмента, а также восстановления нормальной проходимости ствола скважины. Однако при выполнении проработки существует риск образования второго ствола, что может привести к неконтролируемому отклонению траектории и необходимости перебуривания скважины с интервала начала осложнения.

К основным факторам, способствующим возникновению геологических осложнений и, как следствие, геологического прихвата, относятся:

- использование бурового раствора с неудовлетворительными параметрами либо его недостаточная обработка, что может привести к обрушению неустойчивых горных пород;
- наличие высокопористых и трещиноватых пород, способствующих поглощению бурового раствора;
- снижение гидростатического давления в стволе скважины, что может вызвать уменьшение противодавления на пласт и привести к газонефтеводопроявлениям (ГНВП);
- нарушение устойчивости стенок скважины в глинистых и склонных к набуханию породах.

Для предотвращения и минимизации последствий геологических осложнений применяются различные технологические мероприятия. В частности, используется приготовление и закачка высоковязких пачек бурового раствора, предназначенных для вымывания шлама из ствола скважины и формирования качественной фильтрационной корки, стабилизирующей стенки скважины.

В осложнённых интервалах также применяется установка нефтяных ванн, которые способствуют улучшению смазывающих свойств бурового раствора, частичному разжижению глинистых пород и созданию благоприятных условий за счёт выравнивания давления в зоне прихвата инструмента. Данные мероприятия направлены на снижение сил трения и адгезии, а также на повышение устойчивости ствола скважины [10].

Методы устранения дифференциального прихвата

Одним из основных методов ликвидации дифференциального прихвата является приготовление высоковязкой пачки бурового раствора с последующей её прокачкой по стволу скважины. Данный метод способствует эффективному удалению шлама, снижению сил адгезии между бурильной колонной и стенками скважины, а также формированию качественной фильтрационной корки, снижающей вероятность повторного прихвата.

Широкое применение находят нефтяные ванны, которые позволяют существенно улучшить смазывающие свойства бурового раствора, частично разжижить глинистые породы и снизить коэффициент трения. Кроме того, данный метод способствует выравниванию давления в зоне прихвата, что уменьшает перепад давления и снижает удерживающую силу, действующую на бурильную колонну.

Важным способом освобождения инструмента является метод «сбивания», заключающийся в создании резких остановок с последующим приложением

динамических нагрузок. Это приводит к формированию волновых ударов, распространяющихся по бурильной колонне и способствующих разрушению сил сцепления в зоне контакта.

Также применяется метод расхаживания инструмента, при котором бурильная колонна периодически перемещается вверх и вниз (с интервалом, например, 2–3 минуты) в течение определённого времени. Такой подход способствует постепенному снижению сил трения и ослаблению зоны прихвата.

Особое внимание уделяется соблюдению регламентированного режима спуско-подъёмных операций (СПО). В соответствии с проектной документацией необходимо строго выдерживать допустимые скорости спуска и подъёма бурильного инструмента в различных интервалах скважины. Нарушение данных режимов может привести к заклиниванию инструмента, увеличению нагрузки на бурильную колонну и возникновению дополнительных осложнений. [10]

Методы ликвидации радиального прихвата

Для ликвидации радиального прихвата бурильной колонны применяются следующие методы:

- **Прокачка нефтяных ванн с промежуточными остановками**

Выполняется подача нефтяной (или иной смазывающей) ванны с периодическими остановками циркуляции до полного вымывания пачки из ствола скважины. Данный метод способствует снижению коэффициента трения, разрушению глинистой корки и уменьшению сил прилипания инструмента к стенкам скважины.

- **Прокачка кислотных ванн**

Применяется для растворения карбонатных и глинистых отложений, ухудшающих проходимость ствола. Время выдержки инструмента в неподвижном состоянии должно быть минимальным и строго контролироваться, чтобы предотвратить коррозионное воздействие на металл бурильной колонны.

- **«Сбивание» инструмента (импульсное воздействие)**

Освобождение инструмента достигается за счёт создания динамических нагрузок путём резких остановок и последующих рывков. Это формирует волновые и ударные импульсы в бурильной колонне, способствующие разрушению зоны прихвата и отрыву инструмента от стенок скважины.

- **Расхаживание инструмента**

Метод заключается в периодическом перемещении бурильной колонны вверх и вниз с интервалами 2–3 минуты. Такое циклическое движение позволяет постепенно ослаблять силы трения и предотвращает повторное заклинивание.

- **Непрерывное шевеление инструмента**

Осуществляется плавное, но постоянное перемещение инструмента в заданном интервале времени. Метод направлен на поддержание минимального подвижного состояния колонны для предотвращения её полного прихвата.

- **Строгое соблюдение режима спуско-подъёмных операций (СПО)**

Включает контроль за скоростью и параметрами движения бурильной колонны в соответствии с проектной документацией. Несоблюдение регламентированных режимов может привести к возникновению дополнительных нагрузок, заклиниванию или повреждению оборудования.

Инструменты для определения кровли зоны прихвата

Для точного определения глубины и кровли зоны прихвата бурильной колонны применяются специальные электронные приборы высокой чувствительности, спускаемые

в скважину на геофизическом кабеле. Принцип их работы основан на регистрации механических напряжений, возникающих в теле бурильных труб при воздействии растягивающих или крутящих нагрузок. Полученные сигналы передаются по кабелю на наземную станцию, где осуществляется их обработка и интерпретация оператором.

Наиболее распространённым прибором для определения места прихвата является прихватомер. Конструкция прибора включает корпус с установленным внутри тензометрическим датчиком или микродатчиком нагрузки, предназначенным для фиксации деформаций бурильной колонны. На концах прибора располагаются специальные центрирующие и фиксирующие элементы: пружинные фонари, магниты и узлы трения, обеспечивающие устойчивое положение прибора внутри труб.

Во время проведения работ бурильную колонну подвергают растяжению или вращению с помощью ротора. При этом часть колонны, расположенная выше зоны прихвата, испытывает упругое растяжение и скручивание, тогда как прихваченный участок остаётся неподвижным. Возникающие деформации изменяют параметры электрического сигнала тензодатчика, что фиксируется измерительной аппаратурой на поверхности.

Передаваемые по кабелю данные позволяют определить глубину расположения верхней границы прихваченного интервала. Если прибор находится выше зоны прихвата, датчики регистрируют изменения напряжений в трубах и передают соответствующие сигналы на поверхность. В случае размещения прибора непосредственно в прихваченной части колонны изменения напряжённого состояния отсутствуют, вследствие чего сигналы на поверхность не поступают. Это также служит диагностическим признаком положения прибора относительно зоны прихвата.

Использование прихватомеров позволяет существенно повысить точность определения интервала прихвата, сократить время ликвидации аварийной ситуации и выбрать наиболее эффективный способ освобождения бурильной колонны.

Часто прихватомер спускают в скважину совместно с локатором муфт. Комплексное применение данных приборов совместно с торпедой позволяет значительно сократить время проведения аварийно-восстановительных работ на буровой установке. Кроме того, использование такого комплекса обеспечивает более точное выполнение технологических операций и снижает вероятность ошибок при определении времени и глубины установки торпеды. Это способствует повышению эффективности ликвидации прихвата и уменьшению простоев буровой установки. Изменение силы тока, проходящего по кабелю, свидетельствует о наличии деформаций бурильной колонны и фиксируется измерительной аппаратурой. Данный принцип используется при работе различных видов торпед — детонирующего шнура, химических и кумулятивных устройств.

Для обеспечения надежного контроля технологического процесса необходимо присутствие квалифицированных специалистов, способных оперативно вносить корректировки в проведение ловильных работ. Особое значение это имеет при определении глубины прихвата, а также при выполнении операций по отсоединению неприхваченной части бурильной колонны. Поскольку последующие аварийно-восстановительные работы начинаются непосредственно после завершения указанных операций, точность и своевременность принимаемых решений существенно [11]

Зондирование прихваченных труб

Метод зондирования прихваченных труб основан на создании колебательных импульсов с последующей регистрацией интенсивности их распространения вдоль бурильной колонны. В процессе проведения работ возбуждаются механические

колебания, которые распространяются по трубам и воспринимаются специальными регистрирующими устройствами.

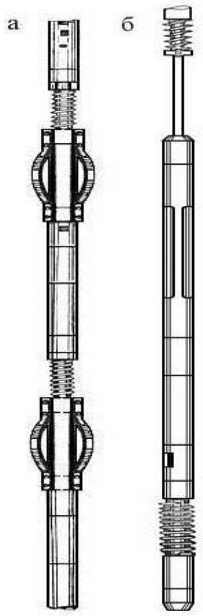


Рис. 3.2. Прихватомеры:
а — с якорным устройством в виде пружинных фонарей;
б — с магнитным якорным устройством.

В зоне прихвата наблюдается постепенное затухание импульсов, сопровождающееся снижением интенсивности сигнала. По мере удаления от свободной части колонны амплитуда колебаний уменьшается, что позволяет определить интервал прихваченного участка. В неприхваченной части бурильной колонны колебания распространяются свободно, благодаря чему регистрируется более высокая интенсивность сигнала.

Как правило, наибольшее значение при анализе имеет верхняя труба прихваченного интервала, расположенная непосредственно над зоной осложнения. На графиках и диаграммах результаты измерений отображаются в виде зависимости интенсивности сигнала от глубины, где степень прихвата характеризуется процентом затухания сигнала.

Полученные диаграммы позволяют определить возможные интервалы прихвата и оценить условия возникновения осложнений в скважине. Применение метода зондирования способствует повышению точности диагностики аварийной ситуации и выбору наиболее эффективных способов освобождения бурильной колонны.



Рис. 3.2. Диаграмма извлекаемости труб.

При анализе аварийной ситуации метод зондирования позволяет получить важную информацию о состоянии бурильной колонны и определить дальнейшее направление проведения работ. На основании полученных данных принимается решение о выборе

способа ликвидации осложнения, включая забуривание нового ствола скважины, обуривание прихваченного инструмента или проведение отбивки с использованием яссов.

Метод зондирования применяется при исследовании бурильных, обсадных и насосно-компрессорных труб. Кроме того, для определения интервала прихвата допускается использование геофизических методов, основанных на применении магнитных меток. Данные методы позволяют повысить точность определения положения прихваченного участка и эффективность проведения аварийно-восстановительных работ.[13]

Определение места прихвата бурильной колонны

При возникновении прихвата бурильной колонны первоочередной задачей является определение глубины и интервала прихвата в стволе скважины. Для этого широко применяется метод, основанный на анализе упругого удлинения бурильного инструмента под действием растягивающей нагрузки. Поскольку бурильные трубы изготавливаются из стали, при расчетах используется модуль упругости стали, значение которого составляет:

E=206.8×103 МПа

На основе изменения величины растяжения бурильной колонны определяют длину свободной (неприхваченной) части инструмента, что позволяет установить предполагаемое место прихвата. Расчеты выполняются с использованием специальных формул и графических зависимостей, учитывающих упругие свойства металла труб.

В случаях, когда проведение точных расчетов затруднено, для определения интервала прихвата применяют номограммы и специальные графики. Номограмма обычно включает три вертикальные шкалы, отображающие величины натяжения бурильной колонны, удлинения труб и глубины расположения прихваченного участка. По известным значениям нагрузки и удлинения определяется длина свободной части колонны, после чего вычисляется глубина прихвата.

Использование графических методов позволяет оперативно получить ориентировочные данные о положении прихваченного интервала и оценить возможные причины возникновения осложнения. Полученные результаты применяются при выборе технологических мероприятий по ликвидации прихвата.

Следует отметить, что как расчетные, так и графические методы обеспечивают близкую точность определения места прихвата, поскольку в обоих случаях учитываются изменения показаний индикатора веса, влияние сил трения, а также степень износа бурильных труб. При этом марка используемой стали практически не влияет на точность вычислений, так как модуль упругости для различных марок стали принимается одинаковым.

Определение интервала прихвата по заданным значениям:
Расчёт по скважине №53 месторождения Шаркий Бердах.

Исходные данные:

- *Месторождение — Шаркий Бердах*
- *Скважина — №53*
- *Проектная глубина скважины — 4500 м*
- *Способ бурения — бурение забойным двигателем*
- *Буровая установка — ZJ-70*
- *Удлинение колонны: ΔL = 75 см = 0.75 м*
- *Сила: F = 25 т (тонн-сила)*

Верхняя граница интервала прихвата для одноразмерных труб определяется на основании зависимости упругой деформации труб от приложенной растягивающей нагрузки.

$$L = 1{,}05 \times \frac{E \times F \times I}{(P_2 - P_1)} \quad (1)$$

Метод определения верхней границы прихвата бурильной колонны.

Коэффициент 1,05 представляет собой коэффициент жёсткости замков бурильных труб. Модуль упругости материала труб принимается равным $E=0{,}21 \cdot 10^6$ МПа. Площадь поперечного сечения трубы обозначается как F (см²). Удлинение колонны обозначается I (см). Растягивающие усилия в двух режимах нагружения принимаются равными P1 и P2 (Н).

Определение удлинения I и усилий P1, P2 выполняется экспериментальным методом двойного нагружения колонны.

Таблица №1

Конструкция скважины:

№	Наименование обсадной колонны	Диаметр скважины, мм	Диаметр колонны, мм	Интервал спуска, м	ВПЦ, м
1	Направление	490	426	0 – 53	До устья
2	Кондуктор	393.7	298,5	0 – 400	До устья
3	Техническая колонна	269.9	219,1	0 – 1400	До устья
4	Эксплуатационная колонна	190,5	139,7	0 – 4500	До устья

Дальнейший расчёт интервала прихвата выполняется на основании показаний индикатора веса, величины растяжения бурильной колонны, а также данных о нагрузке и упругом удлинении труб. Полученные значения позволяют определить глубину расположения прихваченного интервала и оценить длину свободной части бурильной колонны.

Таблица №2

Реестр бурильных труб:

№	Наименование	Длина секции, м	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки трубы, мм	Масса 1 м, кг
1	БТ 114	600	114	71	27,3
2	БТ 114	500	114	71	24,9
3	БТ 140	1000	140	57	34,2
4	БТ 140	1900	140	71	37,2
5	**ОБЩАЯ ДЛИНА**	**4000**	—	—	—

Методика измерений

1. Сначала к бурильной колонне прикладывается растягивающая сила P1, значение которой превышает показания гидравлического индикатора веса (ГИВ) на 5 делений. На трубе наносится метка напротив плоскости стола ротора.
2. Далее колонна повторно натягивается до усилия, превышающего первоначальное значение на 5 делений, после чего нагрузка немедленно снижается до P1. Расстояние между первой и второй метками фиксируется; его величина обусловлена трением в роликах талевой системы.
3. Полученное расстояние делится пополам, и средняя точка принимается за верхнюю отметку отсчёта.

4. Затем к колонне прикладывается усилие P2, превышающее P1 на 5–15 делений по ГИВ, и наносится новая метка. При этом P2 выбирается в пределах упругой области деформации стали.

5. После этого колонна вновь натягивается с усилием, превышающим P2 на 5 делений, затем нагрузка быстро снижается до P2, и фиксируется вторая отметка.

6. Расстояние между двумя крайними отметками делится пополам, полученная точка принимается за нижнюю отметку отсчёта.

7. Интервал между верхней и нижней отметками соответствует искомому удлинению I. Определение верхней границы прихвата

Для бурильных колонн, состоящих из нескольких секций, верхняя граница прихвата определяется по суммарному упругому удлинению колонны под действием разности нагрузок $P_2 - P_1$. На основании этого используется зависимость:

$$I = \frac{(P_2 - P_1)\times H_1}{28.1\times q_1} + \frac{(P_2 - P_1)\times L_2}{28.1\times q_2} + \frac{(P_2 - P_1)\times L_3}{28.1\times q_2} + \cdots + \frac{(P_2 - P_1)\times L_n}{28.1\times q_n} \quad (2)$$

где:

- E — модуль Юнга материала труб,
- F — площадь поперечного сечения трубы,
- I — измеренное удлинение колонны,
- P_1 ,, P_1 — растягивающие усилия.
- H_1— длина прихваченной части труб, м;
- $L_2, L_3,\ldots, L_n$ — длины соответствующих секций бурильной колонны, м;
- $q_1, q_2, q_3,\ldots, q_n$ — масса 1 м одноразмерных труб в воздухе, кг/м.

$$H_1 = q_1 \times (\frac{28.1\times I}{(P_2 - P_1)} - \frac{L_2}{q_2} - \frac{L_3}{q_2} - \cdots - \frac{L_n}{q_n}) \quad (3)$$

$$H_1 = 27.3 \times (\frac{28.1\times 75}{(25)} - \frac{5}{24.9} - \frac{1}{34.2} - \cdots - \frac{19}{37.2}) = -439.5\text{м}$$

При расчёте величины H_1 было получено отрицательное значение. Это свидетельствует о том, что верхняя граница интервала прихвата расположена выше рассматриваемой секции бурильной колонны. В данном случае необходимо перейти к анализу следующей секции и определить длину неприхваченной части H_2, относящейся к нижележащему участку колонны.

$$H_2 = 24{,}9 \times (\frac{28.1\times 75}{(25)} - \frac{1}{34.2} - \ \ldots - \frac{19}{37.2}) = 99{,}6\text{м}$$

Верхняя граница интервала прихвата определяется по формуле (2)

$$H = H_2 + L_3 + L_4 = 99{,}6+1000+1900=2999.6\text{м}$$

Расчётная длина прихваченного интервала бурильной колонны определяется следующим образом:

$$L - H = 4000 - 2999.6 = 1000\text{м}$$

Данный пример демонстрирует, что определение верхней границы интервала прихвата секционной бурильной колонны может быть выполнено достаточно просто и с высокой точностью, что позволяет своевременно принять необходимые меры по ликвидации аварийной ситуации.

Следует отметить, что расчётным методом не всегда удаётся точно установить верхнюю границу прихвата, поскольку реальные скважинные условия существенно влияют на величину упругого удлинения бурильной колонны и, соответственно, на результаты вычислений.

Заключение

Из проведённого анализа следует, что аварийные ситуации при бурении скважин различного назначения встречаются достаточно часто. Одной из наиболее распространённых аварий является прихват бурового инструмента. Данный вид осложнений наблюдается на большинстве месторождений и относится к категории серьёзных аварий, поскольку приводит к остановке бурового процесса и требует проведения трудоёмких и дорогостоящих работ по его ликвидации.

Для эффективного устранения прихвата бурового инструмента прежде всего необходимо определить его тип, так как каждый вид прихвата требует индивидуального подхода к методам ликвидации. Применение современной аппаратуры, такой как прихватоопределители, методы зондирования и глубинного каротажа, позволяет существенно повысить точность диагностики. Важным этапом является также определение интервала прихваченной части бурильной колонны, после чего принимаются решения по дальнейшим действиям.

Наиболее эффективными методами ликвидации прихвата являются жидкостные ванны (ЖВ), механические методы и гидроимпульсные воздействия (ГИС). Каждый из перечисленных методов обладает определённой областью применения и выбирается в зависимости от конкретного вида прихвата.

Следует отметить, что значительную роль в предупреждении и ликвидации прихватов играет человеческий фактор, поскольку контроль параметров бурения и своевременное выявление осложнений осуществляется персоналом, несущим ответственность за безопасность технологического процесса.

В рамках анализа скважины №53 на месторождении Шаркий Бердах был выполнен расчёт интервала залегания прихвата. Расчёт проводился на основе данных бурильной колонны, включая длины секций, приложенные усилия и величину упругого удлинения. По результатам расчёта установлено, что интервал прихвата составляет 1000,4 м (L = 1000,4 м).

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abdiganiyev, Jahongir Erkin ugli, Umedov, Sherali Halloqovich (2026) "ANALYSIS AND STUDY OF TELEMETRY SYSTEMS FOR DIRECTIONAL AND HORIZONTAL WELL DRILLING,"Technical science and innovation: Vol. 2026: Iss. 1, DOI: https://doi.org/10.59048/2181-1180.1798. Режим доступа: https://btstu.researchcommons.org/journal/vol2026/iss1/3

2. Абдиганиев Ж.Э., Умедов Ш.Х., Санетуллаев. “Анализ и контроль физико-химического состава бурового раствора при эксплуатации винтового забойного двигателя”. Международная научно-техническая конференция «Роль нефтегазовой промышленности в развитии Нового Узбекистана» (2026). с.162.

3. Абдиганиев Ж.Э., Умедов Ш.Х., “Применение винтовых забойныхдвигателей (взд) при бурении нефтяных и газовых скважин”. Международная научно-техническая конференция «Бухара–2026». с.432

4. Azar, J.J., Samuel, G.R. *Буровая инженерия*. Общество инженеров нефтяной промышленности (SPE), 2007.

5. Rabia, H. *Проектирование и строительство скважин*. Лондон: Entrac Consulting Ltd., 2001.

6. Mitchell, J. *RigMath (Drilbert Engineering Inc.: техническое обучение для буровой промышленности)*. 2003.

7. *Отчёт о новых постройках: волна заказов на новые буровые установки по всему миру свидетельствует об уверенности в устойчивом рынке на несколько лет вперёд*. World Oil, декабрь 2006 г.

8. *Инструкция по классификации и учёту аварий при бурении скважин на нефть и газ*. М.: ВНИИОЭНГ, 1979.

9. *Анализ случаев прихватов бурильной колонны в Менengаи*, № 27, 2014.

10. Al-Shargabi, M.A.T.S., Al-Musai, A.H.A. Сравнительный анализ программ оценки риска прихвата бурильных труб в нефтегазовой скважине. В: *Труды XXV Международного симпозиума студентов и молодых учёных имени академика М.А. Усова*. Томский политехнический университет, 2021, с. 502–504.

11. Al-Shargabi, M.A., Al-Musai, A.H., Vazea, A.A. Стадии и механизм набухания глин при бурении скважин. *Научное сообщество студентов XXI века. Естественные науки*, 2018, с. 47–52.

12. Altamirov, D. *Оптимизация яссов*. Магистерская диссертация, Университет Ставангера, 2014.

13. Newman, K.R., Procter, R. Анализ нагрузок на крюке при работе яссом. В: *SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition*, Амстердам, 2009. Доклад SPE/IADC 118435.

14. Nikolaev, A.V. Метод раздельной вентиляции наклонных блоков и подземных горных выработок нефтяной шахты. *Пермский журнал нефтяного и горного инжиниринга*, 2016, 15(20), с. 293–300.

15. Adelung, D. и др. Яссы, работа яссом и размещение ясса. *Oilfield Review*, 1991, 3(4), с. 52–61.

16. Nizamov, A.Ya., Loginova, M.E., Khairullin, F.Z. Применение буровых яссов. В: *Труды VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной науки»*, Томск, 2017, с. 42–46.

УДК: 622.24:338.45

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНО-УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ (РУС) И ВИНТОВЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (ВЗД) ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

Абдиганиев Жахонгир Эркин угли
Магистрант Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Республика Узбекистан, e-mail: abdiganiyev96@gmail.com

Умедов Шерали Халлокович
Доктор технических наук (DSc), профессор Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Республика Узбекистан, e-mail: umedov.sherali@mail.ru

Комилов Толиб Олимович
PhD по техническим наукам, доцент Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова, Республика Узбекистан, e-mail: komilovtolib87@yandex.ru

Аннотация. Современное бурение нефтяных и газовых скважин, особенно с усложненными профилями и протяженными горизонтальными участками, сталкивается с необходимостью повышения эффективности. Существующие винтовые забойные двигатели (ВЗД) демонстрируют ограничения в скорости проходки, точности управления стволом и склонны к возникновению осложнений. Это обуславливает растущую потребность в применении роторно-управляемых систем (РУС), которые способны обеспечить более высокие технико-экономические результаты. Провести сравнительный анализ экономической целесообразности использования роторно-управляемых систем (РУС) и винтовых забойных двигателей (ВЗД) в процессе бурения нефтяных и газовых скважин, а также обосновать преимущества внедрения РУС в современных условиях эксплуатации буровых комплексов.

В работе были задействованы методы сравнительного технико-экономического анализа, детального анализа структуры затрат, математического моделирования ключевых технологических показателей бурения, а также методики оценки экономической эффективности инвестиционных и инженерных решений.

Исследование выявило, что применение РУС способствует более эффективной передаче осевой нагрузки на буровое долото, ускорению механической скорости бурения, повышению качества проводки ствола скважины и минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций. По результатам расчетов, время строительства скважины глубиной 5000 метров сокращается с 35 до 31 суток. Экономическая оценка показала, что при годовой программе бурения 10 скважин, внедрение РУС на одной буровой установке приносит годовой экономический эффект в размере 313582,96 доллар США (примерно 3,77 млрд сумов Республики Узбекистан). Результаты исследования убедительно демонстрируют, что роторно-управляемые системы представляют собой технически обоснованную и экономически выгодную альтернативу винтовым забойным двигателям. Внедрение РУС способствует повышению производительности бурения, снижению эксплуатационных затрат, снижению рисков осложнений при бурении и повышению общей эффективности строительства нефтегазовых скважин.

Abstract. Modern oil and gas well drilling, especially wells with complex trajectories and extended horizontal sections, requires continuous improvement in operational efficiency. Conventional Positive Displacement Motors (PDMs) have several limitations, including lower

rates of penetration, reduced wellbore trajectory control accuracy, and a higher probability of drilling complications. Therefore, there is an increasing need for the application of Rotary Steerable Systems (RSS), which are capable of providing superior technical and economic performance.

The purpose of this study is to conduct a comparative analysis of the economic efficiency of Rotary Steerable Systems (RSS) and Positive Displacement Motors (PDM) in oil and gas well drilling and to justify the advantages of implementing RSS under modern drilling conditions.

The study employed methods of comparative techno-economic analysis, detailed cost structure analysis, mathematical modeling of key drilling performance indicators, SWOT analysis, and approaches for evaluating the economic efficiency of investment and engineering solutions.

The results demonstrate that the use of RSS ensures more efficient transfer of weight on bit (WOB), increases the rate of penetration (ROP), improves wellbore trajectory quality, and reduces the risk of drilling complications and accidents. According to the calculations, the construction period of a 5,000-meter well is reduced from 35 to 31 days. The economic assessment indicates that, with an annual drilling program of 10 wells, the implementation of RSS on a single drilling rig provides an annual economic benefit of 313582,96 USD (approximately 3.77 billion Uzbek soums).

The obtained results confirm that Rotary Steerable Systems are a technically justified and economically efficient alternative to Positive Displacement Motors. The implementation of RSS contributes to increased drilling productivity, reduced operating costs, lower risks of drilling complications, and improved overall efficiency of oil and gas well construction.

Annotatsiya**.** Zamonaviy neft va gaz quduqlarini burg‘ilash, ayniqsa murakkab profilli va uzun gorizontal uchastkalarga ega quduqlarni qurish jarayonida samaradorlikni oshirish zarurati dolzarb hisoblanadi. An’anaviy vintli zaboy dvigatellari (VZD) burg‘ilash tezligining pastligi, quduq stvoli yo‘nalishini boshqarish aniqligining yetarli emasligi hamda turli texnologik asoratlar yuzaga kelishiga moyilligi bilan cheklanadi. Shu sababli yuqori texnik va iqtisodiy ko‘rsatkichlarni ta’minlashga qodir bo‘lgan rotorli boshqariladigan tizimlar (RBT) ga ehtiyoj ortib bormoqda.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — neft va gaz quduqlarini burg‘ilash jarayonida rotorli boshqariladigan tizimlar (RBT) va vintli zaboy dvigatellari (VZD)dan foydalanishning iqtisodiy maqsadga muvofiqligini qiyosiy tahlil qilish hamda zamonaviy burg‘ilash sharoitida RBT joriy etishning afzalliklarini asoslashdan iborat.

Tadqiqotda qiyosiy texnik-iqtisodiy tahlil, xarajatlar tuzilmasini batafsil tahlil qilish, burg‘ilashning asosiy texnologik ko‘rsatkichlarini matematik modellashtirish, shuningdek investitsion va muhandislik yechimlarining iqtisodiy samaradorligini baholash metodlaridan foydalanildi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, RBT qo‘llanilishi burg‘ilashda o‘q yuklamasining dolotoga yanada samarali uzatilishini ta’minlaydi, mexanik burg‘ilash tezligini oshiradi, quduq stvoli sifatini yaxshilaydi hamda avariya va asoratlar xavfini kamaytiradi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, 5000 metr chuqurlikdagi quduq qurilish muddati 35 kundan 31 kunga qisqaradi. Iqtisodiy baholash natijalari shuni ko‘rsatadiki, yillik 10 ta quduq burg‘ilash dasturi doirasida bir burg‘ilash qurilmasida RBT joriy etilishi yiliga 313582,96 dollar (taxminan 3,77 milliard so‘m) iqtisodiy samara beradi.

Olingan natijalar rotorli boshqariladigan tizimlar vintli zaboy dvigatellariga nisbatan texnik jihatdan asoslangan va iqtisodiy jihatdan samarali alternativ ekanligini tasdiqlaydi. RBT joriy

etilishi burg‘ilash ishlarining unumdorligini oshiradi, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi hamda neft va gaz quduqlarini qurish samaradorligini oshiradi.

Ключевые слова: винтовой забойный двигатель (ВЗД), роторно-управляемая система, (РУС). спуско подъемные операции (СПО), Компоновка низа бурильной колонны (КНБК). направленное бурение, SWOT-анализ, оценка рисков, инженер MWD (Measurement While Drilling), инженер DD (Directional Driller), экономическая эффективность, механическая скорость бурения, технико-экономический анализ.

Keywords: Positive Displacement Motor (PDM), Rotary Steerable System (RSS), Trip Operations (TO), Bottom Hole Assembly (BHA), directional drilling, SWOT analysis, risk assessment, MWD Engineer (Measurement While Drilling), DD Engineer (Directional Driller), economic efficiency, rate of penetration (ROP), techno-economic analysis.

Kalit so‘zlar: vintli zaboy dvigateli (VZD), rotorli boshqariladigan tizim (RBT), spusk–ko‘tarish operatsiyalari (SKO), burg‘ilash kolonnasi pastki qismi (BKPQ), yo‘naltirilgan burg‘ilash, SWOT-tahlil, xavflarni baholash, MWD muhandisi (Measurement While Drilling), DD muhandisi (Directional Driller), iqtisodiy samaradorlik, mexanik burg‘ilash tezligi, texnik-iqtisodiy tahlil.

Введение

В соответствии с Энергетической стратегией Республики Узбекистан приоритетной задачей является создание условий для надёжного и устойчивого обеспечения топливно-энергетическими ресурсами внутренних и внешних рынков по экономически обоснованным и стабильным ценам. Решение этой задачи невозможно без наращивания запасов углеводородов, достигаемого за счёт строительства новых нефтяных и газовых скважин [3, 4].

На современном этапе наиболее экономически эффективным подходом является бурение вертикальных и наклонно-направленных скважин с горизонтальными участками и многозабойными завершениями с применением ВЗД для увеличения механической скорости бурения, что обеспечивает повышение коэффициента извлечения углеводородов и рациональную разработку месторождений [7, 10, 11].

Традиционные методы бурения с использованием ВЗД не всегда обеспечивают необходимую экономическую эффективность и не соответствуют требуемым производственным показателям [8, 12]. В процессе бурения могут возникать различные отклонения, связанные с отказами работы ВЗД и снижением механической скорости бурения, что приводит к дополнительным затратам на строительство скважин [9, 10].

Применение роторно-управляемые системы (РУС) становятся всё более популярными в нефтегазовой отрасли с середины 1990-х годов. Они особенно ценны при бурении скважин с крутыми углами наклона и сложными траекториями. В отличие от старых методов, РУС вращают всю бурильную колонну непрерывно, что улучшает передачу энергии на долото, очистку ствола и позволяет менять направление бурения на ходу. Несмотря на высокую цену, РУС значительно улучшают экономические показатели бурения за счет более быстрой проходки, высокой точности и снижения рисков. Именно поэтому они активно используются для бурения сложных наклонно-направленных и горизонтальных скважин. Яркий пример – опыт "Роснефти" на Сахалине, где была пробурена одна из самых длинных в мире скважин (13 500 м с горизонтальным отходом 12 033 м). РУС продолжают развиваться, предлагая точный контроль, высокое качество и ускорение строительства скважин.

SWOT анализ.

Исследования на ряде скважин выявили существенное преимущество роторно-управляемых систем (РУС) в скорости бурения по сравнению с винтовыми забойными двигателями (ВЗД). Анализируя данные компании Schlumberger с Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения, установили, что средняя механическая скорость проходки при использовании РУС на четырех скважинах составила 16 метров в час, а максимальное значение достигло впечатляющих 21,85 метров в час. Это более чем двукратное превосходство над показателями, демонстрируемыми ВЗД. Помимо ускорения проходки, РУС позволили сократить время бурения горизонтальных участков скважин до 3,62 суток, что на целых три дня меньше, чем при работе с ВЗД. Время, необходимое для проходки 100 метров горизонтального ствола, сократилось с 1,39 до 0,65 суток, что ярко свидетельствует о высокой технико-экономической эффективности применения РУС при освоении нефтяных и газовых месторождений в сложных горно-геологических условиях.

SWOT-анализ является одним из эффективных инструментов стратегической оценки инженерных проектов, позволяющим комплексно исследовать их внутренние и внешние факторы развития. Данный метод основан на выявлении сильных и слабых сторон проекта, а также анализе потенциальных возможностей и возможных угроз, способных оказать влияние на его реализацию и эффективность.

Применение SWOT-анализа способствует формированию целостного представления о преимуществах и ограничениях проекта, что позволяет обосновать выбор наиболее рациональных технических и организационных решений, а также определить перспективы дальнейшего развития. Результаты первого этапа SWOT-анализа исследуемого инженерного проекта представлены в таблице №1.

Таблица №1

<table>
<tr><th colspan="2">SWOT-анализ научно-исследовательского проекта</th></tr>
<tr><th>Сильные стороны (Strengths)</th><th>Слабые стороны (Weaknesses)</th></tr>
<tr><td>1. Повышение механической скорости проходки.</td><td>1. Необходимость применения буровых насосов повышенной мощности.</td></tr>
<tr><td>2. Сокращение сроков строительства скважин.</td><td>2. Высокая стоимость роторно-управляемых систем и сопутствующего оборудования.</td></tr>
<tr><td>3. Повышение точности проводки ствола скважины.</td><td>3. Значительные первоначальные капитальные вложения.</td></tr>
<tr><td>4. Снижение вероятности возникновения осложнений и аварий при бурении.</td><td rowspan="3">4. Повышенные требования к квалификации инженерно-технического персонала.</td></tr>
<tr><td>5. Непрерывное вращение бурильной колонны, обеспечивающее эффективную очистку ствола скважины.</td></tr>
<tr><td>6. Увеличение ресурса работы бурового инструмента и оборудования.</td></tr>
<tr><th>Возможности (Opportunities)</th><th>Угрозы (Threats)</th></tr>
<tr><td>1. Рост спроса на современные технологии бурения со стороны нефтегазовых компаний.</td><td>1. Наличие более дешёвых аналогов оборудования.</td></tr>
<tr><td>2. Сокращение количества спуско-подъёмных операций и непроизводительного времени.</td><td>2. Ограниченная экономическая эффективность при бурении отдельных категорий скважин.</td></tr>
<tr><td>3. Повышение качества проводки наклонно-направленных и горизонтальных скважин.</td><td>3. Возможность ошибок при эксплуатации оборудования вследствие недостаточной квалификации персонала.</td></tr>
</table>

4. Снижение вероятности прихватов бурильной колонны за счёт постоянного вращения и улучшения очистки ствола скважины.	4. Снижение заинтересованности сервисных компаний в связи с высокой стоимостью оборудования.
5. Расширение области применения технологий интеллектуального бурения и автоматизированного управления процессом.	5. Конкуренция со стороны традиционных технологий бурения и более доступных технических решений.

Анализ технических средств и технологий, направленных на повышение ресурсоэффективности и ресурсосбережения при строительстве скважин.

Оценка конкурентоспособности технических решений на основе критериев ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести сравнительный анализ эффективности роторных управляемых систем и винтовых забойных двигателей. Такой анализ также способствует определению перспективных направлений их дальнейшей модернизации.

Таблица №2

№	Группа критериев	Показатель оценки	Вес критерия	Баллы (РУС*)	Баллы (ВЗД*)	Ккон к. РУС	Кконк. ВЗД
Технические критерии ресурсоэффективности							
1	Производительность	Способствует росту производительности труда оператора	0,20	8	5	3	4
2	Эксплуатационные характеристики	Удобство эксплуатации	0,15	4	6	4	1
3	Надёжность	Надёжность функционирования	0,11	3	5	2	2
4	Эксплуатационная простота	Простота эксплуатации и обслуживания	0,08	2	3	1	2
Экономические критерии эффективности							
5	Конкурентоспособность продукта	Общая конкурентоспособность изделия	0,10	3	3	2	2
6	Рыночное проникновение	Уровень проникновения на рынок	0,04	1,5	1,5	0,5	0,5
7	Цена	Стоимость оборудования	0,14	6	3	2	3
8	Срок эксплуатации	Предполагаемый срок службы	0,11	5	3	2	1
9	Обслуживание	Затраты и сложность технического обслуживания	0,07	2	2	2	1

Итого		1,00	34,5	31,5	18,5	16,5

Проведение данного исследования обеспечивает возможность корректировки конструктивных и технологических параметров оборудования с целью повышения его конкурентных преимуществ.

Для достижения указанной цели может быть использован комплекс информационных данных о конкурентных разработках, включающий:

- Технические характеристики рассматриваемых решений.
- Уровень их рыночной интеграции.
- Объем и структура инвестиций в разработку.
- Показатели конкурентоспособности выпускаемой продукции.
- Финансовое состояние конкурирующих субъектов и динамика его эволюции.

Анализ показал, что роторные управляемые системы РУС успешно конкурируют с винтовыми забойными двигателями ВЗД по ряду важных параметров. Однако, чтобы успешно вывести РУС на рынок, требуется продуманная маркетинговая стратегия. Эта стратегия должна опираться на данные успешных испытаний в реальных условиях и подтвержденную надежность оборудования в эксплуатации. [4]

Рынок бурового оборудования для скважин очень насыщен и конкурентен. Это означает, что постоянно требуется улучшать существующие технические решения и делать их более эффективными как с технической, так и с экономической точки зрения.

Создание структуры управления инженерным проектом

Создание структуры управления проектом – это фундаментальный шаг в процессе проектирования. На этом этапе определяются основные черты системы управления и намечаются пути для дальнейшей проработки управленческих решений. Здесь закладываются основы для построения организационной структуры, включая внутренние экономические механизмы, способы обмена информацией, а также требования к персоналу.

Наиболее часто используемой структурой иерархического типа является линейно-функциональная. Она объединяет принцип прямого подчинения по вертикали с разделением управленческой работы по функциям. Эти функции охватывают основные направления деятельности компании, такие как маркетинг, производство, исследования и разработки, финансы, управление персоналом и другие специализированные области.

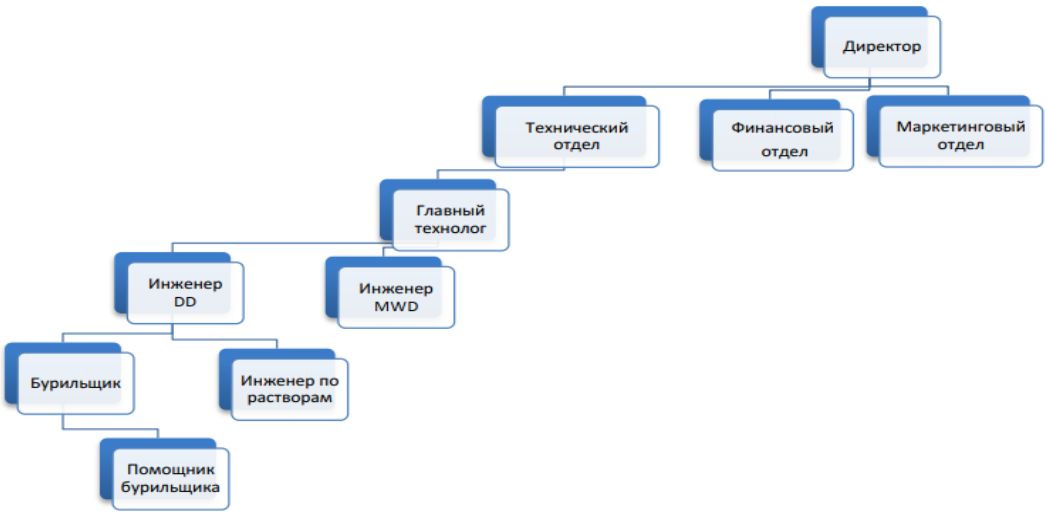


Рис. 1. Линейно-функциональная организационная структура управления

Формирование бюджета разработки и внедрения инженерных решений. Расчёт фонда оплаты труда персонала представлен в таблице №3. Полученные результаты необходимы для определения калькуляции себестоимости модернизации буровой установки, приведённой в таблице №4.

Таблица №3

Расчет фонда заработной платы персонала (в сумах)					
Исполнитель	Оклад, млн UZS/мес	Среднедневная ставка, тыс. UZS/день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/платы, млн UZS
Главный технолог	29,70	990,0	12	3,5	34,65
Инженер DD	20,79	693,0	12	3,5	24,26
Инженер MWD	19,80	660,0	12	3,5	23,10
Бурильщик	18,32	610,5	12	3,5	21,45
Инженер по растворам	14,85	495,0	12	3,5	17,33
Помощник бурильщика	13,86	462,0	12	3,5	16,17
ИТОГО	117,32	3910,5	12	—	136,96

Проведение анализа безубыточности инженерного проекта.

Обоснование выбора роторных управляемых систем (РУС) для строительства горизонтальных скважин.

При бурении протяженных наклонно-направленных и горизонтальных участков эксплуатационных колонн, роторные управляемые системы (РУС) демонстрируют явные технологические преимущества.

Таблица №4

Калькуляция себестоимости продукции (в сумах)		
Наименование статей расхода	**Ед. изм.**	**Сумма, млн UZS**
Топливо на технологические цели	л.	24,75
Энергия всех видов на технологические цели	кВт	36,30
Заработная плата полевого персонала	млн UZS	54,95
Закупка бурового скважинного оборудования	млн UZS	2 310,00
Доставка нового оборудования на месторождение	млн UZS	330,00
Заработная плата ИТР	млн UZS	82,01
Общепроизводственные расходы	млн UZS	34,65
Итого	млн UZS	2 872,66

В то время как для других участков скважины традиционно применяются винтовые забойные двигатели (ВЗД) или стандартные компоновки нижней части бурильной колонны (КНБК), данное исследование фокусируется на сравнительном анализе эффективности внедрения высокотехнологичного оборудования, такого как РУС.м

Применение роторных управляемых систем (РУС) является технологически обоснованным и целесообразным решением, прежде всего, при проводке протяженных наклонно-направленных и горизонтальных интервалов эксплуатационных колонн. Для бурения остальных секций скважин традиционно используются винтовые забойные двигатели (ВЗД) или стандартные компоновки нижней части бурильной колонны (КНБК).

Параметры проекта:

- **Профиль скважины:** Общая глубина 5000 м, с горизонтальным окончанием длиной 2000 м.
- **Нормативный срок:** Строительство скважины запланировано на 35 суток.
- **Используемое оборудование:** Буровая установка оснащена системой верхнего привода (СВП) и двумя насосами УНБТ-1080L.

Техническое обоснование преимуществ РУС:

Бурение длинных горизонтальных участков (2000 м) с использованием стандартных ВЗД сопряжено с неизбежными технологическими трудностями: значительным замедлением скорости проходки при скольжении, ухудшением качества очистки ствола от выбуренной породы и ускоренным износом элементов бурильной колонны.

Для минимизации этих рисков, обеспечения непрерывного вращения бурильной колонны и точного геонавигационного контроля в целевом пласте, наиболее рациональным решением является применение КНБК на основе роторных управляемых систем. Несмотря на значительные капитальные затраты на строительство таких глубоких горизонтальных скважин (около 24,75 млрд UZS), интеграция РУС оправдывает себя за счет сокращения сроков бурения и снижения вероятности аварийных ситуаций.

Применение роторных управляемых систем (РУС) в бурении демонстрирует значительные экономические и технологические преимущества. Благодаря постоянному вращению бурильной колонны, РУС повышают эффективность передачи осевой нагрузки на долото до 83%, минимизируя трение и исключая проскальзывание.

Таблица №5

Сравнительный анализ компоновок (для включения в проект)		
Критерий сравнения	**Винтовые забойные двигатели (ВЗД)**	**Роторные управляемые системы (РУС)**
Режим бурения в интервале 2000 м	Скольжение (без вращения колонны с устья)	Непрерывное вращение бурильной колонны
Механическая скорость (МСП)	Падает из-за потерь веса на трение	Стабильно высокая (эффективный перенос веса)
Качество очистки ствола	Низкое (высокий риск образования шлама)	Высокое (постоянная турбулизация потока)
Геонавигационный контроль	Дискретный, с задержкой на слайдирование	Непрерывный автоматический контроль траектории

Это приводит к ускоренному разрушению породы и увеличению механической скорости проходки (МСП) в 1,5-2 раза по сравнению с обычными забойными двигателями. Кроме того, РУС сокращают время на спуско-подъемные операции (СПО), которые составляют до 35% непроизводительного времени при строительстве скважин. В результате, внедрение РУС существенно ускоряет строительство наклонно-направленных и горизонтальных скважин. Основной экономический эффект достигается за счет оптимизации временных затрат на бурение. Снижение общего времени строительства напрямую уменьшает затраты, связанные со временем (оцениваемые в 3,3 млрд. сумов),

что повышает общую прибыльность проекта.

Таблица №6

Экономический профиль оптимизации затрат (сумах)		
Показатель проекта	**Значение в узбекских сумах**	**Доля от общей стоимости скважины**
Общая стоимость скважины (капекс)	24 750,0 млн UZS (24,75 млрд)	100%
Временные затраты (зависящие от времени)	3 300,0 млн UZS (3,30 млрд)	~13,3%
Потенциальная экономия времени бурения	До 30-40% от СПО	Оптимизация суточной ставки

Базовые параметры (с ВЗД):

Продолжительность бурения : $t^{o}_{\text{общ}} = 35$ суток; (1)

Время на СПО с ВЗД: $t^{o}_{\text{СПО}} = 0{,}35 * t^{o}_{\text{общ}} = 0{,}35 * 35 = 12{,}25$ суток; (2)

Время на бурение операции с ВЗД: $t^{o}_{\text{бур}} = t^{o}_{\text{общ}} - t^{o}_{\text{СПО}} = 35 - 12{,}25 = 22{,}5$ суток; (3)

Скорость бурения : $V_0 = \frac{L}{t^{o}_{\text{общ}}} = \frac{5000}{35} = 146..86 \frac{\text{м}}{\text{сут}}$; (4)

Проектные параметры (с РУС):

Время на СПО с РУС: $t_{\text{СПО}} = 0{,}3 * t^{o}_{\text{общ}} = 0{,}3 * 35 = 10{,}5$ суток; (5)

Из экспериментальных данных проектная скорость:V=1.1* V_0=1.1*142.86=157,15м/сут. (6)

Общая продолжительность бурения с РУС : $t_{\text{общ}} = \frac{L}{V} = \frac{5000}{157.15} = 31{,}16$суток (7)

Чистое время бурение с РУС: $t_{\text{бур}} = t_{\text{общ}} - t_{\text{СПО}} = 31{,}16 - 10{,}5 = 20{,}66$ суток (8)

Экономия времени составляет: $\Delta t = t^{o}_{\text{общ}} - t_{\text{общ}} = 35 - 31.16 = 3.84$ суток; (9)

Стоимостьодного дня бурения: $\text{C}_1 = \frac{3300}{35} = 94{,}28$ млн UZS (10)

Общая экономия при сокращении буровых работ на 3,84 суток составит: (11)

$\Delta\text{C} = 3{,}84 * 94{,}28$ млн UZS $= 362{,}05$ млн UZS (12)

Таблица №7

Исходные данные и результаты расчета			
Параметр	**Обозначение**	**Вариант с ВЗД**	**Вариант с РУС**

		(базовый)	**(проектный)**
Глубина скважины, м	L	5 000	5 000
Продолжительность бурения, дни	$t_{общ}$	35,0	31,16
Время на спускоподъемные операции, дни	$t_{СПО}$	12,25	10,5
Время на бурение операции, дни	$t_{бур}$	22,75	20,66
Скорость бурения, м/день	V	142,86 (V_0)	157,15 (V)
Стоимость бурения скважины, млн UZS	C	24 750,0	24 388,65

Необходимо отметить, что все экономические расчёты проведены для одной буровой установки. При этом среднегодовая производительность персонала данной установки составляет около 10 пробурённых скважин. Средний ресурс роторной управляемой системы составляет порядка 12 000 м проходки. При бурении эксплуатационных скважин глубиной до 5 000 м основными переменными затратами являются замена долота и связанных с ним расходных материалов. Насос УНБТ-1080L, обладая существенно более длительным сроком службы, учитывается в составе постоянных затрат при расчёте себестоимости модернизации буровой установки.

Анализ потенциальных рисков и разработка мер по их управлению

Проектный риск представляет собой совокупный риск реализации реального инвестиционного проекта, объединяющий все разновидности индивидуальных технологических и экономических рисков.

Качественный анализ рисков направлен на выявление и описание присущих проекту неопределенностей, определение вызвавших их факторов, а также на формирование итогового реестра рисков. Идентифицированные риски ранжируются по матрице «вероятность - ущерб» (критичности и величине потенциальных финансовых и временных потерь).

Деятельность по минимизации проектных рисков осуществляется в двух ключевых направлениях:

1. **Предотвращение (избежание)** возникновения потенциальных рисковых событий.
2. **Ликвидация и снижение** степени негативного влияния риска при его наступлении.

Полностью исключить риски при строительстве глубоких горизонтальных скважин невозможно, однако руководство проекта способно существенно демпфировать их влияние путем оперативного снижения воздействия негативных факторов. Ниже сформирован реестр специфических рисков для проекта внедрения РУС и предложены компенсирующие мероприятия.

Методы диверсификации и распределения рисков в проекте:

• **Технологическое страхование:** Перенос части финансовых рисков за аварийный невыход РУС из строя на завод-изготовитель или подрядную сервисную компанию в рамках SLA (соглашения об уровне услуг).

Таблица №8

Матрица рисков инженерного проекта и меры по их минимизации			
Наименование риска	**Уровень угрозы**	**Описание последствий**	**Мероприятия по управлению и снижению риска**
Геологический риск (непредвиденные ГТП, кавернообразование)	**Высокий**	Потеря контроля над траекторией скважины, заклинивание РУС в интервале горизонтального окончания (2000 м)	Постоянный геонавигационный мониторинг в реальном времени, оптимизация свойств бурового раствора насосами УНБТ-1080L
Технологический риск (отказ электроники или механики РУС)	**Средний**	Преждевременный подъем КНБК, рост времени СПО (сверх проектных 10,5 дней), снижение МСП	Организация оперативного сервисного обслуживания на буровой, резервирование критических узлов РУС, предрейсовое тестирование
Технический риск (сбои наземного комплекса: СВП или насосов)	**Средний**	Невозможность обеспечения непрерывного вращения колонны и проектных расходов промывочной жидкости	Проведение планово-предупредительного ремонта (ППР) верхнего привода и двух насосов УНБТ-1080L перед входом в целевой пласт
Квалификационный риск (ошибки буровой бригады/инженеров)	**Низкий**	Нарушение регламентов эксплуатации РУС, приводящее к аварийности и росту сроков строительства (свыше 31 дня)	Привлечение сертифицированных инженеров по наклонно-направленному бурению (DD/MWD), предварительный инструктаж бригады
Финансово-экономический риск (рост стоимости аренды РУС)	**Средний**	Нивелирование годового экономического эффекта в 3,77 млрд UZS из-за удорожания суточной ставки оборудования	Заключение долгосрочных сервисных контрактов с фиксированной суточной ставкой на годовую программу (10 скважин)

• **Лимитирование затрат:** Создание фиксированного резервного фонда внутри статьи «Общепроизводственные расходы» для покрытия возможных непроизводительных затрат в случае отклонения от проектного графика «глубина–день».[5,6]

Заключение. В рамках выполнения настоящего инженерного проекта был проведен комплексный технико-экономический анализ и обоснована целесообразность внедрения роторных управляемых систем (РУС) взамен традиционных винтовых забойных двигателей (ВЗД) при строительстве горизонтальной скважины глубиной 5000 м с горизонтальным окончанием протяженностью 2000 м.

На основе проведенных расчетов и исследований сформированы следующие ключевые выводы:

1. Оптимизация фонда оплаты труда и себестоимости: При проведении детального планирования затрат был рассчитан месячный фонд заработной платы эксплуатационного и инженерно-технического персонала проекта, который составил 829 тыс. рублей (136,79 млн UZS). Совокупная проектная калькуляция себестоимости

строительства скважины с учетом капиталоемких затрат на закупку забойного оборудования составила 2 872,66 млн UZS. Полномасштабные затраты на сооружение скважины оцениваются в 24,75 млрд UZS.

2. Повышение технологической эффективности бурения: Анализ кинематики и динамики работы КНБК показал, что непрерывное вращение бурильной колонны при использовании РУС минимизирует силы трения в стволе и обеспечивает передачу осевой нагрузки на долото до 83%. Это позволило увеличить механическую скорость проходки в 1,5–2 раза, а также оптимизировать баланс времени спуско-подъемных операций (СПО), сократив их долю с 35% до 30% от общего цикла.

3. Достижение временного и финансового эффекта: Применение РУС позволило сократить нормативный срок строительства скважины с базовых 35 до 31 суток (экономия времени составила 4 суток на одну скважину). В масштабах годовой программы одной буровой установки (10 скважин в год) суммарный временной фонд увеличивается на 40 суток, что эквивалентно высвобождению времени для строительства одной дополнительной сверхплановой скважины. Чистая годовая экономия за счет сокращения условно-переменных (зависящих от времени) расходов составила 22,86 млн рублей, что генерирует экономический эффект в размере 3 771,24 млн UZS (3,77 млрд UZS) на одну буровую установку.

4. Инвестиционная привлекательность и управление рисками: Проведенный качественный анализ проектных рисков и SWOT-анализ подтвердили высокую устойчивость проекта. Несмотря на нишевый характер технологии и высокие первоначальные затраты, проект характеризуется положительным значением чистой приведенной стоимости (ЧДД) и исключительно коротким сроком окупаемости, составляющим два месяца. Разработанный комплекс демпфирующих мероприятий (включая жесткий технологический контроль параметров работы СВП и насосов УНБТ-1080L, а также фиксацию сервисных ставок) позволяет эффективно управлять геологическими и техническими неопределенностями.

Внедрение роторных управляемых систем является прогрессивным, высокорентабельным и стратегически перспективным направлением бурового инжиниринга. Данное техническое решение рекомендуется к внедрению в производство для повышения общей коммерческой эффективности и конкурентоспособности бурового предприятия.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abdiganiyev, J. E., & Umedov, S. H. (2026). Analysis and study of telemetry systems for directional and horizontal well drilling. *Technical Science and Innovation*, 2026(1), pp. 25–34. doi.org

2. Luu, H. V. (2015). *Rotary Steerable System Workshop*. Brisbane, Australia: Schlumberger Drilling Engineer, pp. 12–18.

3. Schaaf, S., Pafitis, D., & Guichemerre, E. (2000). Application of the Point-the-Bit Rotary Steerable System in Directional Drilling Prototype Well-Bore Profiles. In *Proceedings of the SPE/AAPG Western Regional Meeting*. Long Beach, California, USA: Society of Petroleum Engineers, Paper SPE-62519-MS, pp. 1–10. doi.org

4. Абдиганиев, Ж. Э., & Умедов, Ш. Х. (2026). Применение винтовых забойных двигателей (ВЗД) при бурении нефтяных и газовых скважин. В *Материалы Международной научно-технической конференции «Бухара–2026»*. Бухара: Бухарский инженерно-технологический институт, с. 432–436.

5. Абдиганиев, Ж. Э., Умедов, Ш. Х., & Санетуллаев, Е. (2026). Анализ и контроль физико-химического состава бурового раствора при эксплуатации винтового забойного двигателя. В *Материалы Международной научно-технической конференции «Роль нефтегазовой промышленности в развитии Нового Узбекистана»*. Ташкент: Ташкентский государственный технический университет, с. 162–165.

6. Акбулатов, Т. О., Хасанов, Р. А., & Левинсон, Л. М. (2006). *Роторные управляемые системы: учебное пособие*. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ), 112 с.

7. Закиров, А. Я. (2016). Первые результаты испытаний роторно-управляемых систем российского производства. *PROнефть. Профессионально о нефти*, 2(2), с. 43–47.

8. Калинин, А. Г., Никитин, Б. А., Солодкий, К. М., & Повалихин, А. С. (1995). *Бурение наклонных и горизонтальных скважин*. Москва: Издательство «Недра», 305 с.

9. Кейн, С. А. (2014). *Современные технические средства управления траекторией наклонно направленных скважин: учебное пособие*. Ухта: Ухтинский государственный технический университет (УГТУ), 84 с.

10. Нескоромных, В. В. (2012). *Бурение наклонных, horizontal-ных и многозабойных скважин*. Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 344 с.

11. Осипов, Ю. В., Ахметов, Д. С., Еникеев, Р. В., & Бадретдинов, Д. Ф. (2017). Применение роторных управляемых систем для бурения. *Проблемы науки*, 10(23), с. 52–54.

12. Повалихин, А. С., Калинин, А. Г., Бастриков, С. Н., & Солодкий, К. М. (2011). Бурение наклонных, горизонтальных и многозабойных скважин / Под общей редакцией А. Г. Калинина. Москва: Издательский центр «ЛитНефтеГаз», 647 с.

UO‘T: 624.045.12

TO‘LDIRUVCHI DEVORLAR TA’SIRINI HISOBGA OLGAN HOLDA TEMIRBETON SINCHLI KONSTRUKSIYALARNING YUK KO‘TARISH QOBILIYATINI TADQIQ ETISH

Sanayeva Nargiza Payzullayevna
Doktorant (DSC) CamDAQU
sanayeva.nargiza.88@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada gazobloklardan bajarilgan to‘ldiruvchi devorlarning temirbeton sinchli konstruksiyalar ishiga ta’siri eksperimental tadqiq etilgan. Tadqiqotda to‘ldiruvchi devorsiz etalon sinch hamda deraza kabi ochiqlikka ega bo‘lgan to‘ldiruvchi devorli sinchlar sinovdan o‘tkazilgan. Namunalar vertikal va gorizontal yuklarning birgalikdagi ta’siri ostida bosqichma-bosqich yuklangan. Tadqiqot davomida konstruksiyalarning siljishi, salqiligi, yorilish jarayoni va buzilish xususiyatlari kuzatilgan. Olingan natijalar gazoblokli to‘ldiruvchi devorlar sinchning umumiy bikrligini va yuk ko‘tarish qobiliyatini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, to‘ldiruvchi devorlarning mavjudligi konstruksiyaning gorizontal siljishlarini kamaytirishi aniqlandi. Birinchi yoriqlar avvalo gazobeton devorlarda hosil bo‘lishi kuzatildi. Yuklarning birgalikdagi ta’sirida sinch elementlarida normal yoriqlar rivojlandi. Olingan eksperimental ma’lumotlar ko‘p qavatli binolarni seysmik hisoblash va loyihalashda to‘ldiruvchi devorlarning ta’sirini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.

Аннотация. В статье экспериментально исследовано влияние стен заполнения из газобетонных блоков на работу железобетонных каркасных конструкций. В ходе исследования были испытаны эталонный каркас без заполнения и каркасы со стенами заполнения из газобетонных блоков, имеющими оконные проёмы. Образцы подвергались поэтапному нагружению при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных нагрузок. В процессе испытаний изучались перемещения, прогибы, образование трещин и характер разрушения конструкций. Полученные результаты показали, что стены заполнения из газобетонных блоков существенно повышают общую жёсткость и несущую способность железобетонного каркаса. Кроме того, наличие стен заполнения способствует уменьшению горизонтальных перемещений конструкции. Установлено, что первые трещины возникают преимущественно в газобетонных стенах, после чего при совместном воздействии нагрузок развиваются нормальные трещины в элементах каркаса. Полученные экспериментальные данные подтверждают необходимость учёта влияния стен заполнения при сейсмическом расчёте и проектировании многоэтажных зданий.

Abstract. This paper presents an experimental investigation into the influence of autoclaved aerated concrete (AAC) block infill walls on the behavior of reinforced concrete frame structures. The study examined a reference frame without infill walls and reinforced concrete frames with AAC block infill walls containing window openings. The specimens were subjected to gradually increasing combined vertical and horizontal loading. During the experiments, structural displacements, deflections, crack development, and failure mechanisms were carefully monitored. The results demonstrated that AAC block infill walls significantly enhance the overall stiffness and load-bearing capacity of reinforced concrete frames. In addition, the presence of infill walls effectively reduced the horizontal displacements of the structures. Initial cracks were observed primarily in the AAC infill walls, while normal cracks subsequently developed in the frame members under combined loading. The experimental findings confirm the necessity of considering the contribution of infill walls in the seismic analysis and design of multi-storey reinforced concrete buildings.

Kalit so‘zlar: temirbeton sinch, to‘ldiruvchi devor, gazoblok, vertikal va gorizontal yuklar, seysmik ta’sir, bikrlik, siljish, yuk ko‘tarish qobiliyati, deformatsiya, eksperimental tadqiqot.

Ключевые слова: железобетонный каркас, стена заполнения, газобетонный блок, вертикальные и горизонтальные нагрузки, сейсмическое воздействие, жёсткость, перемещение, несущая способность, деформация, экспериментальное исследование.

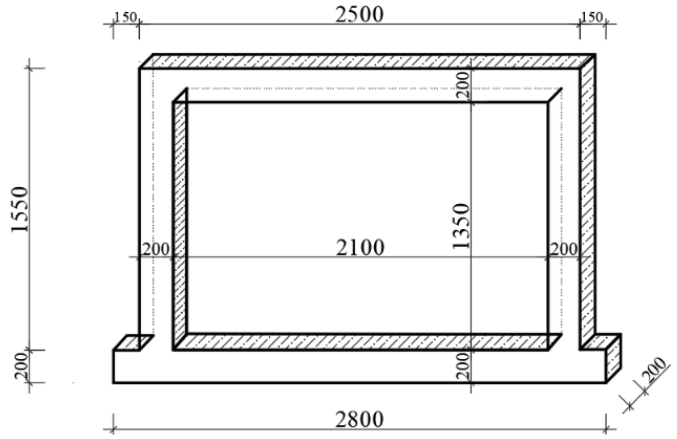
Keywords: reinforced concrete frame, infill wall, AAC block, vertical and horizontal loads, seismic action, stiffness, displacement, load-bearing capacity, deformation, experimental investigation.

1. Kirish. Temirbeton sinchli binolarning ommalashishiga ularning yuqori mustahkamligi, zilzilabardoshligi va me’moriy jihatdan istalgan shaklni berish imkoniyati mavjudligi sabab bo‘ldi. Ushbu tizimning asosiy mohiyati binoning bor og‘irligi (yuklari) devorlarga emas, balki temirbeton sinchga tushadi hisoblanib kelmoqda. Sinch esa poydevor, ustunlar va to‘sinlar (rigellar) hamda qavatlararo yopmalardan tashkil topadi. Bu esa devorlarni faqatgina ajratuvchi va himoyalovchi vazifa bilan cheklab, xonalarni erkin rejalashtirish imkonini berashibi bilan qaralib kelinmoqda. O‘zbekistonda to‘ldirilgan devorli temirbeton sinchlarning kuchlanish-deformatsiyalanish holatlari o‘rganilmagan **[1]. Tadqiqotlar asosan xorijda olib borilgan.** Xorijiy tadqiqotlarda, asosan, temirbeton sinch oralari g‘isht bilan to‘l-dirilgan devorlarning **vertikal va gorizontal yuklarning bir vaqtda ta’siridan** ishlashi o‘rganilgan. O‘zbekiston me’yoriy xujjatida [2] bino sinchlari oralari to‘ldirilgan ya’ni devor xosil qilinganda to‘ldiruvchining binoni ishlashida e’tiborga olinish kerakligi keltirilgan. Ko‘p qavatli temirbeton sinchli konstruksiyalar qurilishning qulayligi, iqtisodiy samaradorligi va boshqa afzalliklari tufayli dunyoning ko‘plab mamlakatlarida keng qo‘llaniladi [3]. Biroq, amaldagi seysmik loyihalash me’yorlari to‘ldiruvchi devorlarning sinchli konstruksiyalarning seysmik ishlashiga ta’sirini hisobga olishda asosan konstruksiyaning tabiiy tebranish davrini kamaytirish uchun hisoblash formulasinigina taqdim etadi. Devorlar bilan sinchning ustun–rigel tizimi o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir to‘liq yoritilmagan bo‘lib, ularning hamkorlikda ishlash mexanizmini yanada takomillashtirish talab etiladi. Bundan tashqari, to‘ldiruvchi devorlar turli chegaraviy holatlarda turlicha vazifani bajaradi va qavatlararo nisbiy siljishning ortishi bilan ularning konstruksiyaning tabiiy tebranish davrini o‘zgartirish qobiliyati ham o‘zgaradi [4]. Misol sifatida 2008 yilda Xitoyda bo‘lgan zilzilani oladigan bo‘lsak, zilziladan keyin o‘tkazilgan tekshiruvlar natijalari shuni ko‘rsatganki, kuchli seysmik ta’sir kuzatilgan hududlarda ko‘p qavatli temirbeton sinchli binolarning qulash ko‘rsatkichi hatto ko‘p qavatli g‘ishtli binolarnikidan ham yuqori bo‘lgan. Bu holat ko‘p qavatli temirbeton sinchli konstruksiyalarning zilzilabardoshligi haqidagi an’anaviy qarashlardan sezilarli darajada farq qiladi. Bundan tashqari, to‘ldiruvchi devorlarning mavjudligi, sof sinchli konstruksiyalarga nisbatan, zilzila ta’sirida sinchli konstruksiyalarning ko‘proq shikastlanishiga olib keladi. Shu sababli, to‘ldiruvchi devorli konstruksiyalarning seysmik ishlashini tadqiq qilish hozirgi kunda dolzarb ilmiy muammolardan biri hisoblanadi [5–10].

2. Eksperimental tadqiqotlarni o‘tkazish dasturi. Sinchlar orasi to‘ldirilgan to‘ldiruvchilarning butun konstruktiv tizimning umumiy siljishga qarshilik ko‘rsatadigan ta’siri bo‘yicha qiziqish uyg‘otdi. Tadqiqotda to‘ldiruvchi devorsiz sinchlar, va oyna kabi ochiqlikga ega bo‘lgan to‘ldiruvchi devorli sinchlarni o‘z ichiga oladi. To‘ldiruvchi devorsiz sinch modeli **TS** va oyna kabi ochiqlikga ega bo‘lgan to‘ldiruvchi devorli sinch **TODS** deb belgilandi.

Eksperimental tadqiqotlar uchun po‘lat armatura bilan mustahkamlangan, kesim o‘lchamlari 0,2x0,2 m va umumiy uzunligi 2,5 m bo‘lgan yopiq quttisimon temirbeton sinchlar tayyorlangan. Temirbeton sinchlar maxsus qurilish uchun mo‘ljallangan yog‘och qoliplarda

tayyorlangan. Namunalarning balandligi N=1750 mm, uzunligi L = 2500 mm deb qabul qilingan. Tadqiqotda bir oraliqli (prolyotli) va bir qavatli to‘ldirilgan temirbeton sinch ko‘rib chiqildi. Ushbu temirbeton sinch ichi D600 markali gazoblok bilan to‘ldirilgan. Sinovdan o‘tkazilgan temirbeton sinchlarning geometrik o‘lchamlari 1-rasmda keltirilgan. Elementlar 1:2 masshtabida modellashtirilgan.

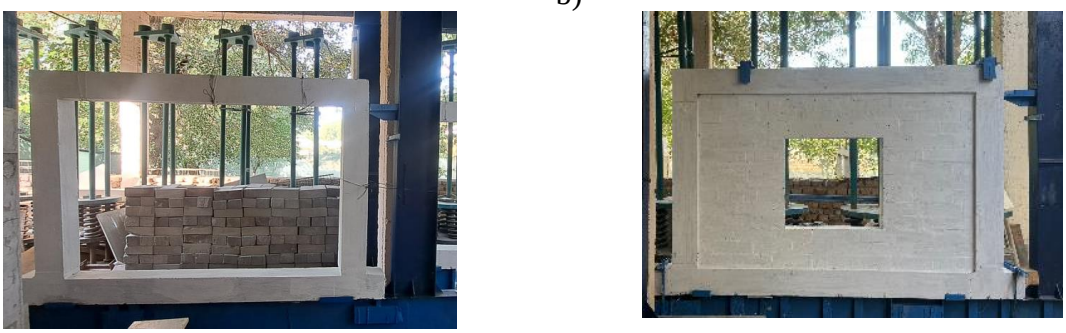


1-rasm. Sinov namunasi

Ikkala seriyada ham temirbeton sinchlari uchun siqilishdagi mustahkamligi bo‘yicha sinfi B25 bo‘lgan beton ishlatildi. Temirbeton sinchlar uchun yuqori va pastki to‘sinlari uchun bo‘ylama armaturasi sifatida Ø10 va Ø 8 mm bo‘lgan A400 sinfli sterjenlar, ko‘ndalang armatura sifatida Ø4 mm bo‘lgan B-I sinfli, ustuni uchun Ø10 mm bo‘lgan A400 sinfli sterjenlar ko‘ndalang armatura sifatida diametri Ø4 mm bo‘lgan B-I sinfli simlar ishlatildi. Ko‘ndalang armaturalar uchun mo‘ljallangan po‘lat armaturalar bo‘ylama armaturalarga yumshoq po‘lat simlar bilan mahkamlangan.

Eksperimental namunalar 2-rasmda ko‘rsatilgan: temirbeton etalon sinch (2a), va oyna kabi ochiqlikga ega bo‘lgan to‘ldiruvchi devorli sinch (3b).

a) b)



2-rasm. a)- temirbeton sinch, b)- oyna kabi ochiqlikga ega bo‘lgan to‘ldiruvchi devorli sinch

TODS modeli ustunlar to‘ri, rigel va ustunlarning ko‘ndalang kesim o‘lchamlari hamda armaturalash sxemasi bo‘yicha **TS modeli** bilan bir xil qilib qabul qilindi. To‘ldiruvchi devorlar gazobloklardan terildi.

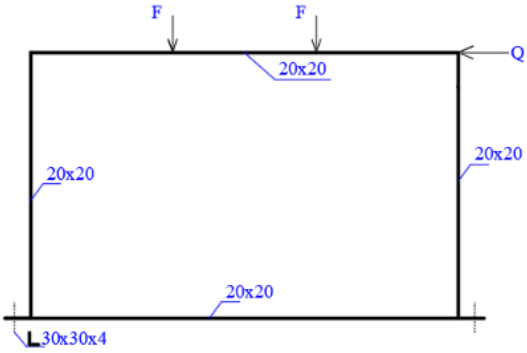
3. Eksperimental jihozlar va yuklash tartibi. Qo‘llanilgan yuklash sxemasi hamda o‘lchash va sinov asboblarining joylashuvi 3a va 3b-rasmlarda keltirilgan. Vertikal yuk uchun 25 tonnalik, gorizontal yuk uchun 5 tonnalik gidravlik domkratlar ishlatildi. Sinash jarayonida namunalar bosqichma-bosqich yuklanib, yoriqlar paydo bo‘lguncha har bir bosqichda beriladigan vertikal yuk miqdori nazariy buzuvchi F kuchning 5% ni, yoriqlar paydo bo‘lgandan

keyin 10% ni tashkil qildi. Gorzontal yo‘nalishda berilgan yuk miqdori nazariy buzuvchi Q kuchning 25% ni tashkil qildi sinov jarayoni 3a-rasmada keltirilgan. Namunalar vertikal va gorizontal yuk bilan bosqichma-bosqich yuklanib borildi. Namunalarni yuklash sxemasi 3b-rasmda keltirilgan. 3c-rasmda keltirigan sxema bo‘yicha joylashtirilgan o‘lchov asboblaridan har bir bosqichda ikki marta, namuna yuklangandan keyin va 5-10 daqiqadan keyin sanoqlar olindi.

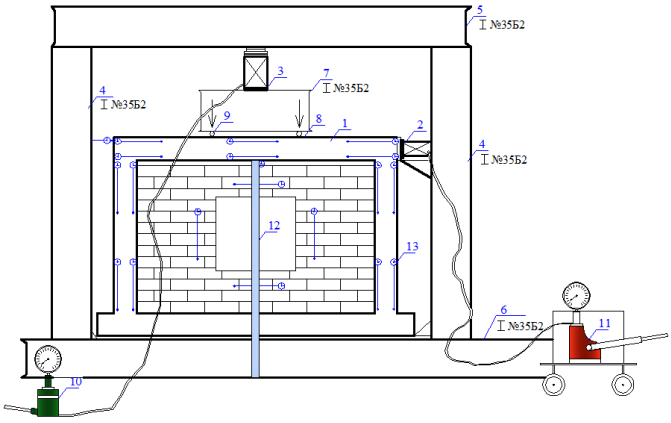
a)



b)



c)



1- temirbeton rama; 2- domkrat 5 t; 3- domkrat 25 t; 4- qo‘shtavr №35B2, uzunligi L=2850 mmli po‘lat ustun; 5- qo‘shtavr №35B2, uzunligi L=3700 mmli po‘lat to‘sin; 6- qo‘shtavr №35B2, uzunligi L=4460 mmli po‘lat to‘sin; 7- qo‘shtavr №35B2, uzunligi L=1000 mmli po‘lat to‘sin (traversa); 8- tayanch po‘lat plastina (200x120x15 mm); 9- po‘lat g‘ildirak (Ø30 mm), uzunligi L=160 mm; 10 va 11- gidravlik nasoslar; vertikal ko‘chishni aniqlash uchun 12- 0,01 mm aniqlikdagi soat tipidagi indikator bilan jihozlangan po‘lat tayanch (profil 70x20x5 mm)

3-rasm. a-sinov jarayoni, b-yuklanish sxemasi, c-o‘lchash asboblarini joylashish sxemasi

Sinov asboblari sifatida gorizontal siljishlarni va vertikal yuk ta’siridan ramadagi salqlikni o‘lchash uchun aniqligi 0,001 mm bo‘lgan soat tipidagi indikatorlardan foydalanilgan.

Sinov natijalari

Eksperimental tadqiqotda qo‘llanilgan materiallarning mexanik xossalariga oid asosiy natijalar quyida keltirilgan. Gazoblok terishda ishlatilgan qorishma tez qotuvchi turga mansub bo‘lib maxsus gazobloklarni terish uchun mo‘ljallangan qurilish kley bilan terildi. Temirbeton sinchli konstruksiya uchun qo‘llanilgan betonning xossalari esa 1-jadvalda keltirilgan. Betonning siqilishdagi mustahkamligi bo‘yicha sinfi B25 bo‘yicha temirbeton sinchlar tayyorlandi.

1-jadval. Betonning xossalari

Sinov vaqtidagi betonning yoshi	**Zichligi kg/m^3**	**Siqilishdagi mustahkamligi R_m, N/mm^2**
7	**2335**	**25,3**
28	**2330**	**33,3**

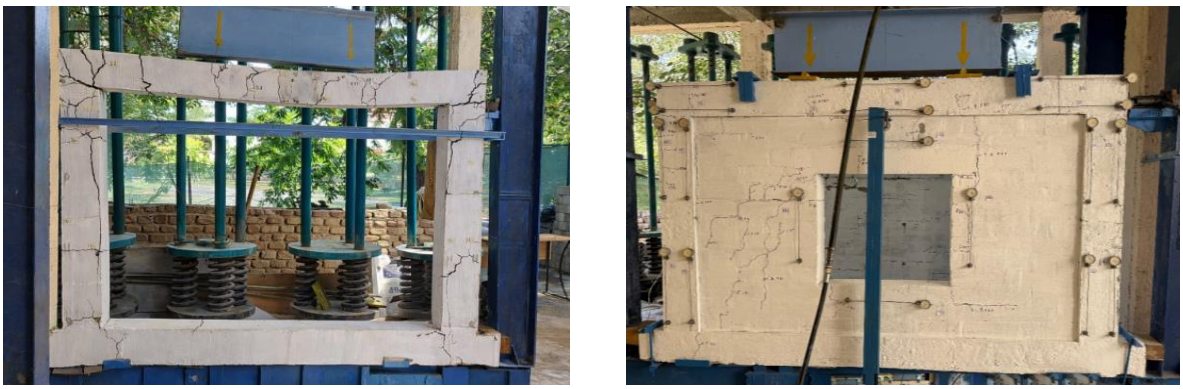
Maqolada ikkita xolat bo‘yicha tadqiqot natijalarini ko‘rib chiqamiz. Sinovlar ikki xil konstruksiyada o‘tkazilgan: birinchisi — devor to‘ldirmasiz etalon sinch; ikkinchisi — gazobloklardan tayyorlangan, oyna kabi ochiqlik qoldirilgan devor to‘ldirmali sinch.

Eksperimental tadqiqotlarda olingan vertikal va gorizontal yuklarning birgalikdagi ta’siridan etalon sinchdan bo‘zuvchi kuchning 80 foizi yetkanda soat tipidagi indikatorlar yechib olindi ya’ni yuqori qismidagi siljish ya’ni vetrtikal yuk F=72 kN, gorizontal yuk Q=18 kN ga teng bo‘lganda, *G*=16 mmni tashkil qildi. Gazobloklardan tayyorlangan, deraza kabi ochiqlik devor to‘ldirmali sinchda bo‘zuvchi kuchning 80 foizga yetkanda ya’ni vertikal yuk F=157kN, gorizontal yuk Q=33,9 kN ga teng bo‘lganda, *G*=8,12 mmni tashkil qildi. Vyertikal va gorizontal yuklarning birgalikdagi ta’siridan salqiliklar etalon temirbeton sinchda, vetrtikal yuk F=72kN, gorizontal yuk Q=18kN ga teng bo‘lganda, *f*=10 mmni tashkil qildi. Gazobloklardan tayyorlangan, sinch deraza kabi ochiqlik devor to‘ldirmali sinchda vertikal yuk F=157kN, gorizontal yuk Q=33,9 kN ga teng bo‘lganda, *f*=8,45 mmni tashkil qildi.

Binici, B. Va boshqalar tomonidan [11] tajribalar asosida gazobeton to‘ldiruvchi devorlar kichik deformatsiyalardayoq yorilishga moyil ekanligini hamda sinch rigeli bilan to‘ldiruvchi devor o‘rtasidagi bo‘shliqning konstruksiyaning seysmik ishlashiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmasligini isbotlaganlar. Biz olib boragn tadqiqotda ham birinchi yoriqlar gazoblokli devorlardan boshlandi.

Keltirilgan o‘lchash natijalaridan ko‘rinadiki, temirbeton ramadagi birinchi darzlar F_{crc}>15,93 kN va Q_{crc}>1,88 kNda hosil bo‘ldi va F_u>89 kN da konstruksiyaning buzilishi sodir bo‘ladi. Temirbeton ramalarda tajribaviy yoriq hosil qiluvchi va bo‘zuvchi kuchlar nisbati F_{src}/F_u =15,93/1,88=0,17 miqdorni tashkil etdi. To‘ldirilgan temirbeton ramada esa darzlar F_{src}>39 kN va Q_{crc}>15,92 kNda hosil bo‘ldi va F_u>189 kN da konstruksiyaning buzilishi sodir bo‘ladi. Temirbeton ramalarda tajribaviy yoriq hosil qiluvchi va bo‘zuvchi yuklar nisbati F_{crc}/F_u =39/189=0,20 miqdorni tashkil etdi 3a va 3b-rasmlarga qarang.

a b



3-rasm. Bo‘zligan namunalarning umumiy ko‘rinishi
a-temirbeton sinch-TS, b- oyna kabi ochiqlikga ega bo‘lgan to‘ldiruvchi devorli sinch TODS.

Vertikal va gorizontal yuklarning birgalikda ta’sirida vertikal yuk F va tugunlarning gorizontal siljishi ko‘paytmasi qushimcha kuchlarnixosil qiladi, bu esa sinchning deformatsiyasini oshiradi. Yuklarning birgalikda ta’siri natijasida normal va qiya yoriqlar paydo bo‘ldi, bu esa rama elementlarining egilish va siljish bo‘yicha bikirligini kamaytirdi temirbeton ramalardan. Natijada karkasning moslashuvchanligi ortdi va bu chegaraviy holatlar hisobida hisobga olinishi kerak. **Rama tugunlarining ishlashi, r**igel va ustun tutashuv joylari katta kesilish kuchlarini qabul qiladi. Tugunlarni armaturalash shunday loyihalanishi kerakki, u o‘zgaruvchan yuklarni beton buzilishisiz qabul qila olsin.

Xulosa

 Gazoblokli to‘ldiruvchi devorlarning mavjudligi temirbeton sinchlarning umumiy bikrligini va yuk ko‘tarish qobiliyatini sezilarli darajada oshiradi.

 To‘ldiruvchi devorli sinchlarda gorizontal siljish va salqilik qiymatlari etalon sinchga nisbatan kamayadi.

 Birinchi yoriqlar, asosan, devorlarda hosil bo‘lib, keyinchalik sinch elementlariga tarqaladi.

 Vertikal va gorizontal yuklarning birgalikdagi ta’siri natijasida sinch elementlarida qo‘shimcha kuchlar hosil bo‘lib, konstruksiyaning deformatsion holati murakkablashadi.

 To‘ldiruvchi devorlar temirbeton sinchning ishlashida faol ishtirok etadi va ularni binolarni seysmik hisoblashda ikkilamchi element sifatida emas, balki konstruktiv tizimning muhim qismi sifatida hisobga olish maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR

1. Usmanov B.F., N.P. Sanayeva. Vertikal va gorizontal yuklar bilan yuklangan bino sinchining ishlashiga devorlarning ta’sirini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar tahlili// “Qurilishda innovatsiyalar, binolar va inshootlarning seysmik xavfsizligi” mavzusidagi Xalqaro miqyosidagi ilmiy va ilmiy-texnik konferensiya materiallari toplami. Namangan, 2025. 76-79 betlar.

2. QMQ 2.01.03-19. «Seysmik xududlarda qurilish». / O‘zR qurilish vazirligi. – Toshkent, 2019. – 111 b.

3. Zhou, Y.; Qin, Z.X.; Guo, X. Progress and prospect on seismic collapse-resistant capacity of RC frame structures. J. Disaster Prev. Mitig. Eng. 2021, 41, 860–873.

4. Ditommaso, R.; Lamarucciola, N.; Ponzo, F.C. Prediction of the fundamental period of infilled RC framed structures considering the maximum inter-story drift at different design limit state. Structures 2024, 63, 106422.

5. Li, H.N.; Xiao, S.Y.; Huo, L.S. Damage investigation and analysis of engineering structures in the Wenchuan earthquake. J. Build. Struct. 2008, 29, 10–19.

6. Wang, T.; Lei, Y.; Zhang, Y.; Kong, Z. Seismic damage analysis of school buildings in Lushan earthquake. J. Earthq. Eng. Eng. Vib. 2013, 33, 36–47.

7. Huang, S.N.; Yuan, Y.F.; Meng, Q.L. Study on seismic resistance of rural houses based on earthquake damage to buildings in Yushu earthquake. World Earthq. Eng. 2011, 27, 77–82.

8. Yi, P.; Chi, Z.; Xian, G.; Chang, Z.; Zhuo, J. Earthquake damage investigation and analysis of the RC frame structures in Taiwan Meinung Ms 6.7 earthquake. China Civ. Eng. J. 2016, 49, 13–18.

9. Jingshan, B.O.; Xiaobo, L.I.; Duan, Y. Investigation and analysis of seismic damage to school buildings in Ms 7.0 Jiuzhaigou earthquake. Earthq. Eng. Eng. Dyn. 2018, 38, 120–128.

10. Dong, X.Y.; Guo, X.; Luo, R.F.; Zhang, Q.Z.; Zhang, J.; Dong, C.; Wang, B. Seismic damage investigation structural force analysis of Luding Ms 68. J. Build Struct. 2023, 44, 11–19.

11. Binici, B.; Canbay, E.; Aldemir, A.; Demirel, I.O.; Uzgan, U.; Eryurtlu, Z.; Bulbul, K.; Yakut, A. Seismic behavior and improvement of autoclaved aerated concrete infill walls. Eng. Struct. 2019, 193, 68–81.

UO‘T: 528.4:528.9:004.9:628.217

YOMG‘IR SUVLARINI BOSHQARISHDA BAJARILADIGAN GEODEZIK-KARTOGRAFIK ISHLARNI TAKOMILLASHTIRISH (SAMARQAND SHAHRI MISOLIDA)

Bobokalonov Manuchexr Xaydarovich
Samarqand davlat arxitektura qurilish universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Maqolada Samarqand shahri sharoitida yomg‘ir-liva suvlarini boshqarish tizimini geodezik-kartografik ta’minlashni takomillashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Shahar relyefining murakkabligi, qadimiy va zamonaviy qurilish massivlarining mavjudligi, shuningdek mavjud topografik xaritalarning eskirganligi yomg‘ir suvlari oqimini boshqarishda jiddiy qiyinchiliklar tug‘dirishi asoslangan. Tadqiqotda raqamli relyef modeli (RRM), geografik axborot tizimlari (GAT) va gidravlik modellashtirish vositalarini integratsiyalashgan holda qo‘llashga asoslangan metodika ishlab chiqilgan. Mualliflar tomonidan taklif etilgan yondashuv an’anaviy nivelirlash usullariga nisbatan o‘lchov ishlarining aniqligini 1,8-2,3 marta oshirish, ma’lumotlarni qayta ishlash vaqtini 35-40 foizga qisqartirish imkonini berishi tajriba natijalari bilan tasdiqlangan. Samarqand shahrining oltita suv yig‘ish havzasi bo‘yicha amalga oshirilgan tajriba-sinov natijalari, taqqoslash jadvallari va kartografik vizualizatsiya namunalari keltirilgan.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы совершенствования геодезико-картографического обеспечения системы управления ливневыми стоками в условиях города Самарканда. Обосновано, что сложность городского рельефа, наличие исторических и современных застроенных массивов, а также устаревание имеющихся топографических карт создают серьёзные трудности при управлении стоком дождевых вод. В исследовании разработана методика, основанная на интегрированном применении цифровой модели рельефа (ЦМР), географических информационных систем (ГИС) и средств гидравлического моделирования. Экспериментально подтверждено, что предложенный авторами подход позволяет повысить точность измерительных работ в 1,8-2,3 раза по сравнению с традиционными методами нивелирования и сократить время обработки данных на 35-40 процентов. Приведены результаты опытно-экспериментальных работ по шести водосборным бассейнам города Самарканда, сравнительные таблицы и образцы картографической визуализации.

Abstract. This article examines the improvement of geodetic and cartographic support for the stormwater management system in the city of Samarkand. It is substantiated that the complexity of the urban relief, the presence of historical and modern built-up areas, and the obsolescence of available topographic maps create significant difficulties in managing rainwater runoff. The study develops a methodology based on the integrated application of a digital elevation model (DEM), geographic information systems (GIS), and hydraulic modeling tools. Experimental results confirm that the proposed approach increases the accuracy of survey works by 1.8-2.3 times compared to traditional leveling methods and reduces data-processing time by 35-40 percent. The results of pilot studies conducted across six catchment basins of Samarkand, comparative tables, and samples of cartographic visualization are presented.

Kalit so‘zlar: geodezik-kartografik ishlar, yomg‘ir suvlari, raqamli relyef modeli, geografik axborot tizimlari, gidravlik modellashtirish, suv yig‘ish havzasi, Samarqand shahri, topografik surat.

Ключевые слова: геодезико-картографические работы, ливневые воды, цифровая модель рельефа, географические информационные системы, гидравлическое моделирование, водосборный бассейн, город Самарканд, топографическая съёмка.

Keywords: geodetic-cartographic works, stormwater, digital elevation model, geographic information systems, hydraulic modeling, catchment basin, Samarkand city, topographic survey.

KIRISH

Jahon miqyosida shaharlarning jadal sur’atlarda kengayishi, qattiq qoplama maydonlarining ortib borishi va iqlim o‘zgarishi sharoitida kuchli yomg‘irlar chastotasining ko‘payishi yomg‘irliva suvlarini boshqarish masalasini dolzarb muhandislik-geodezik muammoga aylantirmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida hamda mamlakat hududlarini obodonlashtirish, suv ta’minoti va kanalizatsiya tizimlarini takomillashtirishga qaratilgan qator qarorlarida shahar muhandislik infratuzilmasini zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida rivojlantirish vazifalari belgilab berilgan.

Samarqand shahri o‘zining murakkab tabiiy-geografik joylashuvi — Zarafshon vodiysining tog‘ oldi tekisligida, nisbiy balandliklar farqi 45-60 metrgacha yetadigan relyefda joylashganligi bilan ajralib turadi. Shahar hududining katta qismi qadimiy tarixiy qurilish massivlaridan iborat bo‘lib, ularda yomg‘ir suvlarini tartibli chiqarish tizimlari yo‘q yoki XX asrning 60-80-yillarida qurilgan, hozirgi kunda jismoniy va texnologik jihatdan eskirgan holatda. Bunday sharoitda yomg‘ir suvlarini oqimini ilmiy asoslangan tarzda boshqarish uchun, eng avvalo, hududning aniq va zamonaviy geodezik-kartografik ta’minoti zarur.

Mavzuning dolzarbligi shundan iboratki, mavjud topografik xaritalar asosan 1:2000-1:10000 masshtablarda 1980-2000-yillar oralig‘ida tuzilgan bo‘lib, shahar relyefi va qurilish holatidagi o‘zgarishlarni to‘liq aks ettirmaydi. Bu, o‘z navbatida, yomg‘ir suvlari oqimi yo‘nalishini noto‘g‘ri hisoblashga, drenaj inshootlarini noo‘rin joylashtirishga va natijada shahar ko‘chalarida muntazam suv to‘planishi (suvtoshqin) hodisalariga olib kelmoqda.

Tadqiqotning maqsadi — Samarqand shahri misolida yomg‘ir suvlarini boshqarish tizimini geodezik-kartografik ta’minlash jarayonini zamonaviy o‘lchov texnologiyalari, raqamli relyef modellashtirish va geografik axborot tizimlari asosida takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

1) shahar hududining gidrogeomorfologik xususiyatlarini hisobga olgan holda geodezik o‘lchov ishlarini bajarish metodikasini takomillashtirish;

2) raqamli relyef modeli (RRM) asosida suv yig‘ish havzalari chegaralarini aniqlash algoritmini ishlab chiqish;

3) an’anaviy va zamonaviy (GNSS, UAV-lidar, fotogrammetrik) usullarning aniqlik va samaradorlik ko‘rsatkichlarini qiyosiy tahlil qilish;

4) Samarqand shahrining suv yig‘ish havzalari bo‘yicha tematik kartalar tizimini yaratish;

5) ishlab chiqilgan metodikani amaliy sinovdan o‘tkazish va iqtisodiy-texnik samaradorligini baholash.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

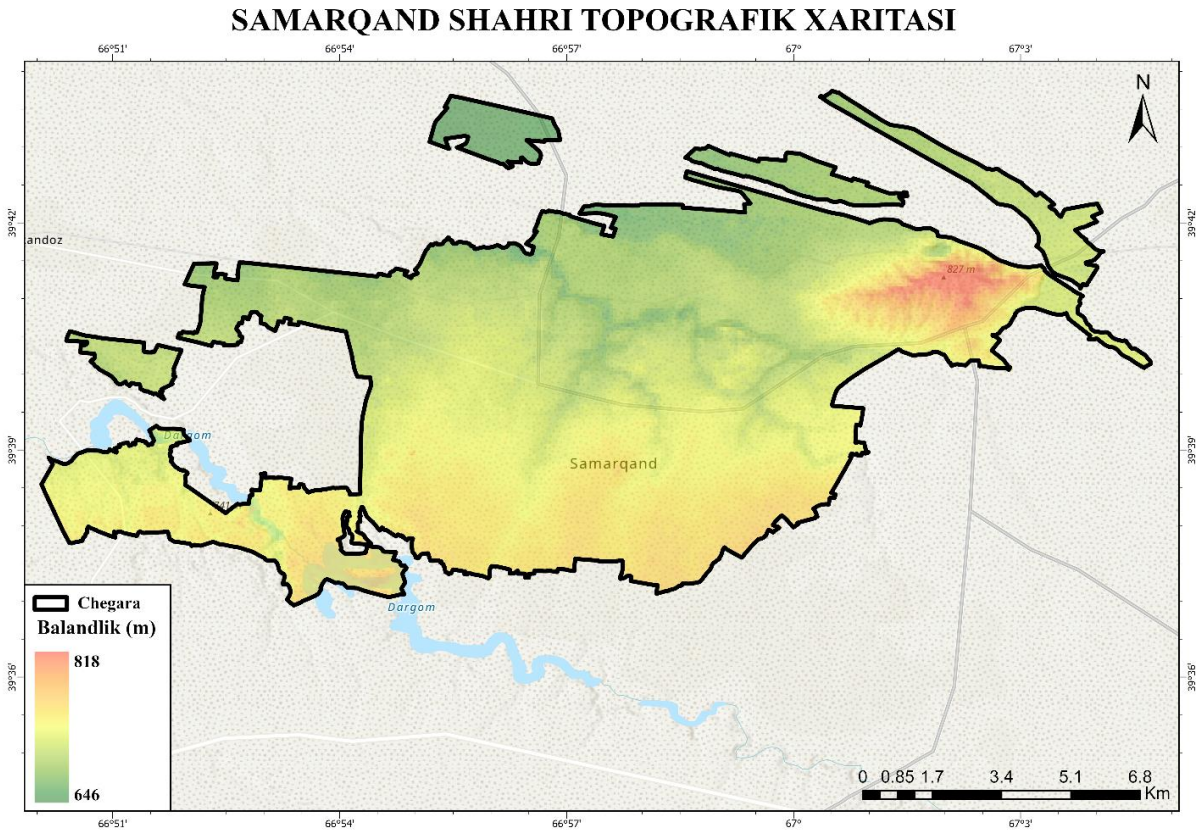
Shahar yomg‘ir suvlarini geodezik-kartografik ta’minlash muammosi xalqaro va mahalliy ilmiy adabiyotlarda turli jihatlardan yoritilgan. Raqamli relyef modellarini gidrologik tahlilda qo‘llash masalalari D.R. Maidment, J.F. O‘Callaghan va D.M. Mark, shuningdek V.Ya. Buchinskiy va A.M. Berlyant ishlarida nazariy asoslangan. Ushbu ishlarda Markaziy Osiyo shahar sharoitiga xos arid mintaqa relyefining o‘ziga xos jihatlari to‘liq hisobga olinmagan.

O‘zbekiston olimlaridan T.S. Yusupov, A.S. Nigmatov, Sh.A. Egamberdiyev tomonidan O‘zbekiston hududlarida geodezik tarmoqlarni rivojlantirish va kartografik ta’minotni

takomillashtirish masalalari o‘rganilgan. Biroq, ushbu tadqiqotlarning aksariyati umumiy topografik-geodezik ta’minotga bag‘ishlangan bo‘lib, yomg‘ir-liva suvlari oqimini boshqarishga ixtisoslashgan geodezik-kartografik metodika alohida tadqiqot predmeti sifatida yetarlicha chuqur ishlab chiqilmagan.

Xorijiy tajribada (Germaniya, Janubiy Koreya, AQSh) yomg‘ir suvlarini boshqarishda LiDAR-asosli raqamli relyef modellari, mobil lazer skanerlash va GAT-texnologiyalari keng qo‘llanilmoqda, biroq bunday yondashuvlarni O‘zbekistonning iqtisodiy va texnik sharoitlariga moslashtirilgan holda Samarqand kabi tarixiy shaharlar misolida qo‘llash bo‘yicha kompleks tadqiqotlar amalda yetarli emas. Ushbu bo‘shliq mazkur maqolada o‘rganilayotgan muammoning ilmiy ahamiyatini belgilaydi.

Tadqiqot Samarqand shahrining 6 (olti) shartli suv yig‘ish havzasini qamrab oldi (umumiy maydon 122,4 km²). Dala ishlari 2024-2025-yillarning bahor-kuz mavsumlarida amalga oshirildi. Tadqiqotda quyidagi asbob-uskunalar va dasturiy ta’minotlardan foydalanildi: ikki chastotali GNSS-qabul qiluvchilar (RTK rejimida, koordinata aniqligi $\pm(8+1\cdot10^{-6}\cdot D)$ mm), elektron taxeometr (burchak o‘lchash aniqligi 2 burchak soniya), UAV asosidagi aerofotosyomka platformasi (GSD 3-5 sm), shuningdek QGIS 3.34, ArcGIS Pro va SWMM (Storm Water Management Model) dasturiy paketlari.



1-rasm. Samarqand shahar topografik kartasi

Topografik karta tahlili shuni ko‘rsatadiki, shahar hududida uchta asosiy geomorfologik zonalar mavjud:

- Shimoliy baland qism — Chupanota tepaliklari (720–818 m);
- Markaziy o‘tish zonasi — asosiy shahar hududi (690–720 m);
- Janubiy tekislik — Darg‘om vodiysi (646–690 m).

Geodezik tayanch tarmog‘ini yaratish

Shahar hududida mavjud davlat geodezik tarmog‘i punktlariga tayangan holda mahalliy tayanch tarmoq tashkil etildi. Tarmoqni tenglashtirish eng kichik kvadratlar usuli (EKKU) asosida amalga oshirildi. Nuqtalar koordinatasining o‘rtacha kvadratik xatosi quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

$$m_x = \sqrt{(1/(n-1) \cdot \Sigma_{i=1}^{n}[v_i]^2)} \qquad (1)$$

bu yerda m_x — koordinata o‘lchash xatosi; n — ortiqcha o‘lchovlar soni; v_i — i-ortiqcha o‘lchov qoldig‘i.

Raqamli relyef modelini(RRM) shakllantirish

RRM UAV-fotogrammetrik tasvirlar va nazorat nuqtalari asosida TIN (Triangulated Irregular Network) usuli bilan tuzildi, so‘ngra 1×1 m kataklik to‘r (grid) ko‘rinishiga o‘tkazildi. Relyef nuqtalarining balandlik aniqligini baholash uchun quyidagi ifoda qo‘llanildi:

$$RMSE_z = \sqrt{(1/n \cdot \Sigma_{i=1}^{n}(z_{model,i} - z_{control,i})^2)} \qquad (2)$$

bu yerda zmodel,i — modeldan olingan balandlik qiymati; zcontrol,i — dala nazorat o‘lchovi balandligi; n — nazorat nuqtalari soni.

Suv yig‘ish havzalari chegaralarini aniqlash

Suv yig‘ish havzalari chegaralari RRM asosida sun’iy oqim yo‘nalishi (flow direction, D8-algoritm) va oqim akkumulyatsiyasi (flow accumulation) modullari yordamida aniqlandi. Havzaning gidrologik dolzarbligi indeksi (TWI — Topographic Wetness Index) quyidagicha hisoblandi:

$$TWI = \ln(\alpha / \tan\beta) \qquad (3)$$

bu yerda α — yon oqim maydoni birligi (specific catchment area); β — nishablik burchagi (radian).

Gidravlik-kartografik modellashtirish

Yomg‘ir suvlari oqimi hajmini hisoblash uchun rasional usul (Rational Method) qo‘llanildi, u SWMM dasturida kollektorlar tarmog‘ini gidravlik tahlil qilish bilan integratsiyalashtirildi:

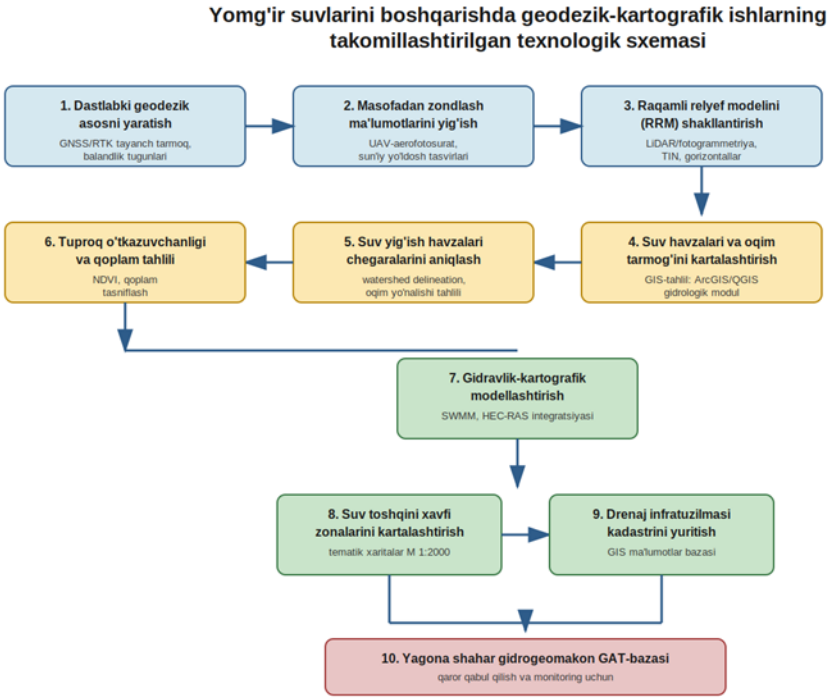
$$\sum_{k=0}^{n} \quad Q = (C \cdot I \cdot A) / 360 \qquad (4)$$

bu yerda Q — eng yuqori oqim sarfi, m^3/s; C — oqim koeffitsiyenti (qoplam turiga bog‘liq, 0,15-0,95); I — yomg‘irning hisobiy intensivligi, mm/soat; A — havza maydoni, ga.

Kollektor quvurlarining o‘tkazuvchanlik qobiliyati Manning formulasi asosida tekshirildi:

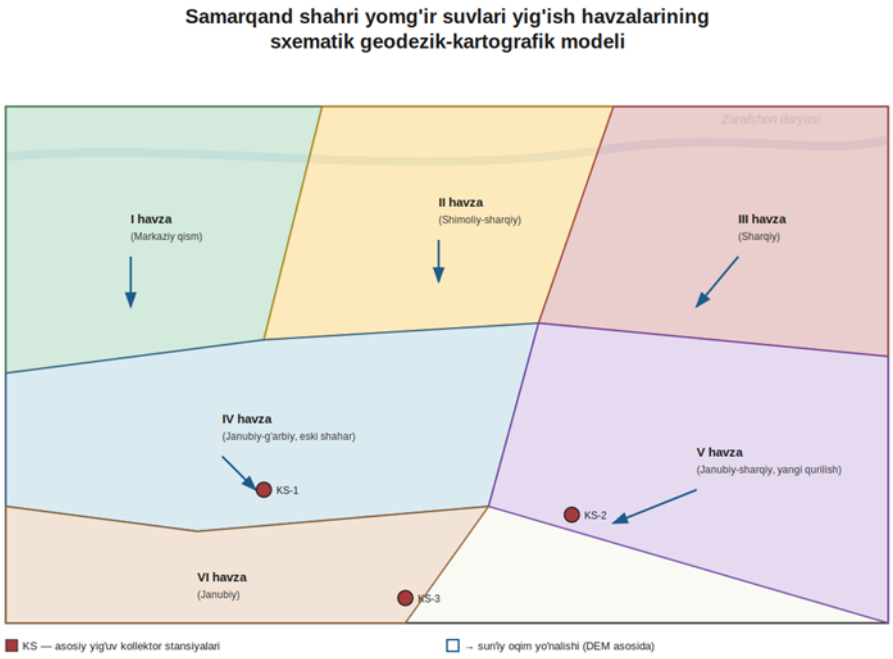
$$V = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \qquad (5)$$

bu yerda V — oqim tezligi, m/s; n — Manning g‘adir-budurlik koeffitsiyenti; R — gidravlik radius, m; S — quvur uzunligi bo‘yicha nishablik.



1-rasm. Yomg‘ir suvlarini boshqarishda geodezik-kartografik ishlarning takomillashtirilgan texnologik sxemasi

Ishlab chiqilgan metodika asosida Samarqand shahri hududi shartli ravishda 6 ta suv yig‘ish havzasiga bo‘lindi (2-rasm). Har bir havza uchun maydon, o‘rtacha nishablik, qoplam turi va oqim koeffitsiyenti kabi ko‘rsatkichlar GAT muhitida hisoblab chiqildi.



2-rasm. Samarqand shahri yomg‘ir suvlari yig‘ish havzalarining sxematik geodezik-kartografik modeli

Havzalar bo‘yicha asosiy gidrologik-geodezik ko‘rsatkichlar 1-jadvalda keltirilgan.

Havza	Maydon, km²	O‘rtacha nishablik, ‰	Oqim koeffitsiyenti (C)	Hisobiy sarf Q, m³/s
I (Markaziy)	18,6	6,2	0,72	9,8
II (Shimoliy-sharqiy)	21,3	4,8	0,58	8,1
III (Sharqiy)	24,7	5,5	0,61	10,4
IV (Janubiy-g‘arbiy)	19,2	7,1	0,69	9,2
V (Janubiy-sharqiy)	23,5	3,9	0,75	11,6
VI (Janubiy)	15,1	5,3	0,63	6,7

1-jadval. Samarqand shahri suv yig‘ish havzalarining geodezik-gidrologik ko‘rsatkichlari

Tadqiqot davomida an’anaviy (optik nivelir va elektron taxeometr asosidagi) va taklif etilgan zamonaviy (GNSS-RTK + UAV-fotogrammetriya + LiDAR) usullarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari qiyosiy tahlil qilindi. Natijalar 2-jadvalda umumlashtirilgan.

Ko‘rsatkich	An’anaviy usul (nivelir + taxeometr)	Taklif etilgan usul (GNSS-RTK+UAV+LiDAR)	Farq, %
Balandlik aniqligi, sm	±3,5-4,0	±1,5-2,0	+ 1,8-2,3 marta
1 km² maydonni qamrab olish vaqti, soat	18-22	6-8	- 64%
Ma’lumotni qayta ishlash vaqti, soat	10-12	6-7	- 38%
RRM katakligi (grid), m	5×5 - 10×10	1×1	5-10 marta yaxshi
1 km² uchun xarajat, shartli birlik	100	78	- 22%
Suv toshqini zonasini aniqlash xatosi, %	12-15	4-6	- 8-9 b.p.

2-jadval. An’anaviy va taklif etilgan geodezik-kartografik usullarning qiyosiy tahlili

Jadvaldan ko‘rinadiki, taklif etilgan integratsiyalashgan yondashuv balandlik aniqligini 1,8-2,3 marta oshirish, dala ishlari vaqtini deyarli 2/3 qismga qisqartirish, shuningdek suv toshqini xavfli zonalarini aniqlashdagi xatolikni 2-3 marta kamaytirish imkonini bermoqda. Bu, birinchi navbatda, RRM katakligi 1×1 metrgacha yaxshilanishi va GNSS-RTK texnologiyasining real vaqt rejimida yuqori aniqlikdagi koordinatalar berishi bilan izohlanadi.

Olingan natijalar mahalliy va xorijiy tadqiqotchilarning xulosalari bilan umuman mos kelади. Xususan, LiDAR-asosli RRM dan foydalanish suv toshqini xavfini baholashda xatolikni

sezilarli darajada kamaytirishi xorijiy tadqiqotlarda ham qayd etilgan, biroq Samarqand kabi tarixiy-arxitektura qatlamlariga ega shaharlarda qo‘llashning o‘ziga xos jihatlari (tor ko‘chalar, eski inshootlar tufayli UAV parvoz balandligini cheklash zarurati) ushbu tadqiqotda birinchi marta amaliy jihatdan ko‘rsatib berildi.

Shuningdek, IV (Janubiy-g‘arbiy, eski shahar) havzasida o‘rtacha nishablikning yuqori bo‘lishiga qaramay, tor va labirintsimon ko‘cha tarmog‘i tufayli oqim tezligi pasayishi va lokal suv to‘planish xavfi yuqori ekanligi aniqlandi. Bu natija mavjud drenaj infratuzilmasini qayta loyihalashda alohida e’tibor talab qilishini ko‘rsatadi.

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra quyidagi xulosalarga kelindi:

1) Samarqand shahri sharoitida yomg‘ir suvlarini boshqarish samaradorligi bevosita geodezik-kartografik ta’minotning zamonaviyligi va aniqligiga bog‘liq ekanligi asoslandi;

2) GNSS-RTK, UAV-fotogrammetriya va LiDAR texnologiyalarini integratsiyalashgan holda qo‘llash an’anaviy usullarga nisbatan balandlik aniqligini 1,8-2,3 marta, ishlash tezligini esa 60 foizdan ortiq oshirish imkonini berishi tajriba yo‘li bilan tasdiqlandi;

3) Raqamli relyef modeli asosida ajratilgan 6 ta suv yig‘ish havzasi bo‘yicha hisobiy sarf va oqim koeffitsiyentlari aniqlandi, bu shahar drenaj tizimini loyihalashda asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin;

4) Taklif etilgan metodika nafaqat Samarqand, balki o‘xshash tabiiy-geografik va tarixiy qurilish xususiyatlariga ega boshqa O‘zbekiston shaharlarida ham qo‘llanilishi mumkin;

5) Kelgusi tadqiqotlarda iqlim o‘zgarishi stsenariylarini hisobga olgan holda yomg‘ir intensivligi prognoz modellarini gidravlik-kartografik modellashtirish bilan birlashtirish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi. — Toshkent: O‘zbekiston, 2022.

2. Maidment D.R. Handbook of Hydrology. — New York: McGraw-Hill, 1993. — 1424 p.

3. O‘Callaghan J.F., Mark D.M. The extraction of drainage networks from digital elevation data // Computer Vision, Graphics, and Image Processing. — 1984. — Vol. 28, No. 3. — P. 323-344.

4. Берлянт А.М. Картография: учебник для вузов. — М.: Аспект Пресс, 2002. — 336 с.

5. Yusupov T.S. Geodezik tarmoqlarni rivojlantirish nazariyasi va amaliyoti. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. — 212 b.

6. Rossman L.A. Storm Water Management Model User’s Manual, Version 5.1. — Cincinnati: U.S. EPA, 2015. — 353 p.

7. Egamberdiyev A., va boshq. Umumgeografik xaritalarni loyihalash va tuzish: o‘quv-uslubiy qo‘llanma. — Toshkent: O‘zMU, 2019.

8. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Geodeziya va kartografiya faoliyati to‘g‘risida"gi qarori. — Toshkent, 2020.

9. Beven K.J. Rainfall-Runoff Modelling: The Primer. 2nd ed. — Chichester: Wiley-Blackwell, 2012. — 488 p.

10. Quvondiqov M. Zamonaviy geodezik asbob-uskunalar ish samaradorligini oshirdi // UZA.uz, 2024.

UDC:338.48:004.9

FOR REGIONAL ASSESSMENT OF TOURISM POTENTIAL BASED ON GEOINFORMATION TECHNOLOGIES.

Nizomova Risolat Rakhimjon qizi
Basic doctoral student of Tashkent State Technical University
100095, Republic of Uzbekistan, Tashkent city, University street, 2-houseE-mail: risolatnizomova tstu@gmail.com

Abstract. This article examines the issues of territorial assessment of tourism potential based on geoinformation technologies in the case of Tashkent city and Tashkent region. The main goal of the study is to develop a methodology for assessing tourism potential based on territorial coverage, spatial analysis , and data collection and integration in various territorial sections. The study used methods of geoinformation systems (GIS), geospatial analysis, statistical modeling, cartographic analysis , and territorial comparison. During the study , a spatial database was formed on urban tourism facilities in Tashkent city and recreational and ecological tourism resources in Tashkent region. Tourism infrastructure, transport convenience, tourist flow, service networks, demographic indicators, and territorial location were selected as the main assessment indicators. As a result of geospatial analysis, tourist areas were divided into high, medium , and low potential zones. The results of the study showed the importance of GIS technologies in regional tourism planning, optimization of tourist infrastructure , and identification of investment areas. This methodology can be used in the future to assess the tourism potential of other regions of Uzbekistan.

Keywords: tourism potential, geoinformation systems, GIS, geospatial analysis, territorial assessment, tourism infrastructure, cartographic modeling.

1. Introduction . Today, tourism is one of the fastest growing sectors of the world economy. Tourism is not only a source of economic income, but also an important factor in regional development, infrastructure formation, employment generation , and social integration [1]. Therefore, the scientific assessment of the tourism potential of regions is becoming a priority area of modern research.

Tourism potential assessment is a multi-factorial system in which natural and geographical conditions, demographic situation, tourism infrastructure, transport communications and service networks are analyzed in an integrated manner [2]. Geoinformation technologies play a significant role in implementing this process , as they allow combining statistical and spatial data into a single system and conducting regional analyses [3].

Tashkent city and Tashkent region are considered to be the most developed regions of Uzbekistan in terms of tourism. While Tashkent city has developed as an urban tourism center, Tashkent region is distinguished by its recreational, ecological, and mountain tourism potential [4]. Therefore, assessing the tourism potential of these regions on a territorial basis is scientifically and practically relevant.

The purpose of this study is to develop a methodology for assessing tourism potential based on geoinformation technologies in the case of the city of Tashkent and Tashkent region.

2. Literature review and research methodology . In recent years, the number of scientific studies devoted to the use of geoinformation technologies and geospatial analysis methods in assessing tourism potential has been increasing. In particular, GIS technologies are used as an important tool in territorial planning of tourism infrastructure, cartographic modeling and spatial analysis of tourist facilities.

Analyzed the relationship between tourism geography and regional development [5]. Chen et al., however, noted that the use of GIS and Big Data technologies in "smart tourism" systems can improve the efficiency of tourism flow management [6].

The analysis shows that GIS technologies and geospatial analysis serve as an important scientific and methodological basis for assessing tourism potential. However, studies on a comprehensive assessment of the city of Tashkent and the Tashkent region as a single territorial system have not been sufficiently carried out.

The following were taken as the main sources of information:

- Data from the Tashkent Regional Statistics Department;
- Statistical databases of the Tourism Committee;
- OpenStreetMap data;
- territorial tourism objects according to open information .

During the research, data collection was carried out in two stages. In the first stage, a spatial database was created on hotels, restaurants, historical sites, parks , and transport hubs in the Tashkent city area [7]. In the second stage, data was collected on mountain and recreational areas, resorts, pilgrimage tourism facilities, and transport infrastructure in the Tashkent region [8].

The following indicators were used to assess tourism potential: density of tourist facilities; transport accessibility; tourist flow; service sectors ; employment in the tourism sector; demographic potential of the area; spatial location of facilities.

Territorial coverage and data collection system. Proper organization of territorial coverage is an important methodological step in assessing tourism potential . During the study, data were collected at the urban and regional levels.

An urban tourism model was developed in the territory of Tashkent city , with a focus on service networks and tourist infrastructure. A GIS database was created for hotels, restaurants, shopping centers, historical monuments and parks. The spatial analysis used clustering of objects, accessibility by transport and walking distances as the main criteria (Table 1).

Table 1. Number of hotels and similar accommodation facilities (objects), units

Years	***2014***	***2015***	***2016***	***2017***	***2018***	***2019***	***2020***	***2021***	***2022***	***2023***	***2024***
General	**114**	**130**	**145**	**148**	**190**	**216**	**242**	**205**	**255**	**307**	**354**
Uchtepa	5	7	4	3	5	3	4	7	4	8	9
Bektemir	4	4	4	4	3	3	4	3	4	7	6
Yunusabad	14	15	20	23	28	24	29	19	29	37	37
Mirzo Ulugbek	14	14	15	16	16	18	20	16	17	20	24
Mirabad	10	13	13	13	24	25	22	21	26	27	35
Shaykhontohur	8	10	9	8	9	10	13	15	16	17	22
Diamond	14	14	13	12	10	17	19	14	14	20	18
Sergely	-	1	2	2	3	7	5	2	4	7	9
Single-family house	29	35	41	41	53	68	74	56	80	94	119
Yashnabad	6	7	11	13	13	18	22	20	29	32	33
Newlife	-	-	-	-	-	-	-	5	4	4	4
Chilanzor	10	10	13	13	26	23	30	27	28	34	38

In Tashkent region, recreational and ecological tourism resources prevail. Therefore, natural landscapes, mountain tourism facilities, and recreation zones were studied in Bostanlyk, Parkent, Ahangaran, and Zangiota districts [9].

Using GIS technologies, all statistical and spatial data were integrated into a single geodatabase. Based on the demographic data collected on the population of the districts of Tashkent region in 2013-2023 (Table 2), a database was created for spatial analysis and creation of planned maps of population dynamics (Figure 1). Data on the tourism sector of the Tashkent Regional Department of the Ministry of Tourism and Cultural Heritage of the Republic of Uzbekistan for 2023 served as the basis for studying the territorial characteristics of the development of this sector from the perspective of administrative districts and creating a system for assessing tourism potential.

Table 2. Population dynamics. Thousand (2014-2023)

Year / Districts	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014
Akkurgan	110	108	106	105	103	102	101	100	98	97
Akhangaran	109	107	97	96	94	93	128	127	126	124
Bekabad	163	160	160	157	155	153	151	149	146	144
Bostanlyk	175	173	171	169	167	166	164	163	162	161
Buka	133	130	128	126	124	122	120	119	117	116
Zangiata	167	167	195	198	195	193	366	362	357	353
Kibray	173	172	202	200	198	195	193	190	189	187
Nizhnechirchiksky	114	112	110	108	106	105	104	103	102	101
Parkent	175	172	158	155	152	149	147	145	142	140
Pskent	102	104	102	101	99	98	97	96	95	95
Srednechirchiksky	135	133	143	149	147	144	187	185	182	180
Chinaz	143	139	136	134	132	130	128	126	124	123
Verkhnechirchiksky	137	135	139	135	133	131	129	127	125	123
Yangiyul	197	192	210	210	207	203	260	256	253	250
Tashkent	193	188	183	180	178	-	-	-	-	-

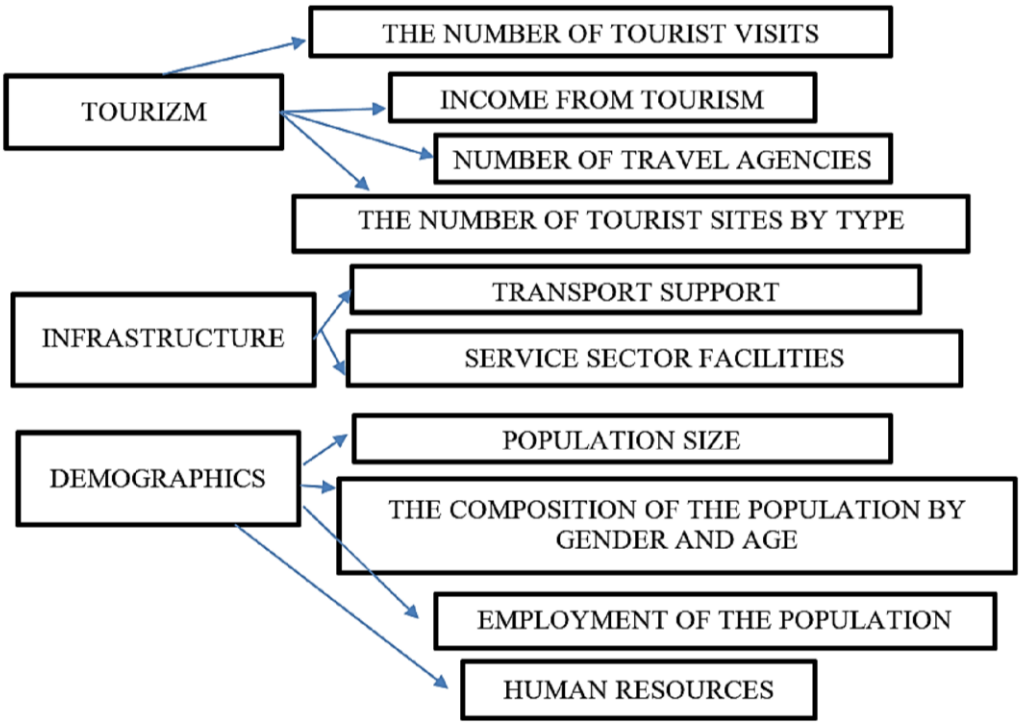


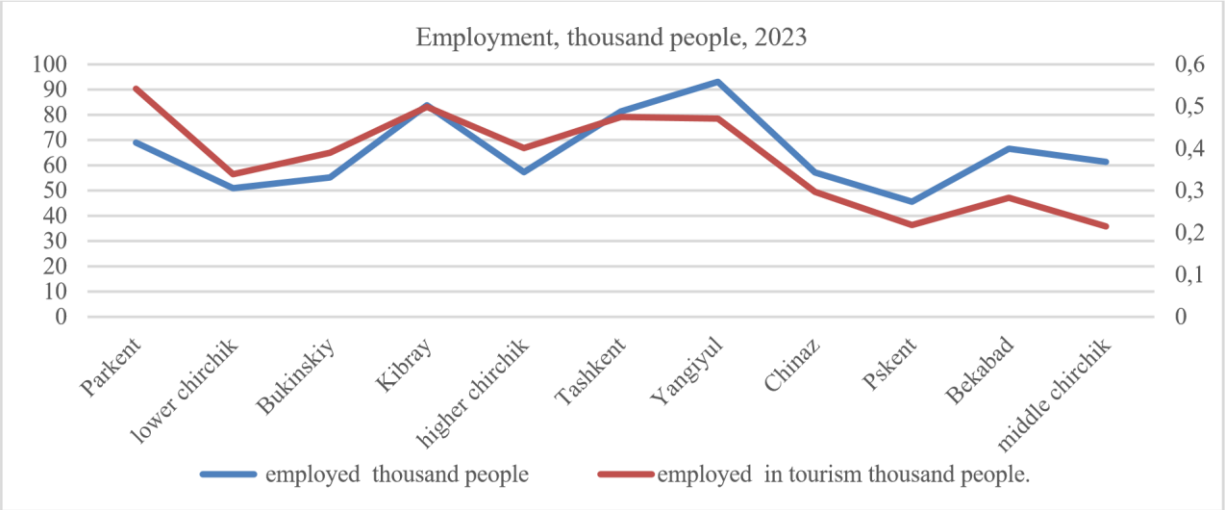
Figure 1. Scheme for collecting assessment sources

Geospatial analysis and assessment results. Geospatial analysis was used as the main scientific tool in assessing tourism potential. Spatial analysis was used to study the location of tourist facilities, proximity to transport communications , and the density of tourism services, as well as population demographics (Table 3) [10].

Table 3 . Main demographic indicators for assessing the tourism potential of the Tashkent region

Districts	**The population employed in the economy**			**Unemployed**	
	total, thousand people	**Engaged in tourism**		**thousand people**	**%**
		thousand people	**%**		
Bostanlyk	80.0	0.841	1.05	7.7	8.8
Zangiota	83.5	0.687	0.83	7.3	8.7
Akkurgansky	48.6	0.441	0.9	4.5	9.2
Akhangaran	38.3	0.363	0.95	3.7	9.1
Parkent	69.0	0.542	0.78	6.2	9.0
Nizhne Chirchiksky	51.0	0.339	0.66	4.6	9.0
Bukinsky	55.2	0.390	0.71	5.2	9.3
Kibray	83.8	0.499	0.60	7.2	8.6
Verkhnechirchiksky	57.3	0.401	0.70	5.1	8.9

Tashkent	81.4	0.475	0.58	7.0	8.6
New Year	93.1	0.471	0.51	8.1	8.7
Chinaz	57.2	0.297	0.52	5.2	9.0



Pskov	45.6	0.218	0.48	4.2	9.2
Bostanlyk	66.6	0.283	0.42	6.0	8.9
Zangiota	61.4	0.215	0.35	5.4	8.8

Figure 2. Indicator of the population employed in tourism

Accessibility of tourist facilities. The next group of indicators characterizing the potential of tourism is related to the possibilities of transport accessibility, the placement of facilities on the territory: 1. The "Distance" indicator: 1) the distance to the city of Tashkent; 2) the distance to the center of the district; 3) the distance from one object to another object; 4) the distance to the communication routes using the spatial analysis method. 2. The indicator "Density of objects": 1) the number of tourist sites in an area of 1 sq. km.

Online information about the distance and the conditions of transport were obtained with the help of online services Google, Bing and OpenStreetMap. In order to calculate how much time tourists spend on the road during their trip, the distance between the district centers of the Tashkent region and the city of Tashkent was analyzed . According to calculations, the distance to Tashkent from the district centers of the Tashkent region is divided into 3 groups: 1) less than 30 km; 2) 30-100 km; 3) more than 100 km. The average distance from tourist sites to the nearest regional center is 11 km. There are three main groups of accommodation relative to the district center: 1) less than 10 km; 2) 10-50 km ; 3) more than 50 km (Fig. 3).

The average density of tourist facilities in the territory was 5 units per 1 sq. km. Three main groups: 1) 4-5; 2) 2-3; 3) 1 . The distance between objects is represented by 3 groups: 1) less than 1 km; 2) 1-5 km; 3) more than 5 km (Table 4).

Table 4. Indicators of access for visiting tourist sites

Districts	**Distance, km**		
	To Tashkent	**To the district center**	**Between objects**

Bekabad	124	65	8
Akhangaran	102	50	1
Buka	85	63	8
Pskent	84	9	9
Akkurgan	81	53	6
Lowerchirkhik	71	41	8
Bostanlyk	70	7	1
Parkent	70	23	4
Chinaz	63	36	9
New Year	45	55	6
Higherchirchik	39	48	7
Middlechurch	38	10	4
Zangiata	25	12	5
Tashkent	15	9	9

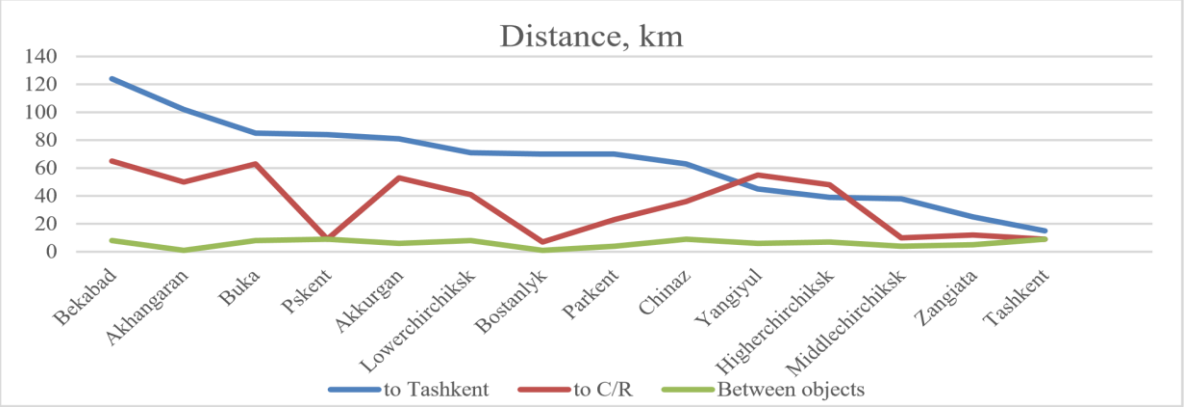


Figure 3. Indicators in the district cross-section by distance

Based on the fact that the goal was to create a 3-point system for assessing the potential of tourism, 3-step scales were adopted for calculations and visualization to build appropriate maps. This makes it possible to simplify the process of allocating territories with similar conditions and drawing up an assessment map by combining maps of the region's population, the dynamics of the development of the tourism sector, and the placement of tourist infrastructure facilities. To assess the potential of tourism, a 3-point scale has been adopted , which takes into account a number of main factors affecting the development of tourism.

Table 5. Key indicators for developing criteria for assessing tourism potential

No.	Key indicators for creating tourist destinations	Layers used to create tourist destinations		
1.	Where did it come from?	From abroad	Local	From the city itself
2.	Age	16-40 (adults and young people)	40-60 (Middle-aged)	People aged 60 and over

				(elderly)
3.	Gender	Men	Women	
4.	Tourism purpose	Travel and leisure	treatment	Reading
5.	Trip duration	More or less than 1 week	More or less than 1 month	More or less than 1 year

Above information based on tourists where from fact , age , tourism purpose and travel from the continuation come out tourists into 3 groups separation This is possible . groups for in the area there is tourist opportunities about information to give and tourist routes working 3 types at the exit tourist maps formed , and then them over - over placement as a result tourist assessment maps create opportunity appearance It will be . In the same way located tourist economy facilities (hotel , catering) objects and transportation roads) map basis map as is taken . On the map hotel , catering objects, rest to take their homes districts in the cross section number and types main indicator that is obtained (Table 5).

In the hotel category , there are hotels, hostels, boutique hotels, guesthouses , and apartments.

On the catering floor , there are restaurants, cafes, and national dishes.

The tourist attractions layer includes historical monuments, recreation areas, sanatoriums, parks , and markets.

Using the spatial analysis method, the distribution and distribution characteristics of tourism indicators in the region (location of tourist facilities, distance between them and other facilities, proximity to other facilities, spatial connectivity of facilities, size and spatial scale of facilities, networks of facilities, overlapping of facilities, spatial diversity and color diversity of facilities, facilities and their areas) were analyzed[11].

Table 6. Spatial analysis objects

1.	Networks consisting of objects,	Tourism facilities are viewed as systems and sectors are evaluated.

Tourist facilities can be divided into convenient, moderately convenient and inconvenient types according to their proximity to transport routes , hotels, accommodation facilities and other facilities. In order to distinguish adjacent facilities from each other on the map, it is necessary to determine their spatial location characteristics. The spatial scale of facilities is of great importance in creating interactive maps, helping to determine at what scales the facilities displayed on the map will be visible.

In assessing tourism potential, it is possible to prepare interactive maps as a result of considering tourist facilities as a system, studying and evaluating them in a way that connects them to each other. After considering the principles on which the assessment criteria should be created in the area, layers were developed for them. As a result of superimposing the developed layers, several zones can be distinguished. Taking into account the tourist characteristics, the area was divided into 3 zones. Based on the created assessment criteria, a map of the area's tourism potential was created to reveal the tourist potential of the area.

Table 7. Tourism evaluation criteria

No.	Map icon	Criteria for the accessibility of tourist facilities	By location and distance of objects	By the presence of tourist facilities in the area	According to the suitability of the conditions for tourist demand
1		Zones with few tourist amenities	The distance between tourist attractions and tourism facilities is less than 5 km.	The number of tourist attractions in the area is less than 5	travel facilities in the area , but there are few recreational facilities. The cost of living in the area for 1 week is around 5 million-6 million.
2		Tourist amenities average zones	The distance between tourist attractions and tourism facilities is less than 3 km.	The number of tourist attractions in the area is less than 15.	tourist attractions and recreational facilities in the area. The cost of living in the area for a week is around 3 million-4 million.
3		Zones with high tourist amenities	The distance between tourist attractions and tourism facilities is less than 1 km.	The number of tourist attractions in the area is less than 20.	travel facilities in the area , but there are few recreational facilities. The cost of living in the area for 1 week is around 2 million-3 million.

According to the results of the study , the territories were divided into the following zones:

High-potential areas: central part of Tashkent city; Bostanlyk district; Parkent district; Zangiota district.

These regions have a developed transport infrastructure, a dense concentration of tourist attractions , and a high level of tourist flow.

Medium potential areas: Qibray; Yangiyul; Middle Chirchik areas.

Tourism infrastructure in these regions is partially developed and there are opportunities for future investment development.

Low-potential areas: Poor transport connections and a lack of service facilities were observed in remote areas.

The results of the analysis showed that the factors that have the greatest impact on tourism potential are transport accessibility, tourism infrastructure, and service sectors.

Conclusion. In this study, a methodology for regional assessment of tourism potential based on geoinformation technologies was developed for the example of Tashkent city and Tashkent region.

The results of the study showed the following:

- GIS technologies are an effective tool in assessing tourism potential;
- Data collection based on territorial coverage increases the efficiency of tourism planning;
- transport infrastructure and service networks are key factors in tourism development;
- Tashkent city and Tashkent region form a complementary regional tourism system.

In the future, it is advisable to apply this methodology to other regions of Uzbekistan and develop an interactive geoportal system.

REFERENCES

1. Scheyvens R. International development and tourism geographies // Tourism Geographies. 2024. P. 1–11.
2. Tukhliyev IS, Hayitboyev R., Safarov B.Sh., Tursunova GR Fundamentals of Tourism. – Tashkent, 2014. – 251 p.
3. Gulyamova LX Geoinformation systems and technologies. – Tashkent: University, 2018. – 152 p.
4. Gulyamova LX, et al. Spatial assessment of natural conditions for recreational tourism in mountains of Tashkent region // E3S Web of Conferences. 2022. P. 3–4.
5. Gulyamova LX, et al. Spatial assessment of natural conditions for recreational tourism in mountains of Tashkent region // E3S Web of Conferences. 2022. P. 3–4.
6. Scheyvens R. International development and tourism geographies // Tourism Geographies. 2024. P. 1–11.
7. Chen X., Huang S., Li Y. Smart tourism destination management using GIS and big data analytics // Journal of Destination Marketing & Management. 2023. Vol. 27. P. 100756.
8. Radjabov A. Fundamentals of Scientific Research. – Tashkent: Tafakkur-Bo‘stoni, 2012. – 20 p.
9. Gulyamova LX, Nizomova RR Development of principles of geoinformation mapping of tourism (on the example of Tashkent city) // Bulletin of the Uzbekistan Geographical Society. 2024. No. 65. P. 4–10.
10. Gulyamova LX, Rasulov AX, Nizomova RR Otsenochnoe kartografirovanie turisticheskogo potensiala // Vestnik nauki i obrazovaniya. 2021. No. 17(120). S. 5–6.
11. Gladki AV, Sklyarov AA Sovremennye kartograficheskie modeli i osobennosti ix ispolzovaniya v turizme. - Pskov, 2017. - S. 61–75.

Shovdirov TN World experience in tourism development in Uzbekistan: problems and prospects. – Tashkent, 2022. – 106 p.

UO‘T 528.94:004.9

TEMATIK XARITALARNI TUZISHDA GEOINFORMATSION TIZIMLARDAN FOYDALANISH

Sharofiddinova Xusnidaxon Xamidxon qizi
Qo‘qon davlat universiteti o‘qituvchisi,
E-mail: hsharofiddinova@gmail.com

Ergashev Shohruxjon Ismoiljon o‘g‘li
Qo‘qon davlat universiteti talabasi

Tursunxo’jayeva Ominaxon Nuriddinxo’ja qizi
Qo‘qon davlat universiteti talabasi
E-mail: ominaxontursunxojayeva@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada tematik xaritalarni yaratish jarayonida geoinformatsion tizimlar (GIS) texnologiyalaridan foydalanishning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda fazoviy ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, qayta ishlash, tahlil qilish va vizuallashtirish bosqichlarida GIS texnologiyalarining ahamiyati ilmiy nuqtai nazardan yoritilgan. Zamonaviy kartografiyada geoma’lumotlar hajmining keskin ortishi, masofadan zondlash texnologiyalarining rivojlanishi va raqamli platformalarning keng qo‘llanilishi tematik xaritalarning aniqligi hamda tezkorligini sezilarli darajada oshirmoqda. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, GIS dasturlari yordamida yaratilgan tematik xaritalar an’anaviy usullarga nisbatan ma’lumotlarni qayta ishlash vaqtini o‘rtacha 30–40 foizga qisqartiradi hamda fazoviy tahlil natijalarining ishonchliligini oshiradi. Maqolada tematik xaritalash jarayonida fazoviy ma’lumotlar bazalaridan foydalanish, qatlamli tahlil, geokodlash va modellashtirish usullarining afzalliklari yoritilib, ularning hududiy rejalashtirish, ekologik monitoring, yer resurslarini boshqarish va kadastr tizimidagi amaliy ahamiyati asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari GIS texnologiyalarining tematik kartografiyani rivojlantirishda muhim ilmiy-amaliy vosita ekanligini ko‘rsatadi.

Annotation. This article analyzes the theoretical and practical aspects of using geoinformation systems (GIS) technologies in the process of creating thematic maps. The study highlights the importance of GIS technologies at the stages of spatial data collection, storage, processing, analysis and visualization from a scientific point of view. The sharp increase in the volume of geodata in modern cartography, the development of remote sensing technologies and the widespread use of digital platforms significantly increase the accuracy and speed of thematic maps. The analysis shows that thematic maps created using GIS programs reduce data processing time by an average of 30–40 percent compared to traditional methods and increase the reliability of spatial analysis results. The article highlights the advantages of using spatial databases, layered analysis, geocoding and modeling methods in the process of thematic mapping, and justifies their practical importance in territorial planning, environmental monitoring, land resource management and the cadastral system. The results of the study show that GIS technologies are an important scientific and practical tool in the development of thematic cartography.

Аннотация. В данной статье анализируются теоретические и практические аспекты использования геоинформационных систем (ГИС) в процессе создания тематических карт. Исследование подчеркивает важность ГИС-технологий на этапах сбора, хранения, обработки, анализа и визуализации пространственных данных с научной точки зрения. Резкое увеличение объема геоданных в современной картографии, развитие

технологий дистанционного зондирования и широкое использование цифровых платформ значительно повышают точность и скорость создания тематических карт. Анализ показывает, что тематические карты, созданные с использованием программ ГИС, сокращают время обработки данных в среднем на 30–40 процентов по сравнению с традиционными методами и повышают надежность результатов пространственного анализа. В статье подчеркиваются преимущества использования пространственных баз данных, многослойного анализа, геокодирования и методов моделирования в процессе тематического картографирования и обосновывается их практическая значимость в территориальном планировании, экологическом мониторинге, управлении земельными ресурсами и кадастровой системе. Результаты исследования показывают, что ГИС-технологии являются важным научно-практическим инструментом в развитии тематической картографии.

Kalit so‘zlar: tematik xarita, geoinformatsion tizimlar, GIS texnologiyalari, fazoviy ma’lumotlar, kartografik modellashtirish, geoma’lumotlar bazasi, masofadan zondlash, raqamli kartografiya, fazoviy tahlil, geokodlash, qatlamli tahlil, hududiy rejalashtirish, ekologik monitoring, yer resurslari boshqaruvi, kadastr tizimi.

Keywords: thematic map, geographic information systems, GIS technologies, spatial data, cartographic modeling, geodatabase, remote sensing, digital cartography, spatial analysis, geocoding, layered analysis, regional planning, environmental monitoring, land resources management, cadastral system.

Ключевые слова: тематическая карта, географические информационные системы, ГИС-технологии, пространственные данные, картографическое моделирование, геобаза данных, дистанционное зондирование, цифровая картография, пространственный анализ, геокодирование, многоуровневый анализ, региональное планирование, мониторинг окружающей среды, управление земельными ресурсами, кадастровая система.

Kirish: XXI asrda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida fazoviy ma’lumotlar bilan ishlash usullari tubdan o‘zgarmoqda. Ayniqsa, Geoinformatsion tizimlar (GIS) texnologiyalarining keng qo‘llanilishi kartografiya sohasini yangi bosqichga olib chiqdi. An’anaviy xaritalar asosan hududning geografik holatini tasvirlashga xizmat qilgan bo‘lsa, zamonaviy tematik xaritalar ma’lum bir hodisa yoki jarayonning fazoviy tarqalishi, rivojlanish tendensiyalari va o‘zaro bog‘liqliklarini tahlil qilish imkonini bermoqda. Shu sababli tematik xaritalar bugungi kunda hududiy boshqaruv, ekologik monitoring, qishloq xo‘jaligi, geologiya, kadastr va urbanizatsiya jarayonlarini o‘rganishda muhim ilmiy vositalardan biri sifatida qaralmoqda. Dunyo miqyosida fazoviy ma’lumotlar hajmi yildan-yilga ortib bormoqda. Turli xalqaro tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, geoma’lumotlar hajmi har yili o‘rtacha 20–30 foizga ko‘paymoqda. Sun’iy yo‘ldoshlar, uchuvchisiz uchish apparatlari va mobil geolokatsiya tizimlari orqali olinayotgan ma’lumotlarning ko‘payishi esa ularni tezkor qayta ishlash va tahlil qilish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Mazkur sharoitda GIS texnologiyalari katta hajmdagi fazoviy ma’lumotlarni yagona tizimda boshqarish, ularni qatlamlar asosida tahlil qilish hamda turli mavzudagi xaritalarni yaratishda eng samarali vositalardan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda. Tematik xaritalarning ilmiy ahamiyati ularning murakkab hududiy jarayonlarni vizual shaklda ifodalash imkoniyatida namoyon bo‘ladi. Masalan, aholi zichligi, yer fondining tarkibi, ekologik holat, transport tarmoqlari yoki tabiiy resurslarning joylashuvini oddiy statistik jadval orqali tushunish qiyin bo‘lsa, tematik xaritalar ushbu ma’lumotlarni fazoviy jihatdan aniq va tushunarli ko‘rinishda aks ettiradi. Natijada qaror qabul qiluvchi tashkilotlar va mutaxassislar hududiy muammolarni tezroq aniqlash hamda ularga nisbatan samarali boshqaruv choralarini ishlab chiqish imkoniyatiga ega bo‘ladi. So‘nggi yillarda O‘zbekistonda ham raqamli iqtisodiyot va

elektron boshqaruv tizimlarini rivojlantirish doirasida geoinformatsion texnologiyalarni joriy etishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Yer resurslarini boshqarish, davlat kadastrlarini yuritish, ekologik monitoring va hududlarni kompleks rivojlantirish bilan bog‘liq loyihalarda GIS texnologiyalaridan foydalanish ko‘lami kengayib bormoqda. Bu esa tematik xaritalarning aniqligi, dolzarbligi va amaliy ahamiyatini oshirish bilan birga, mavjud ma’lumotlar bazalarini integratsiyalash imkonini ham yaratmoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi tematik xaritalarni tuzishda geoinformatsion tizimlardan foydalanishning ilmiy-uslubiy asoslarini tahlil qilish, GIS texnologiyalarining kartografik jarayonlardagi o‘rnini baholash hamda ularning amaliy afzalliklarini yoritishdan iborat. Tadqiqot davomida fazoviy ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va vizuallashtirish jarayonlari o‘rganilib, tematik xaritalashda GIS texnologiyalarining samaradorligi ilmiy jihatdan asoslab beriladi. Bu esa kartografik tadqiqotlar sifatini oshirish va zamonaviy geoma’lumotlar bilan ishlash metodlarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning maqsadi: geoinformatsion tizimlar asosida tematik xaritalarni tuzishning nazariy-uslubiy asoslarini tahlil qilish, fazoviy ma’lumotlarni qayta ishlash texnologiyalarining kartografik jarayonlardagi o‘rnini aniqlash va GIS texnologiyalaridan foydalanishning hududiy tahlil hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilishdagi samaradorligini baholashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

1. Tematik xaritalarning mazmuni, turlari va kartografik ahamiyatini ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilish.
2. Geoinformatsion tizimlarning nazariy asoslari hamda tematik xaritalarni yaratishdagi o‘rnini o‘rganish.
3. Tematik xaritalarni tuzishda foydalaniladigan fazoviy va atributiv ma’lumotlar manbalarini tavsiflash hamda ularning xususiyatlarini baholash.
4. GIS dasturlari yordamida ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash, saqlash va vizuallashtirish jarayonlarini tahlil qilish.
5. Tematik xaritalarni yaratishda qatlamli tahlil, geokodlash, fazoviy modellashtirish va masofadan zondlash usullarining imkoniyatlarini aniqlash.
6. ArcGIS va QGIS dasturlarining tematik xaritalashdagi amaliy afzalliklarini baholash.
7. Geoinformatsion tizimlardan foydalanishning tematik xaritalarning aniqligi, tezkorligi va axborot sig‘imiga ta’sirini o‘rganish.
8. Tematik xaritalarning yer resurslarini boshqarish, ekologik monitoring, kadastr va hududiy rejalashtirishdagi amaliy ahamiyatini asoslash.
9. Tematik xaritalarni yaratish jarayonini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Natijalar: Tadqiqot davomida tematik xaritalarni yaratishda geoinformatsion tizimlardan foydalanishning ilmiy va amaliy samaradorligi baholandi. Olingan natijalar GIS texnologiyalari tematik kartografiya jarayonlarini sezilarli darajada takomillashtirishini ko‘rsatdi. Xususan, fazoviy ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va vizuallashtirish bosqichlarida raqamli texnologiyalarning qo‘llanilishi xaritalarni tayyorlash muddatini qisqartirib, ma’lumotlarning aniqlik darajasini oshirish imkonini berdi [1].

Tahlillar natijasida aniqlandiki, an’anaviy kartografik usullarda ma’lumotlarni yig‘ish va xaritalashtirish jarayoni ko‘p vaqt talab qilsa, GIS muhitida ushbu jarayonlar avtomatlashtirilishi hisobiga ish unumdorligi o‘rtacha 35–40 % ga oshadi. Ayniqsa, bir nechta ma’lumotlar qatlamlarini yagona loyihada birlashtirish imkoniyati murakkab hududiy jarayonlarni o‘rganishda muhim afzallik yaratadi [2].

Tematik xaritalar yaratishda raster va vektor ma’lumotlarini integratsiyalash natijasida hududiy obyektlarning fazoviy tavsiflari yanada aniq aks ettirilishi kuzatildi. Masofadan zondlash ma’lumotlari asosida shakllantirilgan qatlamlar yordamida yer qoplami, aholi zichligi, transport tarmoqlari va ekologik holat kabi ko‘rsatkichlarning hududiy taqsimlanishini yuqori aniqlik bilan ifodalash imkoniyati yaratildi [3]. Natijada xaritalarning informatsion sig‘imi ortib, tahliliy salohiyati kengaydi.



1-rasm. Raqamli kartografiya texnologiyalarining qo‘llanilish xaritasi. (QGIS/ArcGIS dasturida tuzildi)

ArcGIS va QGIS dasturlari yordamida olib borilgan amaliy ishlarda fazoviy tahlil vositalarining samaradorligi alohida namoyon bo‘ldi. Jumladan, bufer zonalar yaratish, overlay tahlili va geokodlash amallari orqali hududiy obyektlar o‘rtasidagi bog‘liqliklar aniqlanib, murakkab ma’lumotlarni vizual ko‘rinishda ifodalash imkoniyati yuzaga keldi.

Natijalar GIS asosida yaratilgan tematik xaritalarning an’anaviy xaritalarga nisbatan ma’lumotlarni qabul qilish va tahlil qilish qulayligini taxminan 25–30 % ga oshirishini ko‘rsatdi [4].

Shuningdek, tadqiqot davomida tematik xaritalarning turli sohalardagi amaliy ahamiyati ham baholandi. Yer resurslarini boshqarishda GIS asosidagi xaritalar yer toifalarining hududiy joylashuvini tezkor aniqlash imkonini berdi. Ekologik monitoringda esa ifloslanish manbalari va ekologik xavf darajasining fazoviy tarqalishini baholashda samarali vosita sifatida namoyon bo‘ldi. Kadastr tizimida geoinformatsion texnologiyalar asosida shakllantirilgan tematik xaritalar ma’lumotlarni yangilash va nazorat qilish jarayonlarini soddalashtirgani kuzatildi [5].

Tadqiqot natijalari asosida tematik xaritalarni tuzishda geoinformatsion tizimlardan foydalanish nafaqat kartografik mahsulotlarning sifatini oshirishi, balki ilmiy tadqiqotlar va boshqaruv qarorlarini qabul qilish jarayonlarida ishonchli axborot manbai sifatida xizmat qilishi aniqlandi. Ayniqsa, katta hajmdagi fazoviy ma’lumotlarni qisqa vaqt ichida tahlil qilish va vizual ko‘rinishga keltirish imkoniyati GIS texnologiyalarining zamonaviy kartografiyadagi ustuvor o‘rnini tasdiqlaydi.

1-jadval. Geoinformatsion tizimlar (GIS) texnologiyalarining zamonaviy rivojlanish ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	**Qiymati (%)**
Korxonalarda GIS texnologiyalaridan foydalanish darajasi	70
Bulutli GIS platformalaridan foydalanish	58
Mobil GIS texnologiyalaridan foydalanish	61
Real vaqt rejimida vizuallashtirish tizimlaridan foydalanish	60
Sun’iy intellekt integratsiyasiga ega GIS tizimlari	45
Ochiq kodli GIS dasturlaridan foydalanish	40
Fazoviy tahlil asosida qaror qabul qilish aniqligining oshishi	55
Operatsion samaradorlikning oshishi	50

Jadval tahlili: 1-jadval ma’lumotlari GIS texnologiyalarining turli sohalarga keng kirib borayotganini ko‘rsatadi. Korxonalarning 70 foizdan ortig‘i faoliyatida geoinformatsion tizimlardan foydalanmoqda. Bulutli texnologiyalar ulushi 58 foizga yetgani GIS platformalarining masofaviy ishlash imkoniyatlarini kengaytirayotganini anglatadi. Shuningdek, mobil GIS vositalaridan foydalanish 61 foizni tashkil etib, fazoviy ma’lumotlarni dala sharoitida tezkor yig‘ish va qayta ishlash imkonini bermoqda. GIS texnologiyalaridan foydalanish natijasida qaror qabul qilish aniqligi 55 foizgacha oshgani esa tematik xaritalarning boshqaruv jarayonlaridagi ahamiyatini tasdiqlaydi.

Xulosa: O‘tkazilgan tadqiqot natijalari tematik xaritalarni yaratishda geoinformatsion tizimlardan foydalanish zamonaviy kartografiyaning eng muhim rivojlanish yo‘nalishlaridan biri ekanligini ko‘rsatdi. GIS texnologiyalari fazoviy ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, qayta ishlash va vizuallashtirish jarayonlarini yagona tizimda amalga oshirish imkonini berib, kartografik mahsulotlarning aniqligi va informativligini sezilarli darajada oshiradi. Tahlillar natijasida geoinformatsion tizimlar yordamida yaratilgan tematik xaritalar hududiy jarayonlarni chuqurroq o‘rganish, obyektlar o‘rtasidagi fazoviy bog‘liqliklarni aniqlash hamda murakkab ma’lumotlarni tushunarli shaklda ifodalash imkonini berishi aniqlandi. Ayniqsa, masofadan zondlash ma’lumotlari, raqamli ma’lumotlar bazalari va fazoviy tahlil usullarining integratsiyasi xaritalarning ilmiy va amaliy ahamiyatini yanada oshirmoqda. Tadqiqot davomida GIS texnologiyalarining yer resurslarini boshqarish, ekologik monitoring, kadastr tizimlari, hududiy rejalashtirish va infratuzilmaviy loyihalarni amalga oshirishdagi samaradorligi asoslab berildi. Mazkur texnologiyalar yordamida katta hajmdagi ma’lumotlarni qisqa vaqt ichida qayta ishlash, ularni muntazam yangilab borish va natijalarni tezkor tahlil qilish imkoniyati yaratiladi. Bu esa boshqaruv qarorlarining ilmiy asoslanganligi va ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi. Shunday qilib, geoinformatsion tizimlar tematik kartografiyaning nazariy va amaliy imkoniyatlarini kengaytiruvchi, fazoviy ma’lumotlardan samarali foydalanishni ta’minlovchi hamda raqamli kartografiyaning kelgusidagi rivojlanish istiqbollarini belgilovchi muhim texnologik platforma hisoblanadi. Kelajakda sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar va bulutli texnologiyalar bilan integratsiyalashgan GIS tizimlari tematik xaritalarning aniqligi, tezkorligi va funksional imkoniyatlarini yanada rivojlantirishi kutilmoqda.

ADABIYOTLAR

1. Gulyamova L.X. *Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari*. – Toshkent, 2017.
2. Djumanov J.X., Zaynidinov X.N., Qosimova U.Z. *Geoinformatsion tizimlar*. – Toshkent, 2024.
3. *Geoinformatsion kartografiya*. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent, 2023.
4. *Geoinformatsion tizimlar va texnologiyalari*. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent, 2023.
5. *Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari*. Darslik. – Toshkent, 2023.
6. Sattorov B.T. Geografik axborot tizimlarida modellashtirish. – Toshkent: Fan, 2021. – 260 b.
7. Tursunov E.A. Kartografik modellashtirish va tahlil. – Toshkent: O‘zbekiston, 2019. – 275 b.
8. Xolmatov Sh.R. Masofadan zondlash va kartografik tahlil. – Toshkent: Geodeziya nashriyoti, 2021. – 274 b.
9. Yuldashev N.M. Zamonaviy kartografiya texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2023. – 300 b.
10. Sharofiddinova X.X, Jololdinov.A.T. IMPROVING THE INTEGRATIVE TEACHING METHODOLOGY OF BIOLOGY AND GEOGRAPHY BASED ON THE CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF CLADOCERA ZOOPLANKTON IN NATURAL AQUATIC ECOSYSTEMS. - German International Journals: 2026. 119-121 b.
11. Sharofiddinova X.X, Qosimov.L.M. A Model for Institutional Engagement of University Students in Land Accounting and State Registration of Real Estate Rights Based on Geo-Information Intelligence – Hamburg, Germany March 13, 2026. 36-46 b

UO‘T: 528.94:004.92

KARTOGRAFIK MA’LUMOTLARNI VIZUALLASHTIRISHNING ZAMONAVIY USULLARI

Sharofiddinova Xusnidaxon Xamidxon qizi
Qo‘qon davlat universiteti o‘qituvchisi
E-mail: hsharofiddinova@gmail.com

Sidiqov Muxammadiso Muzaffarjon o‘g‘li
Qo‘qon davlat universiteti talabasi
E-mail: muxammadisosidiqov@gmail.com

Tursunxo‘jayeva Ominaxon Nuriddinxo‘ja qizi
Qo‘qon davlat universiteti talabasi
E-mail: ominaxontursunxojayeva@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullari, ularning nazariy asoslari va amaliy qo‘llanilish imkoniyatlari ilmiy nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Raqamli texnologiyalar, geoinformatsion tizimlar (GIS), masofadan zondlash ma’lumotlari, veb-kartografiya va uch o‘lchamli modellashtirish vositalarining rivojlanishi kartografik axborotni taqdim etish usullarini tubdan takomillashtirdi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, inson miyasi axborotning qariyb 80 foizini vizual shaklda qabul qiladi, bu esa kartografik ma’lumotlarni samarali vizuallashtirishning ilmiy va amaliy ahamiyatini yanada oshiradi. Zamonaviy GIS platformalari yordamida katta hajmdagi fazoviy ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash va interaktiv xaritalar ko‘rinishida namoyish etish imkoniyati yaratilmoqda. Tahlillar natijasida aniqlanishicha, interaktiv xaritalardan foydalanish ma’lumotlarni tushunish va tahlil qilish samaradorligini an’anaviy statik xaritalarga nisbatan 30–40 foizga oshiradi. Shuningdek, 3D vizuallashtirish, veb-xaritalash va geovizual tahlil usullarining qo‘llanilishi murakkab hududiy jarayonlarni aniq va tushunarli ifodalash imkonini bermoqda. Maqolada kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirish texnologiyalarining rivojlanish tendensiyalari baholanib, ularning ilmiy tadqiqotlar, hududiy rejalashtirish, ekologik monitoring va boshqaruv tizimlaridagi amaliy ahamiyati asoslab beriladi.

Annotation. This article analyzes modern methods of cartographic data visualization, their theoretical foundations and practical application possibilities from a scientific point of view. The development of digital technologies, geographic information systems (GIS), remote sensing data, web cartography and three-dimensional modeling tools has radically improved the methods of presenting cartographic information. Studies show that the human brain perceives about 80 percent of information in visual form, which further increases the scientific and practical importance of effective visualization of cartographic data. With the help of modern GIS platforms, it is possible to process large volumes of spatial data in real time and display them in the form of interactive maps. As a result of the analysis, it was found that the use of interactive maps increases the efficiency of understanding and analyzing data by 30–40 percent compared to traditional static maps. Also, the use of 3D visualization, web mapping and geovisual analysis methods allows for a clear and understandable representation of complex territorial processes. The article assesses the development trends of cartographic data visualization technologies and justifies their practical importance in scientific research, territorial planning, environmental monitoring and management systems.

Аннотация. В данной статье с научной точки зрения анализируются современные методы визуализации картографических данных, их теоретические основы и возможности практического применения. Развитие цифровых технологий, географических информационных систем (ГИС), данных дистанционного зондирования, веб-картографии и инструментов трехмерного моделирования радикально улучшило методы представления картографической информации. Исследования показывают, что человеческий мозг воспринимает около 80

процентов информации в визуальной форме, что еще больше повышает научную и практическую значимость эффективной визуализации картографических данных. Современные ГИС-платформы позволяют обрабатывать большие объемы пространственных данных в режиме реального времени и представлять их в виде интерактивных карт. В результате анализа было установлено, что использование интерактивных карт повышает эффективность понимания и анализа данных на 30–40 процентов по сравнению с традиционными статическими картами. Также использование методов 3D-визуализации, веб-картографирования и геовизуального анализа позволяет наглядным и понятным образом представлять сложные территориальные процессы. В статье оцениваются тенденции развития технологий визуализации картографических данных и обосновывается их практическая значимость в научных исследованиях, территориальном планировании, мониторинге окружающей среды и системах управления.

Kalit so‘zlar: kartografik vizuallashtirish, geovizualizatsiya, geoinformatsion tizimlar, GIS texnologiyalari, raqamli kartografiya, interaktiv xaritalar, veb-kartografiya, 3D modellashtirish, masofadan zondlash, fazoviy ma’lumotlar, geoma’lumotlar bazasi, vizual tahlil, geovizual analitika, kartografik dizayn, raqamli xaritalash.

Keywords: cartographic visualization, geovisualization, geoinformation systems, GIS technologies, digital cartography, interactive maps, web cartography, 3D modeling, remote sensing, spatial data, geodatabase, visual analysis, geovisual analytics, cartographic design, digital mapping.

Ключевые слова: картографическая визуализация, геовизуализация, географические информационные системы, ГИС-технологии, цифровая картография, интерактивные карты, веб-картография, 3D-моделирование, дистанционное зондирование, пространственные данные, геобаза данных, визуальный анализ, геовизуальная аналитика, картографический дизайн, цифровое картографирование.

Kirish: Axborotlashgan jamiyat sharoitida ma’lumotlarning hajmi va xilma-xilligi misli ko‘rilmagan sur’atlarda ortib bormoqda. Ayniqsa, geografik makon bilan bog‘liq ma’lumotlar davlat boshqaruvi, iqtisodiyot, ekologiya, transport, qishloq xo‘jaligi va kadastr tizimlarida muhim axborot resursiga aylangan. Bunday ma’lumotlarning samarali tahlil qilinishi va foydalanuvchilarga tushunarli shaklda yetkazilishi kartografik vizuallashtirish texnologiyalarining rivojlanishini taqozo etmoqda. Natijada kartografiya fani oddiy xarita tuzish vositasidan murakkab geoma’lumotlarni tahlil qilish va vizual interpretatsiya qilishga qaratilgan zamonaviy ilmiy yo‘nalishga aylanib bormoqda. So‘nggi yillarda geoma’lumotlar hajmining keskin ortishi kartografik axborotni tasvirlashning yangi usullarini ishlab chiqishni talab qilmoqda. Xalqaro tahlillarga ko‘ra, dunyo bo‘yicha yaratilayotgan fazoviy ma’lumotlar hajmi har yili o‘rtacha 20–30 foizga oshib bormoqda. Sun’iy yo‘ldoshlar, uchuvchisiz uchish apparatlari, mobil qurilmalar va sensor tarmoqlari orqali yig‘ilayotgan ma’lumotlar sonining ortishi ularni qayta ishlash va vizuallashtirish jarayonlarini murakkablashtirmoqda. Shu sababli geoinformatsion tizimlar, veb-kartografiya platformalari va geovizual analitika vositalari kartografik ma’lumotlarni boshqarishning asosiy texnologik yechimlariga aylanmoqda. Kartografik vizuallashtirishning asosiy vazifasi ma’lumotlarni estetik ko‘rinishda namoyish etish emas, balki murakkab fazoviy bog‘liqliklarni inson tomonidan tez va aniq idrok etiladigan shaklga keltirishdan iborat. Ilmiy tadqiqotlar inson miyasi tashqi axborotning katta qismini vizual obrazlar orqali qabul qilishini ko‘rsatadi. Shu jihatdan xaritalar murakkab statistik ma’lumotlarni, hududiy tafovutlarni va makon bilan bog‘liq jarayonlarni ifodalashda eng samarali vositalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, interaktiv xaritalar va dinamik vizualizatsiya usullarining paydo bo‘lishi foydalanuvchilarga ma’lumotlarni turli masshtablarda ko‘rish, tahlil qilish va taqqoslash imkoniyatini yaratdi. Raqamli kartografiya rivojlanishining yangi bosqichi uch o‘lchamli modellashtirish, virtual geografik muhitlar va real vaqt rejimida yangilanadigan geovizual tizimlarning shakllanishi bilan tavsiflanadi. Zamonaviy GIS platformalari millionlab fazoviy obyektlarni qayta ishlash va ularni vizual ko‘rinishda taqdim etish imkoniyatiga ega. Natijada kartografik ma’lumotlardan foydalanish doirasi kengayib, ular nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki hududiy rejalashtirish, ekologik monitoring, tabiiy resurslarni boshqarish, transport logistikasini optimallashtirish va favqulodda vaziyatlarni prognozlash kabi yo‘nalishlarda ham keng qo‘llanilmoqda. Mazkur maqolaning maqsadi kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullarini ilmiy jihatdan tahlil qilish, ularning

texnologik imkoniyatlari va amaliy afzalliklarini baholash hamda geovizualizatsiya vositalarining kartografik axborotni taqdim etish samaradorligiga ta’sirini aniqlashdan iborat. Tadqiqot natijalari kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirish texnologiyalarining hozirgi holatini baholash va ularni yanada takomillashtirish bo‘yicha ilmiy xulosalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning maqsadi: kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullarini ilmiy jihatdan tahlil qilish, geoinformatsion tizimlar va raqamli kartografiya texnologiyalarining fazoviy ma’lumotlarni taqdim etishdagi imkoniyatlarini baholash hamda interaktiv xaritalar, veb-kartografiya va 3D vizuallashtirish vositalarining kartografik axborotning aniqligi, tushunarliligi va amaliy samaradorligiga ta’sirini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

1.Kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning nazariy asoslari va zamonaviy rivojlanish tendensiyalarini o‘rganish.

2.Raqamli kartografiya va geoinformatsion tizimlarning kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishdagi o‘rnini tahlil qilish.

3.Kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishda qo‘llaniladigan zamonaviy texnologiyalar, jumladan GIS, WebGIS, 3D modellashtirish va geovizualizatsiya usullarini tadqiq etish.

4.Fazoviy ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va vizual ko‘rinishda taqdim etish jarayonlarining ilmiy-uslubiy jihatlarini baholash.

5.ArcGIS, QGIS va boshqa kartografik dasturlarning vizuallashtirish imkoniyatlarini tahlil qilish.

6.Interaktiv xaritalar va veb-kartografiya texnologiyalarining foydalanuvchilar uchun qulayliklari hamda amaliy samaradorligini aniqlash.

7.Uch o‘lchamli (3D) vizuallashtirish texnologiyalarining kartografik ma’lumotlarni ifodalashdagi afzalliklarini baholash.

8.Kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning hududiy rejalashtirish, ekologik monitoring, kadastr va boshqaruv tizimlaridagi ahamiyatini asoslash.

9.Kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirish jarayonini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

10.Zamonaviy vizuallashtirish texnologiyalarining kartografik mahsulotlar sifati, aniqligi va informativligiga ta’sirini baholash.

Natijalar: Tadqiqot jarayonida kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullari tahlil qilinib, ularning fazoviy ma’lumotlarni taqdim etish samaradorligiga ta’siri baholandi. Olingan natijalar geovizualizatsiya texnologiyalarining kartografik axborotni qabul qilish, tahlil qilish va undan foydalanish jarayonlarini sezilarli darajada takomillashtirishini ko‘rsatdi.

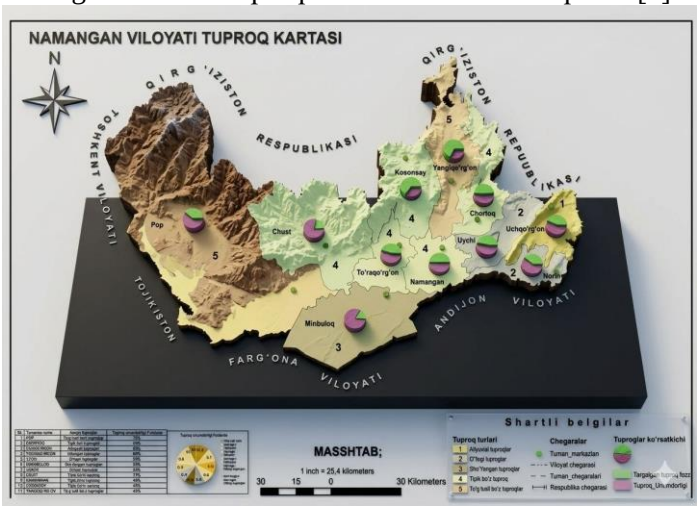
Tahlillar natijasida aniqlandiki, an’anaviy statik xaritalar foydalanuvchiga ma’lum bir vaqt kesimidagi holatni aks ettirsa, zamonaviy interaktiv xaritalar ma’lumotlarni dinamik ravishda boshqarish, qatlamlar bo‘yicha tahlil qilish va turli masshtablarda ko‘rish imkonini beradi. GIS texnologiyalari asosida yaratilgan interaktiv xaritalarda foydalanuvchilarning ma’lumotlarni qabul qilish tezligi an’anaviy xaritalarga nisbatan o‘rtacha 30–40 foizga yuqori ekanligi kuzatildi [1].

Raqamli kartografiya vositalaridan foydalanish natijasida fazoviy ma’lumotlarni qayta ishlash va vizuallashtirish jarayonlarining samaradorligi ham sezilarli darajada oshdi. Xususan, ArcGIS va QGIS platformalari yordamida katta hajmdagi geoma’lumotlarni qayta ishlash va xaritalashtirish uchun sarflanadigan vaqt an’anaviy usullarga nisbatan o‘rtacha 35 foizga qisqardi [2]. Bu esa kartografik mahsulotlarni tayyorlash jarayonining tezlashishiga va inson omili bilan bog‘liq xatoliklarning kamayishiga xizmat qiladi.

Masofadan zondlash ma’lumotlari asosida yaratilgan vizual mahsulotlar hududiy jarayonlarni aniqlash va monitoring qilish imkoniyatlarini kengaytirdi. Tadqiqot davomida sun’iy yo‘ldosh tasvirlari asosida shakllantirilgan tematik xaritalar yer qoplami o‘zgarishlari, urbanizatsiya sur’atlari va ekologik holatni baholashda yuqori aniqlik darajasini namoyon etdi [3]. Bu esa kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning ilmiy va amaliy ahamiyati tobora ortib borayotganini ko‘rsatadi.

Shuningdek, uch o‘lchamli (3D) vizuallashtirish usullarining qo‘llanilishi murakkab fazoviy obyektlarni real muhitga yaqin ko‘rinishda tasvirlash imkonini berdi. Ayniqsa, shaharsozlik, transport

infratuzilmasi va muhandislik loyihalarida 3D modellar yordamida hududiy tahlillarni amalga oshirish an’anaviy ikki o‘lchamli xaritalarga nisbatan ko‘proq ma’lumot berishi aniqlandi [4].



1-rasm. Kartografik ma’lumotlarni 3D vizuallashtirish namunasi (QGIS dasturida tuzildi)

1-rasmda "tadqiqot hududining morfologik va relyef xususiyatlarini inobatga olgan holda, Namangan viloyati tuproq qoplamining fazoviy tarqalishi Raqamli balandlik modeli (DEM) asosida 3D formatda vizuallashtirildi. Bu esa tuproq tiplarining relef balandligi va qiyalik burchaklariga bog‘liqligini aniqroq tahlil qilish imkonini berdi."

Tadqiqot davomida veb-kartografiya texnologiyalarining imkoniyatlari ham baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, onlayn kartografik platformalar foydalanuvchilarga geoma’lumotlarni istalgan vaqt va joyda ko‘rish imkonini yaratadi. Shu bilan birga, ma’lumotlarni masofadan turib yangilash va tarqatish imkoniyati kartografik servislarning operativligini oshiradi [5].

Olingan natijalar umumlashtirilganda, kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullari nafaqat axborotni taqdim etish vositasi, balki fazoviy jarayonlarni chuqur tahlil qilish va boshqaruv qarorlarini qabul qilishning muhim instrumenti sifatida shakllanayotganini ko‘rsatdi. Interaktiv xaritalar, geovizual analitika, 3D modellashtirish va veb-kartografiya texnologiyalarining rivojlanishi kartografiyaning amaliy imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda.

1-jadval. Kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullarini taqqoslash

Vizuallashtirish usuli	Ma’lumotlarni yangilash imkoniyati	Foydalanuvchi bilan interaktivlik	Qo‘llanilish sohasi
An’anaviy qog‘oz xaritalar	Past	Mavjud emas	Atlaslar, bosma xaritalar
Raqamli 2D xaritalar	O‘rta	Cheklangan	GIS loyihalari
Interaktiv veb-xaritalar	Yuqori	Yuqori	Geoportallar, monitoring tizimlari
3D kartografik modellar	Yuqori	Yuqori	Shaharsozlik, muhandislik
WebGIS platformalari	Juda yuqori	Juda yuqori	Hududiy boshqaruv va tahlil

Jadval tahlili:

1-jadval ma’lumotlari kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirish texnologiyalarining rivojlanish bosqichlari va ularning funksional imkoniyatlari o‘rtasidagi farqlarni yaqqol namoyon etadi. Tahlil natijalariga ko‘ra, an’anaviy qog‘oz xaritalar fazoviy ma’lumotlarni tasvirlashning klassik vositasi bo‘lib qolayotganiga qaramasdan, ularning ma’lumotlarni yangilash va foydalanuvchi bilan o‘zaro aloqani ta’minlash imkoniyatlari cheklangan. Shu sababli bunday xaritalar asosan ma’lumotnomaviy va ta’limiy maqsadlarda qo‘llaniladi. Raqamli ikki o‘lchamli xaritalar kartografik axborotni elektron shaklda saqlash va qayta ishlash imkonini bergani sababli an’anaviy xaritalarga nisbatan yuqori samaradorlikka ega.

Biroq ular ham foydalanuvchining ma’lumotlar bilan interaktiv ishlash imkoniyatlarini to‘liq ta’minlay olmaydi. Zamonaviy geoinformatsion tizimlarning rivojlanishi natijasida yaratilayotgan interaktiv veb-xaritalar esa foydalanuvchiga xarita masshtabini o‘zgartirish, qatlamlarni boshqarish, obyektlar haqida qo‘shimcha ma’lumot olish va real vaqt rejimida yangilanayotgan axborotlardan foydalanish imkoniyatini yaratmoqda. Jadvalda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, 3D kartografik modellar va WebGIS platformalari eng yuqori funksional imkoniyatlarga ega vizuallashtirish vositalari hisoblanadi. Ayniqsa, uch o‘lchamli modellashtirish usullari murakkab hududiy obyektlarni real fazoga yaqin ko‘rinishda aks ettirish orqali foydalanuvchining ma’lumotlarni idrok etish darajasini oshiradi. Bu holat shaharsozlik, transport infratuzilmasini rejalashtirish va muhandislik loyihalarini ishlab chiqishda alohida ahamiyat kasb etadi. WebGIS texnologiyalari esa kartografik ma’lumotlarni masofadan turib boshqarish, yangilash va keng foydalanuvchilar auditoriyasiga yetkazish imkonini berishi bilan ajralib turadi. Ushbu tizimlar geoma’lumotlarni tezkor almashish va tahlil qilishni ta’minlab, hududiy boshqaruv, ekologik monitoring hamda favqulodda vaziyatlarni boshqarish sohalarida samarali vosita sifatida xizmat qilmoqda. Umuman olganda, jadval tahlili kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirish texnologiyalarining rivojlanishi natijasida xaritalarning nafaqat ko‘rgazmalilik darajasi, balki tahliliy va boshqaruv imkoniyatlari ham sezilarli darajada kengayganligini ko‘rsatadi. Bu esa zamonaviy kartografiyada interaktiv va dinamik vizuallashtirish usullarining ustuvor ahamiyat kasb etayotganini tasdiqlaydi.

Xulosa: O‘tkazilgan tadqiqotlar kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullari fazoviy ma’lumotlarni tahlil qilish va taqdim etish samaradorligini yangi bosqichga olib chiqayotganini ko‘rsatdi. Raqamli kartografiya, geoinformatsion tizimlar, masofadan zondlash texnologiyalari va interaktiv geovizualizatsiya vositalarining rivojlanishi natijasida xaritalar oddiy tasviriy mahsulotdan murakkab analitik axborot tizimiga aylandi. Bu esa hududiy jarayonlarni chuqurroq o‘rganish, obyektlar o‘rtasidagi fazoviy bog‘liqliklarni aniqlash hamda boshqaruv qarorlarini ilmiy asoslash imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Tadqiqot natijalari zamonaviy vizuallashtirish usullarining asosiy afzalligi katta hajmdagi geoma’lumotlarni qisqa vaqt ichida qayta ishlash va foydalanuvchiga qulay hamda tushunarli shaklda taqdim etishdan iborat ekanligini tasdiqladi. Ayniqsa, interaktiv xaritalar va WebGIS platformalari ma’lumotlarni real vaqt rejimida yangilash, turli qatlamlarni tahlil qilish hamda fazoviy axborotni masofadan turib boshqarish imkoniyatlarini yaratmoqda. Uch o‘lchamli modellashtirish texnologiyalari esa murakkab geografik obyektlarning fazoviy xususiyatlarini yanada aniqroq aks ettirish orqali kartografik mahsulotlarning informativligini oshirmoqda.

Shuningdek, kartografik vizuallashtirish texnologiyalarining rivojlanishi ekologik monitoring, yer resurslarini boshqarish, kadastr tizimlari, shaharsozlik va transport infratuzilmasini rejalashtirish kabi sohalarda amaliy samaradorlikni oshirishga xizmat qilmoqda. Fazoviy ma’lumotlarni vizual tahlil qilish imkoniyatlarining kengayishi hududiy rivojlanish bilan bog‘liq muammolarni tezkor aniqlash va ularga nisbatan oqilona yechimlar ishlab chiqishda muhim omil bo‘lib xizmat qilmoqda. Umuman olganda, kartografik ma’lumotlarni vizuallashtirishning zamonaviy usullari raqamli kartografiyaning strategik rivojlanish yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Kelgusida sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar texnologiyalari va bulutli hisoblash tizimlari bilan integratsiyalashgan geovizualizatsiya vositalari kartografik axborotning aniqligi, tezkorligi va tahliliy imkoniyatlarini yanada kengaytirishi kutilmoqda. Bu esa kartografiya fanining ilmiy-amaliy ahamiyatini oshirish bilan birga, geoma’lumotlardan foydalanishning yangi istiqbollarini shakllantiradi.

ADABIYOTLAR

1.Djumanov J.X., Zaynidinov X.N., Qosimova U.Z. Geoinformatsion tizimlar: – Toshkent: Metodist nashriyoti, 2024. – 312 b.

2.Geoinformatsion kartografiya: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Geodeziya va kartografiya milliy markazi, 2023. – 186 b.

3.Geoinformatsion tizimlar va texnologiyalari: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Fan va ta’lim, 2023. – 248 b.

4.Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari: darslik. – Toshkent: Oliy ta’lim muassasalari uchun o‘quv adabiyoti, 2023. – 320 b.

5.Gulyamova L.X. Geoaxborot tizimlari va texnologiyalari: darslik. – Toshkent: TIQXMMI, 2017. – 284 b.

6.Jo‘rayev M.J. Raqamli kartografiya asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 280 b.

7.Karimov D.R. Fazoviy ma’lumotlar bazasi va ularni boshqarish. – Toshkent: Innovatsiya, 2020. – 210 b.

8.Qodirov A.S. Masofadan zondlash asoslari. – Toshkent: Geodeziya va kartografiya milliy markazi, 2019. – 230 b.

9.Sattorov B.T. Geografik axborot tizimlarida modellashtirish. – Toshkent: Fan, 2021. – 260 b.

10.Tursunov E.A. Kartografik modellashtirish va tahlil. – Toshkent: O‘zbekiston, 2019. – 275 b.

11.Xolmatov Sh.R. Masofadan zondlash va kartografik tahlil. – Toshkent: Geodeziya nashriyoti, 2021. – 274 b.

12.Yuldashev N.M. Zamonaviy kartografiya texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2023. – 300 b

13.Sharofiddinova X.X, Jololdinov.A.T. IMPROVING THE INTEGRATIVE TEACHING METHODOLOGY OF BIOLOGY AND GEOGRAPHY BASED ON THE CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF CLADOCERA ZOOPLANKTON IN NATURAL AQUATIC ECOSYSTEMS. - German International Journals: 2026. 119-121 b.

14. Sharofiddinova X.X, Qosimov.L.M. A Model for Institutional Engagement of University Students in Land Accounting and State Registration of Real Estate Rights Based on Geo-Information Intelligence – Hamburg, Germany March 13, 2026. 36-46 b

UO'T: 378.147:37.013.42

BO'LAJAK TARBIYA FANI O'QITUVCHILARINI KASBIY-METODIK RIVOJLANISH JARAYONINING PEDAGOGIK MOHIYATI VA TARKIBIY TUZILISHI

Yoqubaliyeva Dilafro'z Payzidin qizi
Andijon davlat pedagogika instituti
mustaqil tadqiqotchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada bo'lajak tarbiya fani o'qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlantirish jarayonining pedagogik mohiyati, uning tarkibiy tuzilishi hamda zamonaviy ta'lim tizimidagi ahamiyati ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Shuningdek, kasbiy kompetensiyani shakllantirishga doir mahalliy va xorijiy olimlarning qarashlari qiyosiy yondashuv asosida yoritiladi. Tadqiqot natijasida kasbiy-metodik rivojlanishning samarali modeli va uning asosiy komponentlari aniqlanadi.

Аннотация. В статье научно-теоретически анализируется педагогическая сущность процесса профессионально-методического развития будущих учителей-воспитателей, его структурная структура и значение в современной системе образования. Также на основе сравнительного подхода рассматриваются взгляды отечественных и зарубежных ученых на формирование профессиональной компетентности. В результате исследования выявлена эффективная модель профессионально-методического развития и ее основные компоненты.

Abstract. This article scientifically and theoretically analyzes the pedagogical essence of the process of professional and methodological development of future teachers of the subject of education, its structural structure, and its importance in the modern education system. Also, the views of domestic and foreign scientists on the formation of professional competence are illuminated on the basis of a comparative approach. As a result of the study, an effective model of professional-methodological development and its main components are determined.

Kalit so'zlar: kasbiy-metodik rivojlanish, metodik tayyorgarlik, pedagogik kompetensiya, refleksiya, tarbiya fani, innovatsion ta'lim, akmeologiya.

Ключевые слова: профессионально-методическое развитие, методическая подготовка, педагогическая компетентность, рефлексия, воспитательная наука, инновационное образование, акмеология.

Keywords: professional and methodological development, methodological training, pedagogical competence, reflection, educational science, innovative education, acmeology.

KIRISH. Zamonaviy ta'lim tizimida o'qituvchining kasbiy va metodik tayyorgarligi ta'lim sifati va samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tarbiya fanini o'qitishda pedagogning metodik mahorati, tarbiyaviy jarayonni tashkil etish qobiliyati va kasbiy refleksiyasi muhim ahamiyat kasb etadi. O'zbekiston Respublikasining "Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasi" va "Ta'lim to'g'risida"gi qonunining yangi tahriri doirasida o'qituvchi shaxsiga qo'yilayotgan talablar mutlaqo o'zgardi. Prezidentimiz ta'kidlaganidek, "Biz uchinchi Renessans poydevorini barpo etishni maqsad qilgan ekanmiz, buning uchun eng avvalo zamonaviy bilimlarni egallagan, metodik jihatdan yetuk pedagog kadrlarni tayyorlashimiz lozim"[1].

Zamonaviy pedagogik ta'lim tizimida bo'lajak "Tarbiya" fani o'qituvchilarini kasbiy-metodik jihatdan rivojlantirish masalasi o'zining mohiyatiga ko'ra ko'p qirrali va dinamik jarayon hisoblanadi. Ushbu jarayonning pedagogik mohiyati shunchaki metodik ko'nikmalarni

o‘zlashtirish bilan cheklanib qolmay, balki bo‘lajak pedagogning shaxsiy va kasbiy qadriyatlari integratsiyasini, uning intellektual salohiyati hamda ijtimoiy mas’uliyatining o‘sishini ifodalaydi. “Tarbiya” fani o‘z mazmuniga ko‘ra odobnoma, milliy g‘oya, vatanparvarlik va etika kabi tushunchalarni birlashtirganligi sababli, ushbu fan o‘qituvchisining metodik rivojlanish jarayoni o‘ziga xos aksiologik yondashuvni talab etadi. Ya’ni, o‘qituvchi nafaqat axborot yetkazuvchi, balki ijtimoiy-ma’naviy qadriyatlarni o‘quvchi ongiga singdiruvchi asosiy sub’ekt sifatida namoyon bo‘ladi. Binobarin, kasbiy-metodik rivojlanishning pedagogik asosi sifatida o‘qituvchining o‘z-o‘zini rivojlantirishga bo‘lgan ehtiyoji va kasbiy kompetentligini muntazam takomillashtirib borishga yo‘naltirilgan ichki motivatsiyasi tushuniladi.

Bugungi kunda ta’lim jarayoni faqat bilim berish bilan cheklanmay, balki shaxsni har tomonlama rivojlantirishga yo‘naltirilgan murakkab tizim sifatida qaralmoqda. Shu sababli bo‘lajak o‘qituvchilarning kasbiy-metodik rivojlanishi uzluksiz, tizimli va innovatsion jarayon sifatida tadqiq etilmoqda.

Bo‘lajak o‘qituvchining kasbiy-metodik rivojlanishi - bu shunchaki o‘z fani bo‘yicha bilimlarni oshirish emas, balki o‘quv jarayonini loyihalash, boshqarish va baholashning innovatsion usullarini egallash jarayonidir. Bugungi kunda an’anaviy “bilim beruvchi” (informant) o‘qituvchidan “fasilitator” (yo‘naltiruvchi), “tutor” (maslahatchi) va “moderator” sifatidagi pedagog modeliga o‘tish metodik rivojlanishning yangi strukturasini talab etmoqda.

Shu borada, Dewey refleksiv tafakkur nazariyasida o‘qituvchining o‘z faoliyatini tahlil qilish va takomillashtirish jarayoni kasbiy-metodik rivojlanishning asosiy mexanizmi ekanligini ta’kidlaydi[2]. Bugungi kundagi tadqiqotlar esa refleksiv va muammoli ta’lim metodlari o‘qituvchilarning analitik va kreativ tafakkurini sezilarli darajada rivojlantirishini empirik jihatdan isbotlagan. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatadiki, pedagogik oliy ta’lim tizimida bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarining kasbiy-metodik rivojlanishini tizimli ravishda yuksaltirishga yetarli darajada e’tibor qaratilmayapti. Ko‘pincha ta’lim jarayoni nazariy bilimlarni o‘zlashtirish bilan cheklanib, talabalar real pedagogik vaziyatlarni tahlil qilish, muammoli qarorlar qabul qilish va refleksiv faoliyat olib borish ko‘nikmalarini yetarli darajada egallamayapti. Bu esa ularning kelgusidagi kasbiy faoliyatida qiyinchiliklarga olib kelishi mumkin.

Ko‘pgina pedagoglar nazariy jihatdan kuchli bo‘lsa-da, amaliyotda yangi pedagogik texnologiyalarni (masalan, loyihaviy ta’lim - PBL, teskari sinf - Flipped Classroom) qo‘llashda qiyinchiliklarga duch kelmoqdalar. Bu esa kasbiy-metodik rivojlanish jarayonining pedagogik mohiyatini qayta ko‘rib chiqish va uning tarkibiy tuzilishini ilmiy asoslash zaruratini tug‘diradi.

L.S. Vygotskiy shaxs rivojlanishini ijtimoiy muhit va faoliyat bilan bog‘liq jarayon sifatida izohlaydi[9]. Uning “yaqin rivojlanish zonasi” nazariyasi o‘qituvchining kasbiy o‘sish bosqichlarini tushuntirishda muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi.

J. Dewey ta’limni tajribaga asoslangan jarayon sifatida talqin qilib, o‘qituvchining amaliy faoliyati uning kasbiy rivojlanishida markaziy o‘rin egallashini ta’kidlaydi[2].

O‘zbekistonlik olimlari X. Ibragimov, M. Yuldashev, Sh. Sharipovlar pedagogik kompetensiya nazariya va amaliyot integratsiyasi asosida shakllanishini alohida qayd etadi[11].

Yuqoridagi olimlarning nazariyalariga asoslangan holda bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlantirish orqali tarbiya fanini o‘qitishga tayyorlash metodikasini olib boorish muhim jarayon hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Kasbiy-metodik rivojlanish muammosi pedagogika fanida keng o‘rganilgan. Xususan, xorijiy olimlar qarashlarini o‘rganar ekanmiz L.Shulmanning nazariyalarida pedagogik bilimlarni “Pedagogical Content Knowledge” (PCK) sifatida izohlaydi va o‘qituvchi fan bilimini uni o‘qitish metodikasi bilan uyg‘unlashtirishi kerakligini ta’kidlaydi[3]. Ayan olimning ushbu nazariyasini tahlil qilar ekanmiz o‘qituvchi mutaxassislik

bilimini yuksaltirishga, fanni o‘qitish metodikasi bilan uyg‘un holda olib borishga undaydi. Pedagog har bir mavzuni o‘quvchiga tushuntirishda metodik bilimlaridan foydalangan holda tashkil etishi nazarda tutiladi.

Shu bilan birga, bo‘lajak o‘qituvchi rivojlanishining muhim tarkibiy qismlaridan biri bu refleksiv-baholovchi komponentdir. Ushbu bosqichda pedagog o‘z faoliyatini tanqidiy tahlil qilish, yutuq va kamchiliklarini xolis baholash hamda o‘z ustida ishlashning shaxsiy traektoriyasini chizish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Ta'kidlash joizki, "Tarbiya" fani o‘qituvchisi uchun kasbiy-metodik rivojlanish faqatgina o‘quv dasturlarini o‘zlashtirish emas, balki "pedagogik mahorat" darajasiga ko‘tarilish jarayonidir. Zero, tarbiya jarayoni o‘qituvchidan yuksak emotsional intellekt, kommunikativ madaniyat va o‘z xulq-atvori bilan o‘quvchilarga namuna bo‘lishni (shaxsiy namuna tamoyili) talab qiladi.

M.Eraut kasbiy rivojlanishni uzluksiz o‘rganish jarayoni sifatida ko‘radi[6]. Uning fikricha, o‘qituvchi amaliy tajriba orqali o‘z metodikasini doimiy takomillashtirib boradi. Olimning fikriga ko‘ra, bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlantirish aynan amaliyot jarayonida yuksaladi va sayqallanadi. Bugungi kunda maktablarda olib borilayotgan amaliyot kunlarida talaba o‘quvchi bilan muloqot qilish, darsni tashkil etish, zamonaviy pedagogic texnologiyalardan samarali foydalanish kabilarni o‘z o‘rnida qo‘llay olishi muhim hisoblanadi.

Bo‘lajak o‘qituvchilarni kasbiy-metodik rivojlanish jarayoni - bo‘lajak mutaxassislarda pedagogik mahoratni, zamonaviy ta'lim texnologiyalarini qo‘llash ko‘nikmalarini va kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishga qaratilgan uzluksiz tayyorgarlik tizimidir.

Day esa o‘qituvchining kasbiy rivojlanishini emotsional va refleksiv jarayon sifatida izohlaydi[7]. Kasbiy-metodik rivojlanish muammosi ko‘p qirrali bo‘lib, u akmeologiya, psixologiya va umumiy pedagogika kesishmasida o‘rganiladi.

Donald Schön o‘zining "The Reflective Practitioner" (Reflektiv amaliyotchi) asarida metodik o‘sishning asosiy mexanizmi sifatida "harakat ustida mulohaza yuritish" (reflection-on-action) nazariyasini ilgari suradi [4].

Linda Darling-Hammond tadqiqotlari shuni ko‘rsatadiki, samarali metodik rivojlanish - bu uzoq muddatli, hamkorlikka asoslangan va bevosita o‘quvchi natijalariga yo‘naltirilgan jarayondir.

MDH olimlarining nazariyalarini tahlil qiladigan bo‘lsak, A.K. Markova professionalizmni tahlil qilar ekan, pedagogning metodik rivojlanishini "shaxsiy imkoniyatlarning kasbiy talablarga moslashishi va undan o‘zib ketishi" sifatida tavsiflaydi [8].

N.V. Kuzmina esa metodik mahoratning shakllanishida "pedagogik refleksiyaning" o‘rni beqiyos ekanligini isbotlagan.

M.I.Dyachenko va L.A.Kandibovich kasbiy faoliyatga tayyorlikni o‘rganishda kasbiy-metodik rivojlantirish va shaxsiy yondashuvni taqdim etib, uning tarkibida quyidagi komponentlarni ajratib ko‘rsatishgan [10]:

1) faoliyatga ijobiy munosabatni, qo‘yilgan vazifani muvaffaqiyatli bajarish zarurligini, muvaffaqiyatga erishish va o‘zini eng yaxshi tomondan namoyon etish istagini nazarda tutadigan motivatsion komponent;

2) yo‘naltiruvchi komponent, kasbiy faoliyatning xususiyatlari,kasbiy-metodik rivojlantirish, uning talablari haqidagi bilim va tasavvurlarni o‘z ichiga oladi;

3) operatsion komponent kasbiy faoliyatning kompetensiyalari, bilimlari, ko‘nikmalari va usullarini egallashni nazarda tutadi;

4) irodaviy komponent o‘z-o‘zini nazorat qilish, o‘z-o‘zini safarbar etishni anglatadi;

5) baholash komponenti o‘z kasbiy faoliyatini yanada takomillashtirish va o‘z-o‘zini rivojlantirish maqsadida baholashni nazarda tutadi.

V.A.Slastenin va L.S.Podimova bo‘lajak kasbiy faoliyat tarkibida quyidagi komponentlarni ajratib ko‘rsatadilar:

1) psixologik (jarayonga e’tibor qaratish, qiziqish va ehtiyoj);

2) ilmiy-nazariy (umumiy madaniy va maxsus bilimlar);

3) amaliy (zarur kasbiy ko‘nikmalar);

4) psixofiziologik (insonning tarjimai holi, kasbiy jihatdan muhim shaxsiy fazilatlari va qobiliyatlari);

5) jismoniy (kasb talablariga mos keladigan salomatlik va rivojlanish holati).

Bo‘lajak o‘qituvchilarning shaxsiy-kasbiy sifatlari tuzilmasi murakkab tizim bo‘lib, uni ayrim olimlar turlicha talqin etadilar [10].

Mahalliy olimlar ham bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlantirish masalalarini professor N.A. Muslimov pedagoglarning kasbiy kompetentligini shakllantirishning nazariy-metodik asoslarini ishlab chiqqan bo‘lib, u kasbiy rivojlanishni shaxsning o‘z-o‘zini rivojlantirishga bo‘lgan ichki ehtiyoji bilan bog‘laydi [12].

B.S. Abdullayeva esa pedagogik mahoratning tarkibiy qismlarida metodik tayyorgarlikning konseptual modellarini taklif etgan.

R.X. Jo‘rayev innovatsion ta’lim muhitida pedagogik faoliyatni tashkil etishning metodik tamoyillarini asoslab bergan.

Pedagog olimlar Ibragimov X, Yuldashev M, Hasanov Rlar kasbiy-metodik tayyorgarlikni pedagogik faoliyatning ajralmas qismi sifatida ko‘rsatadi. Ularning fikricha, o‘qituvchi chuqur ilmiy bilimga ega bo‘lishi, metodik mahoratni egallashi, innovatsion texnologiyalarni qo‘llay olishi lozim.

Yuqoridagi olimlarning nazariyalaridan ko‘rinib turibdiki, bo‘lajak mutaxassislarning kasbiy-metodik rivojlanishi pedaoglik faoliyatini mukammal egallashiga turtki beradi. Aynan, tarbiya fani o‘qituvchisining bugungi kundagi ustuvor vazifalaridan biri, o‘sib kelayotgan yoshlarni har tomonlama rivojlantirish, vatanimizga xizmat qiladigan, ertangi kuni uchun qayg‘uradigan va mustaqil, erkin fikrlay oladigan o‘quvchi-yoshlarni tarboyalash muhim hisoblanadi.

METODLAR (METHODS). Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

Sistemali-strukturaviy tahlil: Metodik rivojlanish jarayoni yaxlit tizim sifatida ko‘rilib, uning elementlari (maqsad, mazmun, vosita, natija) tahlil qilindi.

Qiyosiy pedagogika: O‘zbekiston ta’lim tizimidagi metodik xizmat ko‘rsatish modellari xalqaro (OECD mamlakatlari) tajribasi bilan qiyoslandi.

Gnoseologik yondashuv: Bilish nazariyasi asosida pedagogning metodik bilimlarni o‘zlashtirish va ularni malakaga aylantirish bosqichlari o‘rganildi.

Sotsiologik so‘rovnoma: 2024-yil may-iyun oylarida Toshkent va Samarqand viloyatlaridagi 200 nafar o‘qituvchi o‘rtasida “Kasbiy rivojlanishdagi to‘siqlar va ehtiyojlar” mavzusida so‘rovnoma o‘tkazildi. Ushbu metodlar orqali kasbiy-metodik rivojlanish jarayonining tarkibiy tuzilishi ilmiy asosda o‘rganildi.

Bo‘lajak mutaxassisning ish samaradorligi shakllangan maxsus bilimlar, amaliy ko‘nikma va malakalar mavjudligi bilan tavsiflanadi. Kasbiy faoliyatda shakllangan xulq-atvor me’yorlari, ayniqsa, pedagogik faoliyatda dolzarb bo‘lgan me’yorlar, hozirgi vaqtda hatto oliy ta’lim muassasasida o‘qish jarayonida ham olinadigan amaliy tajribaning mavjudligi, bo‘lajak o‘qituvchining kasbiy-metodik rivojlanish jarayonida pedagogik shakllanishi va moslashuviga yordam beradi.

Kompetensiyaviy yondashuvning rivojlanishida ingliz olimi John Raven muhim hissa qo‘shdi. Uning “Competence in Modern Society”(1984) asarida kompetensiya ko‘p komponentli hodisa sifatida tavsiflanadi va 37 turli kompetensiyalar tasnifi taklif etiladi. Raven kompetensiyalarni shaxsning motivatsiyasi, qiymat yo‘nalishlari, ijtimoiy xulq-atvori va o‘z-o‘zini nazorat qilish qobiliyati bilan uzviy bog‘liq holda ko‘rib chiqadi. Tadqiqotchi kompetensiyani odamlarning turli faoliyat sohalarida muvaffaqiyatli harakat qilishlariga imkon beruvchi bilim, ko‘nikma va shaxsiy fazilatlarning o‘ziga xos kombinatsiyasi deb ta’riflaydi. Ravenning kompetensiya tushunchasi static bilimlar to‘plamidan farqli ravishda, dinamik va kontekstga bog‘liq bo‘lgan xususiyatni aksettiradi, ya’ni kompetensiya konkret vaziyatlarda qo‘llanilishi va namoyon bo‘lishi lozim.

NATIJALAR. Tadqiqot natijasida kasbiy-metodik rivojlanish jarayoni quyidagi asosiy komponentlardan iborat ekani aniqlandi:

1. Motivatsion komponent. O‘qituvchining kasbga qiziqishi, ichki ehtiyoji va tarbiyaviy mas’uliyati. Rayan va Deci motivatsiyani ichki va tashqi omillarga ajratib, ichki motivatsiya kasbiy rivojlanishda muhim rol o‘ynashini ta’kidlaydi.

O‘qituvchining metodik rivojlanishga bo‘lgan ichki munosabati: Kasbiy etika**:** O‘z ishiga mas’uliyat va qadriyat sifatida qarash. Self-efficacy (O‘ziga ishonch): Yangi metodlarni qo‘llashda qo‘rquvni yengish. Bu kabi munosabatlar bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlanishiga va kasbiy faoliyatda kasbiy o‘sishga erishish hamda metodik tayyorgarlikni oshirishga samarali foyda beradi.

2. Kognitiv komponent. Pedagogik bilimlar tizimi, metodika, didaktika va psixologik bilimlar majmuasi sanaladi. J.Bruner esa bilimlarni strukturalashgan tizim sifatida o‘rganishni tavsiya qiladi. Bu komponent pedagogning nazariy asoslanganligini ifodalaydi. Bugungi kunda bu blok quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

Neyropedagogika asoslari: O‘quvchi miyasi qanday o‘rganishini tushunish. Soddadan murakkablik asosida o‘quvchining psixofiziologik holatini inobatga olgan holda dars mashg‘ulotlarini tashkil etish muhimdir.

Andragogika: Kattalarning o‘qish xususiyatlarini bilish (metodik mahoratni oshirish uchun). Bu jarayonda bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini metodik mahoratini oshirish juda ahamiyatli bo‘lib, kattalarning o‘qishga bo‘lgan qiziqishlari tobora ortib borayotganligini ko‘rishimiz mumkin.

Fan didaktikasi: O‘z fani bo‘yicha eng so‘nggi ilmiy yangiliklardan xabardorlik bugungi kun pedagogi uchun juda keraklidir. O‘quvchiga bugungi kunda dunyoda va yurtimizda bo‘layotgan voqea –hodisalarga o‘z munosabatini bildira oladigan vatanparvar yoshlarni tarbiyalab ulg‘aytirmoq muhimdir.

3. Faoliyatga yo‘naltirilgan komponent. Darslarni loyihalash, metod tanlash va pedagogik vaziyatlarni boshqarish. Leontyev faoliyat nazariyasiga ko‘ra, shaxs aynan faoliyat jarayonida shakllanadi.

4. Refleksiv komponent. O‘z faoliyatini tahlil qilish va takomillashtirish qobiliyati bo‘lib, o‘qituvchi har bir dars mashg‘ulotini tahlil qilishi va o‘zini ustida ishlashi kerak. D.Schön refleksiv amaliyotni professional rivojlanishning asosiy omili sifatida ko‘rsatadi[4].

Pedagogning o‘z-o‘zini baholashi kasbiy-metodik rivojlanish ehtiyojlarini aniqlashda muhim manba hisoblanadi. Chunki pedagog o‘zining kuchli va zaif tomonlarini eng yaxshi biladigan shaxsdir. Ammo bu jarayon subyektiv bo‘lishi mumkinligi sababli rahbar tomonidan ob’yektiv baholash mexanizmlari bilan muvozanatlashishi lozim. Rahbar pedagogning o‘zini baholash natijalarini monitoring natijalari**,** ta’lim sifati ko‘rsatkichlari**,** o‘quvchilar rivoji va ota-onalar fikri bilan solishtirishi zarur.

Bu jarayonning eng yuqori bosqichi bo‘lib, o‘qituvchi o‘zining dars o‘tish uslubini tashqaridan kuzatadi va tahlil qiladi.

Ko‘rsatkich	**Reproduktiv (Quyi)**	**Produktiv (O‘rta)**	**Kreativ (Yuqori)**
Metodlardan foydalanish	Bunda o‘qituvchi tayyor andozalar asosida tashkil etadi	Metodlarni moslashtiradi	O‘qituvchi ijod qilib, shaxsiy metodikasini yaratadi
IKT savodxonligi	O‘qituvchi faqat taqdimot qilishi mumkin	Platformalar bilan ishlash	Raqamli kontent yaratuvchisi
Muammolarga yondashuv	O‘qituvchi faqat shikoyat qiladi	Bir necha yechim qidiradi	Muammoni imkoniyatga aylantiradi

MUHOKAMA. Kasbiy-metodik rivojlanish oddiy malaka oshirish jarayoni emas, balki uzluksiz pedagogik evolyutsiya hisoblanadi. Bu jarayon quyidagi omillar bilan bevosita bog‘liq:

- innovatsion ta’lim texnologiyalari - bu ta’lim maqsadlariga erishish uchun o‘qitish shakllari, metodlari va vositalarining yangilangan majmuasi bo‘lib, u nafaqat bilim berishga, balki talabaning shaxsiy imkoniyatlarini ochishga, unda mustaqil fikrlash va ijodiy yondashuvni shakllantirishga qaratilgan.
- mustaqil ta’lim faoliyati - bu ta’lim oluvchining o‘qituvchi bevosita ishtirokisiz, lekin uning rahbarligi va nazorati ostida muayyan o‘quv ishlarini bajarishi, bilim, ko‘nikma va malakalarni mustaqil egallash jarayonidir.
- pedagogik tajriba - bu o‘qituvchining ta’lim-tarbiya jarayonidagi amaliy faoliyati, uning natijalari, shuningdek, yangi usul va vositalarni sinab ko‘rish jarayonining yig‘indisidir.
- refleksiv tahlil – bu pedagogning o‘z faoliyatini,o‘tkazgan darsini, tanlagan metodini va natijasini tashqaridan kuzatuvchi sifatida tanqidiy baholash jarayonidir. Sodda qilib aytganda, refleksiv tahlil bu- “Men nimani qildim?”, “Nega aynan shunday qildim?” va “Bundan qanday saboq oldim” degan savollarga javob tushuniladi.

Bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchisi uchun refleksiv tahlil kasbiy o‘sishning yagona yo‘lidir, chunki tarbiya jarayoni qoliplarga solib bo‘lmaydigan, doimo o‘zgaruvchan jarayondir.

Tarbiya fanini o‘qitishda bu jarayon yanada murakkab bo‘lib, o‘qituvchidan yuqori darajadagi kommunikativ, axloqiy va metodik kompetensiyani talab qiladi. Olimlar fikriga ko‘ra samarali o‘qituvchi nafaqat bilim beruvchi, balki o‘quvchi shaxsini shakllantiruvchi fasilitator sifatida ham faoliyat yuritadi.

Kasbiy-metodik rivojlanishning pedagogik mohiyati shundaki, u shaxsiy trayektoriya asosida qurilishi kerak. Bizning tadqiqotimiz shuni ko‘rsatdiki, o‘qituvchilarning 62 foizi an’anaviy (ommaviy) malaka oshirish kurslaridan ko‘ra, individual metodik maslahatlarni afzal ko‘radilar.

XULOSA. Bugungi axborotlashgan jamiyat sharoitida ushbu jarayonning mazmunan boyishi bevosita innovatsion muhit bilan bog‘liqdir. Bo‘lajak o‘qituvchilarni tayyorlashda ularning metodik tafakkurini shakllantirish, muammoli vaziyatlarda to‘g‘ri qaror qabul qilish va dars ishlanmalariga ijodiy yondashish ushbu tizimning yadroviy qismi bo‘lishi lozim. Xulosa qilib aytganda, bo‘lajak “Tarbiya” fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlantirish jarayoni o‘z

mohiyatiga ko‘ra murakkab ijtimoiy-pedagogik fenomendir. Uning tarkibiy tuzilishidagi izchillik va komponentlar orasidagi o‘zaro aloqadorlik bo‘lajak mutaxassisning nafaqat professional bilimdonligini, balki jamiyatning ma’naviy poydevorini mustahkamlovchi yetuk shaxs sifatidagi qiyofasini shakllantirishga xizmat qiladi. Ushbu rivojlanish trayektoriyasi talabalik davridan boshlanib, butun kasbiy faoliyat davomida davom etuvchi uzluksiz pedagogik takomillashish zanjirini tashkil etadi.

Kasbiy-metodik rivojlanish bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini tayyorlashda asosiy ilmiy-pedagogik jarayon hisoblanadi. U motivatsion, kognitiv, faoliyatga yo‘naltirilgan va refleksiv komponentlardan tashkil topgan murakkab tizimdir.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ushbu jarayonni samarali tashkil etish quyidagilarni ifodalaydi:

- ✓ o‘qituvchining kasbiy kompetensiyasini oshirishga yordam beradi;
- ✓ ta’lim sifatini yaxshilaydi;
- ✓ tarbiyaviy jarayon samaradorligini kuchaytiradi.

Kasbiy-metodik rivojlanish jarayonini takomillashtirish bo‘yicha quyidagi xulosalarga kelinganligini ma’lum qilamiz: Strukturaviy yondashuv: Metodik rivojlanish faqat bilim berish emas, balki kognitiv, texnologik, motivatsion va reflektiv jarayonlarning sintezi sifatida qaralishi lozim. Raqamli transformatsiya: Pedagogning metodik arsenalida sun’iy intellekt bilan ishlash ko‘nikmasi ikkinchi darajali emas, balki bazaviy ko‘nikmaga aylanishi shart. Andragogik tamoyillar: O‘qituvchilar malakasini oshirishda ularni “o‘quvchi” sifatida emas, balki “tajribali mutaxassis” sifatida tan olib, tajriba almashish muhitini yaratish kerak. Ushbu xulosalarga asoslanib bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlantirish orqali fanni o‘qitishga tayyorlash metodikasini takomillashtirish mumkin.

Xulosalash jarayonida mavzuni o‘rganib, quyidagicha tavsiyalarni ham berish mumkin.

Maktablarda “Ustoz-shogird” tizimini raqamli formatda (e-mentoring) yo‘lga qo‘yish juda ahamiyatli bo‘lib, bo‘lajak tarbiya fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlanishiga turtki beradi.

Har bir pedagog uchun raqamli “Kasbiy rivojlanish portfoliosi”ni shakllantirish va natijadorlikni shunga qarab baholash, ta’lim jarayonini olib borishda metodik tayyorgarlik ham ahamiyatlidir.

Metodik birlashmalarni “hisobot beruvchi” organ emas, balki “kreativ laboratoriya”ga aylantirish kasbiy faoliyatni amalga oshirishda samarali bo‘ladi.

Bo‘lajak “Tarbiya” fani o‘qituvchilarini kasbiy-metodik rivojlantirish - bu uzluksiz, dinamik va ko‘p qirrali jarayon bo‘lib, u jamiyatning ma’naviy barqarorligini ta’minlovchi kadrlar tayyorlashning poydevori hisoblanadi. Biz taklif etgan pedagogik model va takomillashtirilgan metodika bo‘lajak o‘qituvchilarning nafaqat professional bilimlarini, balki ularning ijtimoiy-pedagogik mas’uliyatini ham yangi bosqichga olib chiqishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari kelajakda “Tarbiya” fani bo‘yicha o‘quv-metodik majmualar va pedagogik dasturlarni yaratishda muhim ilmiy-nazariy manba bo‘la oladi.

ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O‘zbekiston strategiyasi. - Toshkent: “O‘zbekiston”, 2021.
2. Dewey, J. How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process. Boston: D.C. Heath and Company, 1933.
3. Shulman, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, 1986, 15(2), 4-14.

4. Schön D. A. The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. - New York: Basic Books, 1983.
5. Bruner J. *Toward a Theory of Instruction*. 1966.
6. Eraut M. Developing Professional Knowledge. 1994.
7. Day C. Developing Teachers. 1999.
8. Markova A. K. Psixologiya truda uchitelya. -M.: Prosveщenie, 1993. - 192 s.
9. Vygotsky, L. S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
10. Зеер Е. Ф. Психология профессий / Е. Ф. Зеер. - М.: Академический проект, 2003. - 336 с.
11. Ibragimov X., Yuldashev M., Hasanov R. Pedagogika nazariyasi.
12. Muslimov N. A. Kasb ta'limi o'qituvchilarini kasbiy shakllantirishning nazariy-metodik asoslari: Ped. fan. dok. ... diss. - T.: 2007.

Dilafro'z Yoqubaliyeva, Bo'lajak tarbiya fani o'qituvchilarini kasbiy tayyorgarlik sifatini oshirishda sun'iy intellekt imkoniyatlaridan foydalanish, Universal xalqaro ilmiy jurnal: jild 2 № 4.2 (2025): Sun'iy intellektni pedagogik ta'limga integratsiya qilish:muammo va yechimlar mavzusida xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari. andijon. 23-25 aprel 2025-yil

UO'T: 004.946:004.92

VR O'YIN YARATISHDA BLENDER DASTURIDAN FOYDALANISH: OPTIMIZATSIYA VA AMALIY YONDASHUV

E.A.Qosimov
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi Seysmik xavfsizlik va barqaror qurilish milliy tadqiqot instituti

A.M.Ismoilov
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi Seysmik xavfsizlik va barqaror qurilish milliy tadqiqot instituti

R.R.Yo'ldashev
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi Seysmik xavfsizlik va barqaror qurilish milliy tadqiqot instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada virtual reallik (VR) o'yinlarini ishlab chiqishda Blender dasturidan foydalanishning ilmiy-amaliy jihatlari, xususan, 3D aktivlarni modellashtirish va optimallashtirish jarayonlari tahlil qilingan. Shuningdek, seysmik xavfsizlik sohasida qo'llash maqsadida ehtimoliy zilzilalarni VR muhitda simulyatsiya qilish hamda interaktiv ishchi muhitlarni yaratish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Аннотация. This article analyzes the scientific and practical aspects of using Blender in the development of virtual reality (VR) games, particularly the processes of 3D asset modeling and optimization. It also presents recommendations for applying VR in the field of seismic safety, including the simulation of potential earthquakes in a virtual environment and the creation of interactive workspaces.

Abstract. This article discusses the scientific and practical aspects of using Blender in the development of virtual reality (VR) games, particularly the processes of 3D asset modeling and optimization. It also provides recommendations for creating workspaces to simulate potential earthquakes using VR games.

Kalit so'zlar: virtual reallik, Blender, VR o'yin, optimizatsiya, 3D aktiv, renderlash.

Ключевые слова: виртуальная реальность, Blender, VR-игра, оптимизация, 3D-актив, рендеринг.

Keywords: virtual reality, Blender, VR game, optimization, 3D asset, rendering.

KIRISH

XXI asr – bu raqamli transformatsiya asri. Axborot texnologiyalarining tez sur'atlar bilan rivojlanishi insoniyat faoliyatining barcha jabhalariga kirib bordi. Ularning orasida eng inqilobiy yo'nalishlardan biri bu virtual reallik (VR) texnologiyasidir. VR insonning ongida sun'iy, ammo realga juda yaqin muhitni yaratish orqali yangi tajribalarni his etish imkonini beradi. Bugungi kunda VR texnologiyasi ta'lim, arxitektura, harbiy soha, sport, meditsina va turizmda keng qo'llanilmoqda. Endilikda bu texnologiya faqat o'yin yoki ko'ngilochar vosita emas, balki amaliy, ilmiy va iqtisodiy foyda keltiruvchi vosita sifatida qaralmoqda [1].

Virtual reallik (VR) texnologiyalari o'yin sanoatida foydalanuvchini sun'iy muhit ichiga chuqur jalb etuvchi immersiv tajriba yaratishga xizmat qiladi. An'anaviy kompyuter yoki mobil o'yinlardan farqli ravishda VR tizimlarida sahna har ikkala ko'z uchun alohida ko'rinishda render qilinadi, bosh harakati uzluksiz kuzatiladi va foydalanuvchi harakatiga juda qisqa vaqt ichida javob qaytarilishi talab etiladi. Shu sababli VR loyihalarda modellar sifati, kadrlar tezligi,

draw call miqdori, GPU/CPU yuklamasi, tekstura hajmi va interaktiv boshqaruv tizimi yagona texnik tizim sifatida qaralishi lozim [5], [6].

Blender dasturi ochiq kodli va bepul 3D modellashtirish muhiti bo‘lib, unda model yaratish, modifierlardan foydalanish, UV xaritalash, material tayyorlash, animatsiya, render va eksport jarayonlarini bitta ishlab chiqish muhitida tashkil etish mumkin. Biroq VR o‘yinlarda Blenderdan foydalanish faqat chiroyli obyekt yaratish bilan cheklanmaydi; modelning poligonlar soni, material tuzilmasi, tekstura o‘lchami, 3D muhitda obyektlar o‘rtasidagi to‘qnashuvlarni aniqlash (collider)ni soddaligi va eksportdan keyingi mosligi oldindan rejalashtirilishi kerak. Aks holda, Unity yoki Unreal Engine muhitida qo‘llaniladigan optimizatsiya vositalari kutilgan natijani bermasligi mumkin.

Unity hujjatlarida VR/AR muhitlarda GPU yuklamasini kamaytirishda ko‘rinmaydigan obyektlarni saralab chiqarish (occlusion culling), unumdorlik tahlili (profiling) va renderlash (rendering) ishlarini qisqartirish muhimligi ta‘kidlanadi [2], [3], [4], [5]. Unreal Engine hujjatlarida esa XR (kengaytirilgan reallik) loyihalarda VR na’munasi, platformaga mos sozlamalar, CPU/GPU unumdorlik tahlili (profiling) va kontentni soddalashtirish amaliyoti muhim ekani ko‘rsatiladi. OpenXR standarti turli VR/AR qurilmalar va dasturiy platformalar o‘rtasida yagona API qatlamini ta‘minlaydi. Shu bois Blenderda tayyorlangan aktivlar ushbu texnik talablar bilan uzviy bog‘liq holda yaratilishi zarur.

Maqolaning maqsadi Blender dasturida VR o‘yin uchun 3D aktivlarni yaratish va optimizatsiya qilish jarayonini ilmiy-amaliy tizim sifatida asoslash, har bir bosqichning o‘yin dvigatelidagi samaradorlikka ta‘sirini tushuntirish va ishlab chiquvchilar uchun metodik tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar amalga oshirish zarurati yuzaga keladi:

- VR sahnasi uchun aktiv turlarini toifalash; Blenderda geometriya, UV xaritalash, tekstura, material, LOD va collider optimizatsiyasini tahlil qilish;
- Unity va Unreal Engine bilan integratsiya jarayonini yoritish;
- har bir rasm va jadval orqali modellashtirish jarayonini izohlash;
- VR aktiv ishlab chiqishning yaxlit pipeline modelini taklif etish.

Blender rasmiy hujjatlarida soddalashtiruvchi modifikator (Decimate Modifier) mesh shaklini imkon qadar saqlagan holda vertex va face sonini kamaytirish uchun qo‘llanishi ko‘rsatiladi. UV Editor 2D tasvirlarni 3D model yuzalariga to‘g‘ri joylashtirish uchun UV xaritalarni tahrirlash imkonini beradi. Texture baking esa murakkab yoritish, normal, rang yoki soyalanish ma‘lumotlarini tekstura qatlamiga oldindan yozib qo‘yish orqali real vaqtli render bosqichida hisob-kitobni kamaytirishga xizmat qiladi.

Unity va Unreal Engine hujjatlariga ko‘ra, VR o‘yinlarda kadrlar tezligi va foydalanuvchi qulayligi bevosita kontentni optimallashtirish, soddalashtirilgan materiallardan foydalanish, LOD tizimi, culling usullari, profiling hamda platformaga moslashtirilgan sozlamalarni qo‘llash bilan uzviy bog‘liqdir. Shuningdek, OpenXR standarti turli qurilmalar uchun yagona abstraksiya qatlami yaratgani sababli input mapping va qurilma moslashuvchanligini soddalashtiradi [5]. Mavjud adabiyotlarda ushbu texnik yo‘nalishlar ko‘pincha alohida yoritiladi; mazkur maqola ularni Blenderda aktiv yaratish bosqichidan boshlab yagona amaliy zanjirga birlashtiradi.

Ishlab chiqilayotgan model vizual jihatdan yetarlicha tushunarli va estetik bo‘lishi, lekin real vaqtli renderlashda ortiqcha poligon, material, tekstura yoki fizik hisob-kitob yuklamasini keltirib chiqarmasligi lozim. Baholash jarayonida poligonlar soni, materiallar miqdori, draw call, tekstura o‘lchami, collider murakkabligi, FPS, CPU/GPU frame time va eksportdagi scale-rotation-origin mosligi asosiy texnik indikatorlar sifatida belgilandi. VR sahnasidagi obyektlar

bir xil texnik talabga ega emasligini ko‘rsatadi. Masalan, fon vazifasidagi devor yoki javon bilan foydalanuvchi ushlaydigan interaktiv predmetga qo‘yiladigan talab farq qiladi. Shu sababli optimizatsiya har bir obyektga bir xil qo‘llanmaydi, balki uning sahnadagi funksiyasiga qarab belgilanadi (1-jadval).

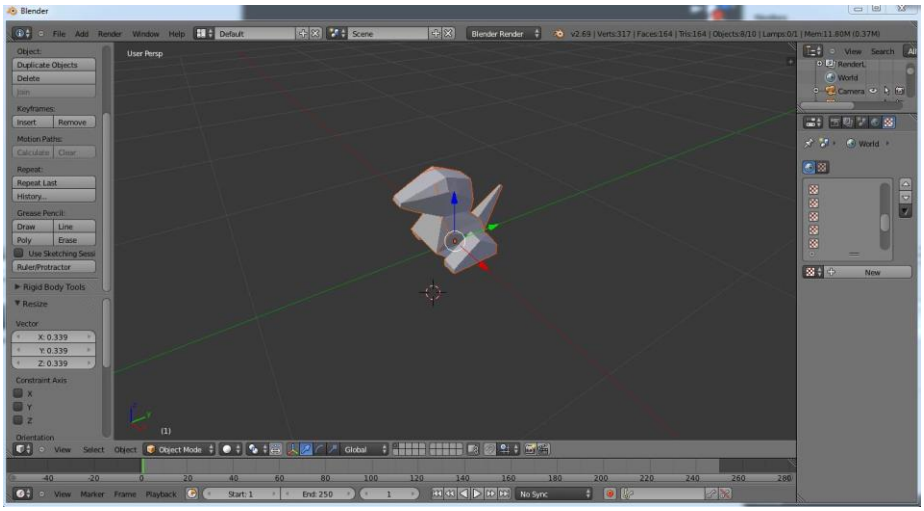
VR sahnasi aktivlarini toifalash va optimizatsiya mezonlari

1-jadval.

Aktiv turi	Blenderdagi tayyorlash mezoni	VR muhitdagi ahamiyati
Statik obyektlar	Devor, pol, shift va yirik mebelni modulli low-poly shaklda yaratish	Sahnaning umumiy geometriya yuklamasini kamaytiradi va culling samaradorligini oshiradi
Interaktiv obyektlar	Origin nuqtasi, collider va nomlash tizimini oldindan belgilash	Ushlash, ochish, surish kabi amallarni dvigatelda tez sozlash imkonini beradi
Dekorativ elementlar	Uzoqdan ko‘rinadigan predmetlarni soddalashtirish va tekstura orqali detal berish	Vizual muhitni boyitadi, lekin GPU yuklamasini nazorat ostida saqlaydi
Personaj va avatarlar	Retopologiya, skelet va animatsiya qatlamlarini soddalashtirish	Real vaqtli harakat va interaktivlikni barqarorlashtiradi.
UI va boshqaruv elementlari	Input mapping va interaction layer bilan mos nomlash	Qurilma turidan qat’i nazar foydalanuvchi harakatlarini bir xil talqin qilishga yordam beradi

Blenderda model yaratish va dastur tugmalaridan foydalanish

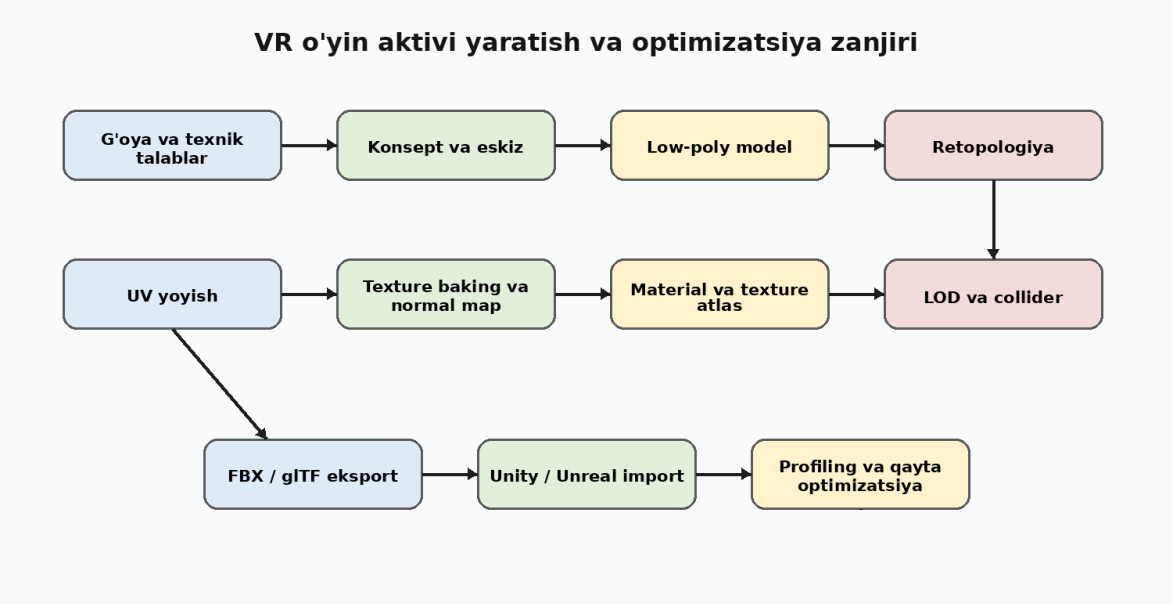
Blenderda VR aktiv tayyorlash jarayoni 3D Viewport, Object Mode va Edit Mode, transform manipulyatorlari, modifierlar paneli, materiallar oynasi, UV Editor hamda Shader Editor kabi asosiy ishchi tugma va panellardan foydalanish orqali tashkil etiladi. Modelning dastlabki shakli Object Mode holatida joylashtiriladi, Edit Mode orqali vertex, edge va face darajasida tahrirlanadi, Move/Rotate/Scale tugmalari bilan fazodagi ko‘lami moslanadi. Modifierlar panelida Decimate, Bevel, Mirror yoki boshqa vositalar tanlanadi; UV Editor oynasida tekstura xaritasi tekshiriladi. Ushbu amaliy jarayonning dastlabki ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Blender dasturida 3D obyektni tayyorlash va tahrirlash interfeysi (manba: muallif ishlanmasi)

Aktiv ishlab chiqish pipeline modeli

VR o'yin aktivi tayyorlash bir martalik model chizish jarayoni emas, balki izchil pipeline asosida tashkil etiladigan murakkab ishlab chiqish zanjiridir. Pipeline konsepsiya, modellashtirish, UV xaritalash, baking, materiallarni birlashtirish, LOD, collider, eksport va profiling bosqichlarini qamrab oladi. Ushbu bosqichlar 2-rasmda umumlashtirilgan.



2-rasm. VR o'yin aktivi yaratish va optimizatsiya qilishning bosqichma-bosqich pipeline modeli (manba: muallif tomonidan tuzilgan)

Tahlillar natijasi shuni ko'rsatadiki, Blenderda VR o'yin uchun aktiv yaratish jarayonida optimizatsiya dastlabki bosqichdan boshlab tashkil etilishi kerakligini ko'rsatdi. Obyektning sahnadagi roli, foydalanuvchiga yaqinligi, interaktivligi va texnik yuklamasi birgalikda baholanganda ishlab chiqish sifati ortadi (2-jadval).

Blenderda VR o'yin aktivlarini optimizatsiya qilish yo'nalishlari

2-jadval.

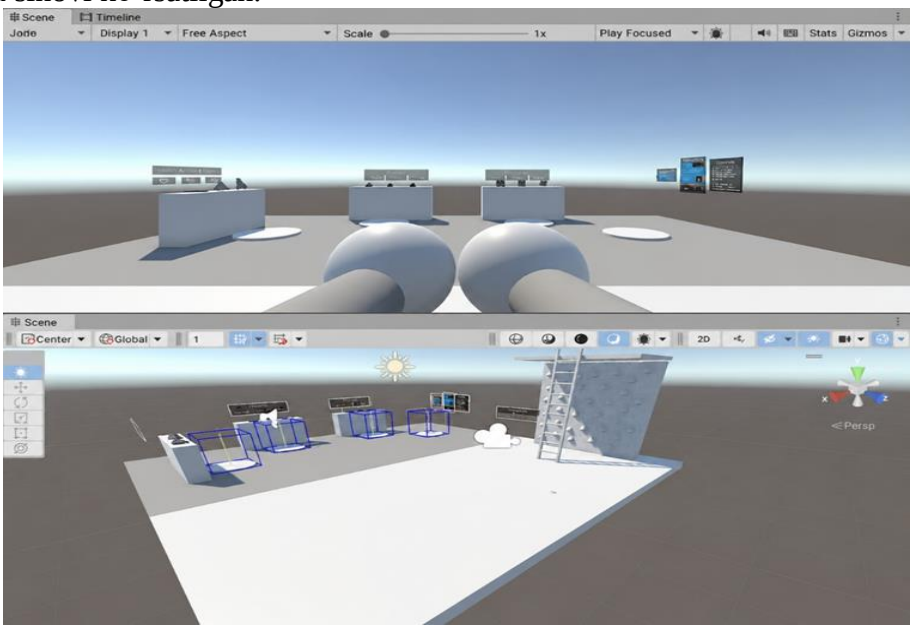
Optimizatsiya yo'nalishi	Qo'llaniladigan usul	Natija
Geometriya	Low-poly modellashtirish, retopologiya, Decimate Modifier, keraksiz face va edge elementlarini olib tashlash	Poligonlar soni nazorat qilinadi; vertex shader yuklamasi kamayadi; yaqin va uzoq obyektlar orasida detal muvozanati saqlanadi
UV va tekstura	UV yoyish, seam belgilash, texture baking, normal map, 1K/2K tekstura tanlash	Video xotira sarfi kamayadi; ko'rinadigan yuzalarda tekstura zichligi yaxshilanadi; yuqori detallar tekstura orqali ifodalanadi
Materiallar	Materiallarni birlashtirish, texture atlas, soddalashtirilgan PBR shaderlardan foydalanish	Draw call soni kamayadi; render jarayoni yengillashadi; material boshqaruvi soddalashadi.
LOD tizimi	Yaqin, o'rta va uzoq masofa uchun modelning turli soddalikdagi versiyalarini yaratish	Kamera masofasiga qarab detal boshqariladi; FPS barqarorligi oshadi.

Optimizatsiya yo‘nalishi	Qo‘llaniladigan usul	Natija
Collider	Box, sphere, capsule yoki convex colliderlardan foydalanish	Fizik hisob-kitoblar soddalashadi; interaktiv obyektlar barqaror ishlaydi.
Eksport	FBX/glTF formatlari, scale=1, rotation apply, origin markazini tekshirish	Unity yoki Unreal Engine'da obyekt joylashuvi, o‘lchami va burilishidagi xatolar kamayadi.
Profiling	Unity Profiler, Unreal profiling vositalari, frame time va draw call monitoringi	Muammo manbasi aniqlanadi va Blenderga qaytib maqsadli optimizatsiya qilinadi.

Geometriya optimizatsiyasi VR sahnasining asosiy yuklama manbalaridan biridir. VR muhitida obyekt ikki ko‘z uchun ko‘rinishda qayta ishlanishi sababli modeldagi ortiqcha poligonlar foydalanuvchi sezadigan kechikish va FPS pasayishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun foydalanuvchi yaqin ko‘radigan markaziy obyektlar nisbatan batafsil, uzoqdagi va dekorativ obyektlar esa low-poly shaklda tayyorlanishi maqsadga muvofiq. Yuqori detallar real geometriya orqali emas, balki normal map va texture baking orqali ifodalansa, vizual sifat saqlangan holda render yuklamasi kamayadi.

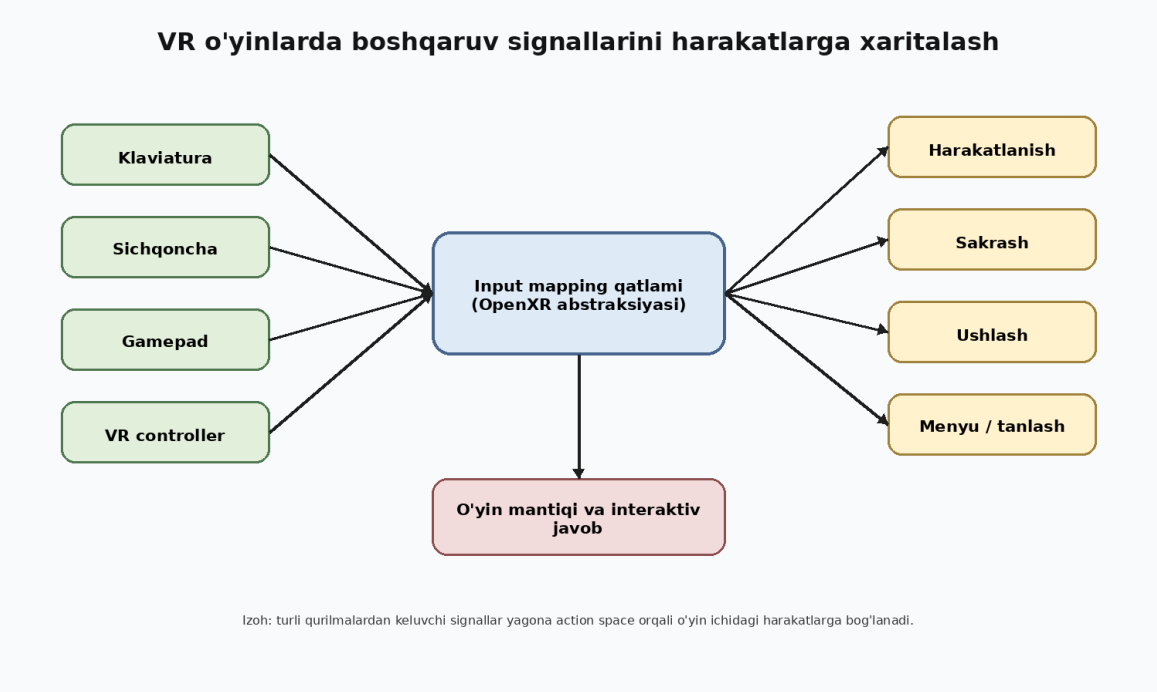
Blenderdagi Decimate Modifier mesh shaklini imkon qadar saqlagan holda face va vertex sonini kamaytirishga yordam beradi. Biroq avtomatik soddalashtirish har doim ham yetarli emas; muhim kontur chiziqlar, foydalanuvchi tez-tez ko‘radigan yuzalar va interaktiv tutashuv nuqtalari qo‘lda nazorat qilinishi lozim. Shu sababli retopologiya VR loyihada faqat estetik jarayon emas, balki samaradorlik va interaktivlikka xizmat qiluvchi texnik bosqich hisoblanadi.

Blenderda tayyorlangan aktivlar o‘yin dvigateliga eksport qilingach, ularning haqiqiy samaradorligi Unity yoki Unreal Engine muhitida tekshiriladi. Bunda obyektlarning joylashuvi, kamera ko‘rinishi, collider ishlashi, materiallar ko‘rinishi, input mapping va umumiy sahna yuklamasi baholanadi. 3-rasmda Blenderdan olingan obyektlar asosida Unity muhitida tashkil etilgan VR sahna sinovi ko‘rsatilgan.



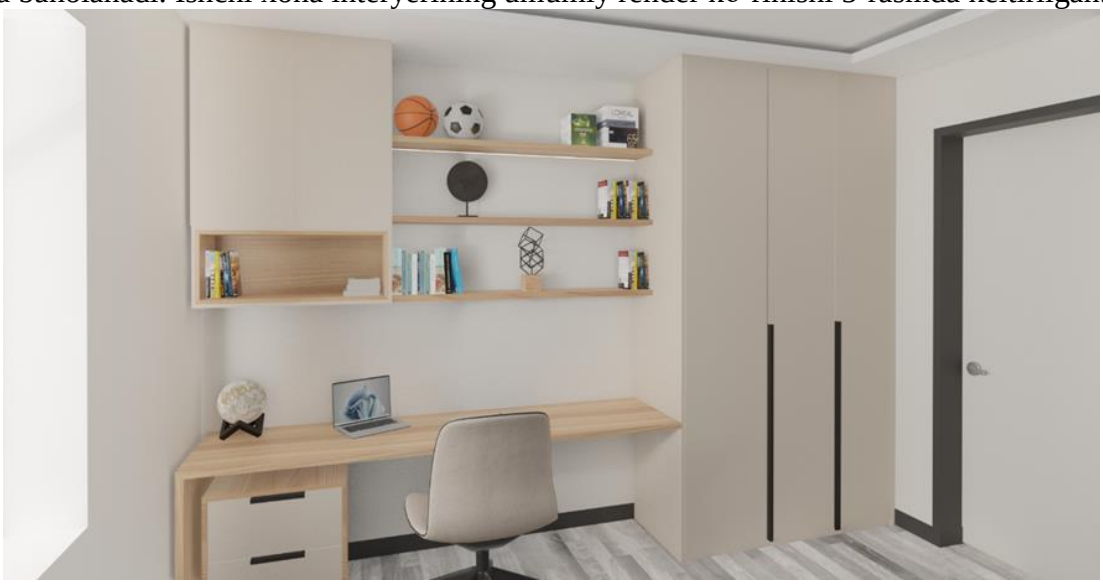
3-rasm. Unity muhitida VR sahnani joylashtirish va sinovdan o‘tkazish jarayoni (manba: muallif ishlanmasi)

VR o‘yinlarda foydalanuvchi bilan muhit o‘rtasidagi aloqa input mapping orqali tashkil etiladi. Klaviatura, sichqoncha, gamepad yoki VR controllerdan keluvchi signal o‘yin ichidagi harakat, sakrash, ushlash, tanlash va menyu boshqaruvi kabi amallarga bog‘lanadi. OpenXR yondashuvi bu jarayonda qurilmaga bog‘liqlikni kamaytirib, action space orqali yagona boshqaruv qatlamini shakllantirishga yordam beradi (4-rasm).



4-rasm. VR o‘yinlarda input mapping va OpenXR asosidagi boshqaruv sxemasi (manba: muallif tomonidan tuzilgan)

Blender muhitida VR sahnaga mos interyer modellari tayyorlandi. Interyer sahnalari VR o‘yinlar uchun qulay sinov muhiti hisoblanadi, chunki ularda yirik statik yuzalar, mebel, dekorativ elementlar, yoritish, kamera harakati va foydalanuvchining obyektlarga yaqinlashishi birgalikda baholanadi. Ishchi xona interyerining umumiy render ko‘rinishi 5-rasmda keltirilgan.



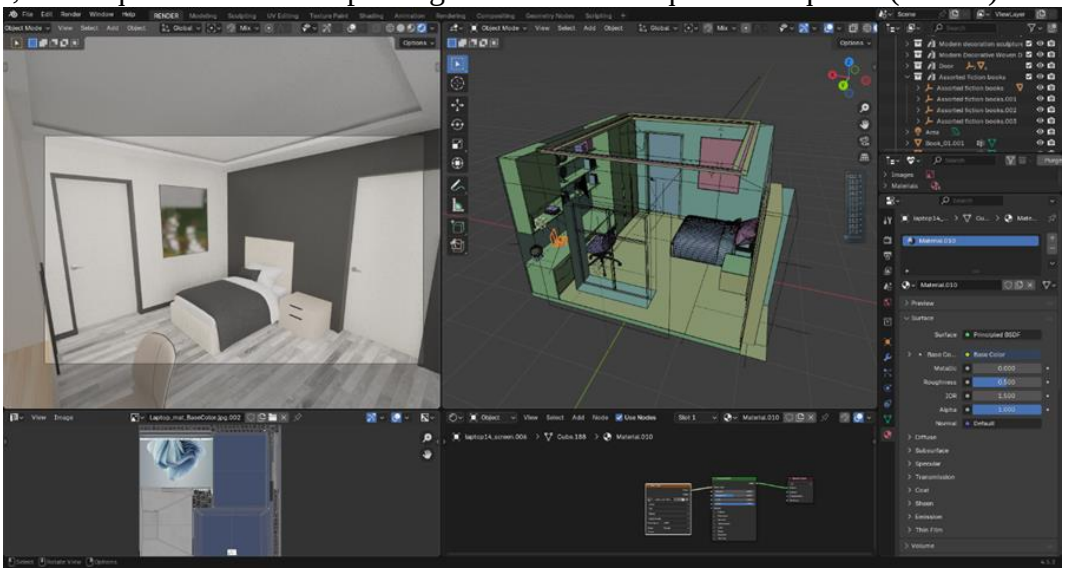
5-rasm. Blenderda yaratilgan VR ish xonasi interyerining umumiy ko‘rinishi (manba: muallif ishlanmasi)

VR sahna uchun ikkinchi amaliy model sifatida yotoqxona interyeri tayyorlandi. Bu model yirik mebel, devor va pol qoplamasi, eshiklar, yoritish elementlari hamda foydalanuvchi harakatlanadigan bo‘sh fazoni baholash imkonini berdi. Yotoqxona sahnasining render ko‘rinishi 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. VR sahna uchun yaratilgan yotoqxona interyerining render ko‘rinishi (manba: muallif ishlanmasi)

Yakuniy bosqichda modelning faqat render ko‘rinishi emas, balki uning ichki texnik tuzilmasi ham tekshirildi. Blender ishchi muhitida materiallar, node tizimi, obyektlar hierarxiyasi, sahna qatlamlari va viewportdagi ko‘rinish bir vaqtda tahlil qilindi (7-rasm).



7-rasm. Blender muhitida VR xona modeli, material va sahna tuzilmasining ishchi ko‘rinishi (manba: muallif ishlanmasi)

Blenderdan Unity yoki Unreal Engine muhitiga eksport qilishda format tanlashdan tashqari, modelning ko‘lami, burilishi, origin nuqtasi, material nomlari, tekstura yo‘llari va collider mantiqi ham tekshiriladi.

Olingan natijalar Blender VR o‘yin ishlab chiqish jarayonida faqat model chizish vositasi emas, balki butun aktiv ishlab chiqish pipeline modelining asosiy bosqichi ekanini ko‘rsatadi. Unity va Unreal Engine kabi dvigatellar profiling, culling, batching va VR performance sozlamalarini taqdim etsa-da, ularning samarasi Blenderda to‘g‘ri tayyorlangan aktivlarga

bog‘liq. Agar modelning UV xaritasi tartibsiz, materiallari haddan tashqari ko‘p, collideri murakkab yoki origin nuqtasi noto‘g‘ri bo‘lsa, dvigateldagi optimizatsiya usullari cheklangan natija beradi.

VR o‘yinlarda optimizatsiya va vizual sifat qarama-qarshi tushunchalar emas. Yuqori detallarni real geometriyada emas, balki normal map, ko‘rinmaydigan obyektlarni saralab chiqarish (ambient occlusion) va texture baking orqali past poligonli modelga o‘tkazish vizual idrokni saqlab qolgan holda render yuklamasini kamaytiradi. Bu yondashuv ayniqsa interyer sahnalari, mebel elementlari, dekorativ predmetlar va o‘quv-simulyatsion VR muhitlarida samarali.

XULOSA

1. VR o‘yinlar uchun 3D aktivlarni yaratishda Blender dasturida low-poly modellashtirish, UV xaritalash, LOD va collider optimizatsiyasini dastlabki bosqichda qo‘llash renderlash yuklamasini kamaytirib, tizim unumdorligini oshiradi.

2. Taklif etilgan VR aktivlarini ishlab chiqish pipeline modeli Blender, Unity va OpenXR texnologiyalarini yagona zanjirga birlashtirib, barqaror FPS, samarali interaktivlik hamda yuqori sifatli virtual muhitni ta’minlaydi.

ADABIYOTLAR

1. Rizayev Vasliddin Nurmurod o‘g‘li. O‘zbekistonda VR (Virtual Reality) texnologiyalarining dolzarbligi va istiqbollari // New Renaissance international scientific journal, Volume 2, Issue 10, 598-601 b. https://doi.org/10.5281/zenodo.17477652.

2. D.A.Bekmirzayev, E.A.Qosimov, A.M.Ismoilov. Aholini zilzilaga tayyorlashda multimedia vositalarining amaliyotga joriy etilishi bo‘yicha tavsiyalar “Xalqaro tajriba: oliy ta'limni transformatsiya sharoitida zamonaviy muhandislik yo‘nalishida intellektual qobiliyatli kadrlar tayyorlash istiqbollari” mavzusida xalqaro konferensiya NamDTU, 29-aprel, 2025-yil, Namangan.

3. Muminov, A. B. (2024). The Importance of VR/AR Technologies in Medical Education. Journal of Scientific Innovations.

4. Mahmudova, M. A. (2025). Scientific Basis for Developing a 3D Anatomy Simulator in the Context of Uzbekistan. Tashkent.

5. Tursunov, B., & Iskandarov, A. (2023). “VR and AR Adoption in Uzbek Engineering Education.” Central Asian Journal of Engineering, 9(1), 112-128.

6. Xin Chen, Deborah R Barnett, and Casheena Stephens. Fad or future: The advantages and challenges of massive open online courses (moocs). In research-to practice conference in adult and higher education, pages 20–21, 2013.

7. Hogan J., Salo A., Rzig D.E., Hassan F., Maxim B. Analyzing Performance Issues of Virtual Reality Applications. arXiv:2211.02013, 2022. https://arxiv.org/abs/2211.02013

8. Mallik A., Xie J., Han Z. A Performance Analysis Modeling Framework for Extended Reality Applications in Edge-Assisted Wireless Networks. arXiv:2405.07033, 2024. https://arxiv.org/abs/2405.07033

9. Grande R., Albusac J., Vallejo D., Glez-Morcillo C., Castro-Schez J.J. Performance Evaluation and Optimization of 3D Models from Low-Cost 3D Scanning Technologies for Virtual Reality and Metaverse E-Commerce. Applied Sciences, 2024, 14(14), 6037. https://doi.org/10.3390/app14146037

10. Dang P. et al. A real 3D scene rendering optimization method for virtual reality applications. International Journal of Digital Earth, 2022. https://doi.org/10.1080/17538947.2022.2080878

UO'T: 378.241

TALABALAR BILIMLARINI BAHOLASHDA ZAMONAVIY ONLINE PLATFORMALARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI

Boqijonov Dadajon Dehqonali o'g'li
UBS Innovatsion texnologiyalarkafedrasi o'qituvchisi
Email:dadajonboqijonov@gmail.com

Madraximova Muyassarxon Boqijonovna
katta o'qituvchi. Namangan davlat texnika universiteti
e-mail: m.b.madrahimova@gmail.com

Annotatsiya. Quyida keltirilgan maqolada Wordwall.uz platformasidan qanday foydalanish keltirib o'tilgan. Wordwall dasturi yordamida o'yinlarni tashkil etish va u oprqali talabalarni qanday qilib baholash ko'rsatilgan.

Аннотация. В следующей статье описывается, как использовать платформу Wordwall.uz. В нем показано, как организовывать игры с помощью программы Wordwall и как с ее помощью оценивать учащихся.

Abstract. The following article describes how to use the Wordwall.uz platform. It demonstrates how to organize games using Wordwall and how to use it to assess students.

Kalit so'zlar: Wordwall, Kahoot, platform, baholash, ma'ruza mashg'uloti, potatoes.

Ключевые слова: Wordwall, Kahoot, платформа, оценка, лекционная подготовка, potatoes.

Keywords: Word wall, Kahoot, platform, assessment, lecture preparation, potatoes.

KIRISH

Hozirgi kunda axborot kommunikatsion texnologiyalari hayotimizning barcha jabhalarini, ya'ni ijtimoi-iqtisodiy, ta'lim, qishloq xo'jaligi, tibbiyot sohalarini qamrab oldi[1]. Yuqoridagilardan kelib chiqib birgina ta'lim sohasini oladigan bo'lsak maktab o'quvchilari uchun kundalik.com, oliy ta'lim muassasalari uchun hemis platformalari yaratilib juda ham ko'plab qulayliklar yartildi. Misol uchun hemis platformasida endilikda talabalar mazkur ilova orqali o'quv jarayoniga tegishli bo'lgan:

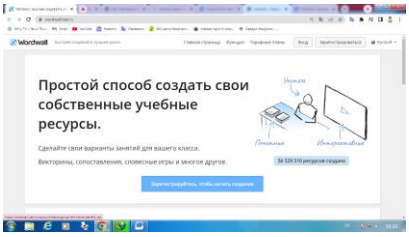
- reyting daftarchasi;
- transkript;
- o'zlashtirish ko'rsatkichlari;
- nazorat jadvallari;
- fanlarning barcha resurslari kabi ma'lumotlarni electron ko'rinishda olishlari

mumkin.

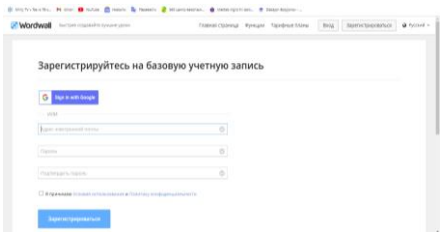
Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Bizga ma'lumki hozirgi kungda talabalar o'quv auditoriyalarida ma'ruza, amaliy hamda tajriba dars mashg'ulotlari ko'rinishida yangi bilimlarni o'zlashtiradi. Ma'ruza dars mashg'ulotlari ikki va undan ortiq akademik guruhlarda, amaliy dars mashg'ulotlari yakka guruhlarda, tajriba dars mashg'ulotlarda esa bir akademik guruh ikki kichik guruhlarga bo'lingan holda olib boriladi. Amaliy va tajriba mashg'ulotlarda talabalarni soni kam bo'lganligi uchun baholashda qiyinchilik bo'lmaydi[2]. Lekin ma'ruza dars mashg'ulotlarda aksincha talabalar soni 50 nafardan ziyod bo'lganligi sababli ularning o'zlashtirish ko'rsatkichlarini aniqlashda vaqt yetishmovchilik yuzaga kelishi mumkin.

Asosiy qism. Ma'ruza dars mashg'ulotlarida o'tilgan mavzularni talabalar tomonidan o'zlashtirish samaradorligini oshirish hamda bilimlarini baholash, ularning olgan bilimlarini

yanada mustahkamlash uchun oddiy lekin samarali dasturlar online platformalar juda ham ko‘p. Masalan wordwall.net, kahoot.ru, potatoes. Quyida biz wordwall platformasidan foydalanishni ko‘rib chiqamiz.



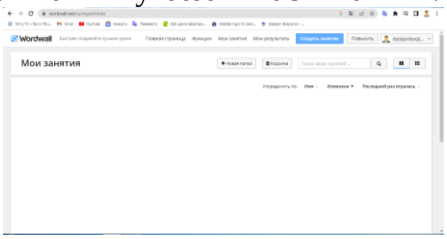
1-rasm. Wordwall.net platformasining bosh sahifasi



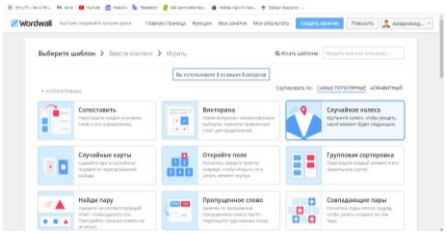
2-rasm. Ro‘yhatdan o‘tish oynasi

Platformaga kirish juda ham qulay buning uchun ixtiyoriy brauzerni ochib https://wordwall.net/ ishoratni yozish kifoya. Keyin ro‘yxatdan o‘tish tugmasi bosiladi(1-rasm).

Kerakli joylar to‘ldirilgandan so‘ng ro‘yxatdan o‘tish (Зарегистрироваться) tugmasi bosiladi(2-rasm). Agarda sizda google hisobingiz bo‘lsa va u brauzerda saqlangan bo‘lsa google hisob orqali ham ro‘yxatdan o‘tish mumkin.



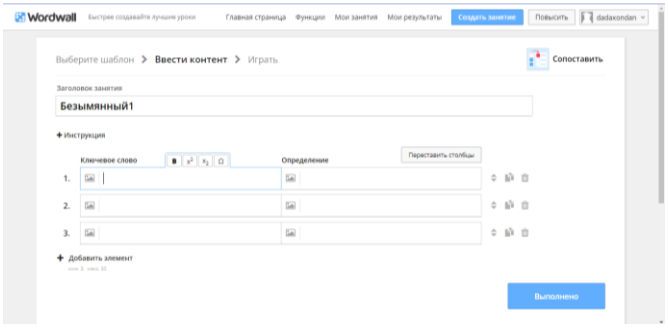
3-rasm. Wordwall platformasining ishchi oynasi.



4-rasm. Yaratiladigan topshiriqlar uchun shablonlar jamlanmasi.

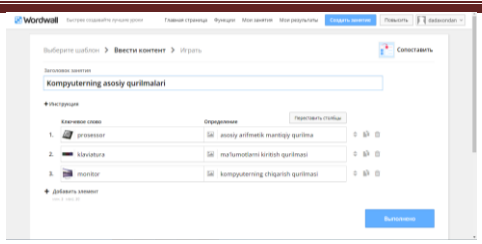
Ro‘yxatdan o‘tib bo‘lgach topshiriq yaratish(Создать занятие) bandi tanlanadi(3-rasm). Yaratmoqchi bo‘lgan topshiriqlarimizga mos bo‘lgan shablonni tanlaymiz(4-rasm). Misol uchun moslikni tekshirish(Сопоставить) bandini tanlaymiz.

Moslikni tekshirish(Сопоставить) bo‘limini tanlaganimizda quyidagi 5-rasmda berilgan holat yuzaga keladi.



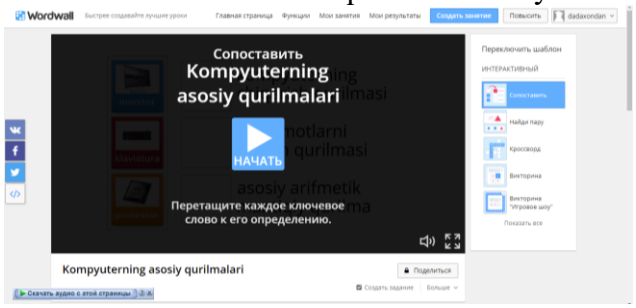
5-rasm. Moslikni tekshirish(Сопоставить) bo‘limi.

Bu bo‘lim ikki qismdan tashkil topgan bo‘lib birinchi qismiga kalit so‘z yoki kerakli rasm ikkinchi qismiga esa kalit so‘zga mos keladigan izoh yoziladi. Ma’lumotlar yakunlangandan so‘ng bajarish(Выполнено) buyrug‘ini tanlaymiz.



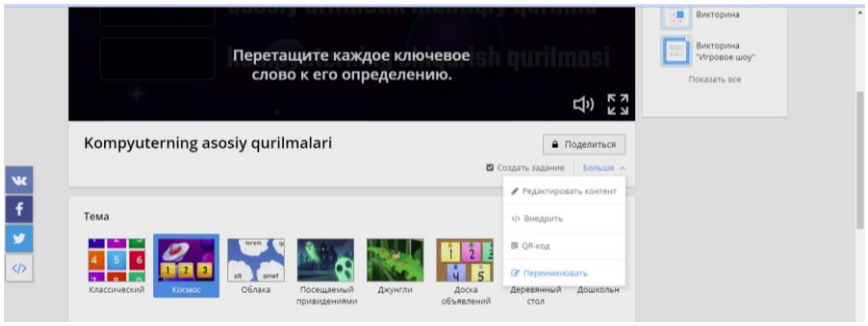
6-rasm. Ma'lumotlarni joylashtirish tartibi.

To'ldirish jarayonida rasm joylash yoki izoh yozishda qiyinchilik tug'ilmaydi chunki barcha ma'lumotlani rasmlarni internetdan avtomatik qidirish imkoniyati mavjud.



7-rasm. Tayyor bo'lgan topshiriqlar dizaynini o'zgartirish oynasi

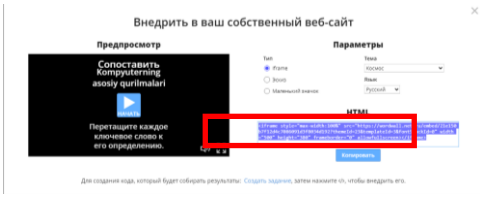
Tayyor bo'lgan topshiriqlar to'plamini ko'rish uchun boshlash(Начать) tugmasi bosiladi. 7-rasmda ko'rsatilgan bo'limda biz berayotgan topshirig'imizni ko'rinishini o'zgartirishimiz mumkin bo'ladi.



8-rasm. Topshiriq silkasini guruhlarga jo'natish

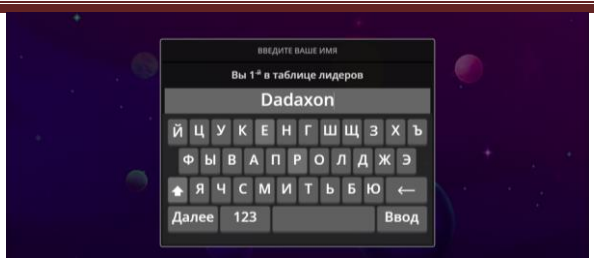
Tayyor bo'lgan mutanosiblik testini talbalarga jo'natish uchun quyidagicha ketma-ketlik amalga oshiriladi:

Больше->Внедрить->9-rasmda belgilangan ishorat nusxasi olinadi va kerakli guruhlarga jo'natiladi.



9-rasm. Yaratilgan topshiriq silkasi





10-rasm. Talabalarning ro'yhatdan o'tish oynasi

Boshqa dasturlarda bo'lgani kabi bu dasturning ham ko'proq imkoniyatlaridan foydalanish uchun pulli kontentlarini sotib olish kerak. Bir so'z bilan aytganda ananaviy ma'ruza dars mashg'ulotlarini o'tish jarayonida wordwall dasturidan foydalanish darsning samarasini yanada oshadi.

***Xulosa**:* Xulosa qilib aytganda Wordwall dasturidan foydalanish talabalar bilimlarini baholash jarayonida quyidagi afzalliklarga ega online platforma:

- talabalarni bilimini baholashda vaqt tejaladi.
- Ma'ruza yoki amaliy darslarda o'qituvchi talabalarga ko'proq ma'lumot berish imkoniyatiga ega bo'ladi.
- Talaba nazariy olgan bilimlarini mustahkamlash imkoniyatiga ega bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. БОҚИЖАНОВ, Д., & ҲАМДАМОВ, Д. ЭКОНОМИКА И СОЦИУМ. ЭКОНОМИКА, 367-372.
2. Маллабоев, Н. М., Бокижанов, Д., & Хамдамов, Д. (2022, June). МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ. In INTERNATIONAL CONFERENCE: PROBLEMS AND SCIENTIFIC SOLUTIONS. (Vol. 1, No. 1, pp. 128-138).
3. Abdullaeva N, Mamurova F, Mallaboev N. Efficiency of experimental preparation use multimedia to enlarge some questions //Экономика и социум-Москва, 2018.-№ 5(48) С. 11-13.
4. Nosirjon Mallaboyev.Using the «assessment» method in assessing students' knowledge. //International Scientific Journal ISJ Theoretical & Applied Science Philadelphia, USA issue 11, volume 79 published November 30, 2019.
5. Mallaboyev Nosirjon Murodullayevich, Dadamirzayev Muzaffar G'ulomqodirovich, Normatov Azizbek Muhammatrizoyevich. Raqamli ta'lim muhitini shakllantirish muammolari.//Fan va jamiyatning o'zaro ta'siri–modernizatsiya va innovatsion rivojlanish sari yo'l xalqaro onlayn ilmiy-nazariy konferensiya. 10 th june 2020-Namangan city, Uzbekistan

UO'T: 378.147:811.111

TEXNIKA OTMLARIDAGI QISHLOQ XO'JALIGI TA'LIM YO'NALISHI TALABALARINING KASBIY RIVOJLANISHIDA CHET TILLAR FANINING AHAMIYATI

Ermatova Yulduz Alisher qizi
Namangan muhandislik - qurilish instituti
Tayanch doktorant @yulduzermatova

Annotasiya. Maqolada muhandislik yo'nalishi talabalarining ingliz tili fanini o'qitilish xolatlari, mavjud muammolari taxlili keltirilgan. Muhandislik yo'nalishlarida professional chet tilini o'qitish bo'yicha taklif va tavsiyalar berilgan.

Аннотация. В статье проанализированы современное состояние преподавания английского языка студентам инженерных направлений подготовки и существующие проблемы в данной области. Также представлены предложения и рекомендации по совершенствованию преподавания профессионального иностранного языка в инженерном образовании.

Abstract. The article analyzes the current state of English language teaching for engineering students and examines existing challenges in this field. It also provides suggestions and recommendations for improving the teaching of professional foreign languages in engineering education

Kalit so'zlar. muhandislik, ingliz tili, kasbiy rivojlanish, professional chet tili

Ключевые слова. инженерия, английский, повышение квалификации, профессиональный иностранный язык

Keywords. engineering, english, professional development, professional foreign language

Kirish.

Jahonda texnika, qishloq xo'jaligi, texnologiya, qurilish, mashinasozlik sohalaridagi ilmiy ishlarning taraqqiyoti jadallashuvi, axborot texnologiyalarining globallashuvi, tezkor axborot olish, yaratish va uzatish yuqori aniqlik bilan amalga oshishiga olib keldi. Buning natijasida olinayotgan ma'lumotlarni o'qish, o'rganish va tushunishda chet tillarga bo'lgan extiyoj oshdi. Shu nuqtai nazardan chet tillar ta'limida talabalarning lingvistik kompetensiyasi(anglash, tushunish, tahlil qilish va faoliyatda to'g'ri foydalan olish) rivojlantirishga e'tibor qaratilmoqda.

Umuman jamiyatni va xususan ta'limni axborotlashtirish, turli kasbiy sohalardagi xalqaro aloqalarning kengayishi qishloq xo'jaligi yo'nalishi bitiruvchilarini tayyorlash darajasiga, shu jumladan ularning chet tilida kasbiy muloqotga tayyorlash va uni rivojlantirishga yangi talablarni qo'ymoqda. Qo'yilgan maqsadga erishishda metodik olimlar mutaxassislik fanlari bilan chet tillarni integrasiyalash, o'zaro bog'lash orqali o'rganish asoslarini ishlab chiqish bo'yicha tadqiqotlar olib borib ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalarni taqdim etishdi.

Muammoni o'rganganlik darajasi. Sohalar bo'yicha chet tillar o'qitish bo'yicha Marsch D., Coyle D., Hood P., Marsh D., Salexova L.L., Krilov E.G., Almazova N.I., Baranova T.A., Xalyapina L.P., Vdovina E.K., Xalyapina L.P., Popova N.V., Kogan M.S., Vdovina E.K., Sisoev P.V., Sisoev P.V., Zavyalov V.V., J.Jalalov, Maksudova, H. F., S. L. Salixova, S.J. Dushaeva va boshqa olimlar tomonidan o'rganilgan. Shu bilan birga, sohalar bo'yicha mutaxassislik fanlari va chet tilini o'zaro bog'lash, fanlarni xorijiy tillarda o'qitish masalasi bugungi kunning dolzarb masalasi hisoblanadi.

Tadqiqotchi Maksudova, H. F. (2021) tomonidan "Fanlararo aloqadorlik kasbga yo'naltirilgan chet tilini o'qitishning asosiy tamoyili" bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan.

Tadqiqot ishlarida talabalarning sohalar bo‘yicha ingliz tili fani bilan bog‘lash orqali samaradorlikka erishish mumkinligi ta'kidlangan.

Tadqiqotchi S.J. Dushaeva “Kasbga yo‘naltirilgan chet tilini o‘qitishda ijtimoiy tarmoq imkoniyatlaridan foydalanish metodikasini takomillashtirish” bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borgan. Ingliz tilini o‘qitishda talabalarni qiziqishlarini oshirish va ta'lim samaradorligiga erishishda ijtimoiy tarmoqlardan foydalanish samaradorligini tadqit etilgan.

S. L. Salixova “Kasbga yo‘naltirilgan mavzuni tinglab tushunishga o‘rgatish muammosi va uni AKT vositalari orqali rivojlantirish”ning nazariy uslubiy asoslarini taxlil etgan.

Bugungi kunga kelib “professional chet tili” ommalashib bormoqda. Bunda Asossan Evropa, Janubiy Korea, Yaponiya, Xitoy, Xindiston, MDX davlatlarining tajribalari asosida oliy ta'lim muassasalarida sohalar bo‘yicha darslarni ingliz tilida o‘qitilib, raqobatbardosh kadrlar tayyorlab kelinmoqda. Albatta bu orqali davlat va jamiyatning ilmiy, innovatsion salohiyati yuqori darajaga ko‘tarilishiga xizmat qilmoqda.

Muxokama.

Bugungi kunda O‘zbekiston OTMlarida ingliz tili fani o‘qitiladi. Bu fan ta'lim yo‘nalishlariga mos ravishda o‘qitilish yo‘lga qo‘yilgan. Biroq, aksariyat yo‘nalishlarning fan dasturlaridagi mavzular bir xilligi natijasida sohaga yo‘naltirish masalasi talab darajasida emasligi kuzatilmoqda. Texnika, qishloq xo‘jaligi, qurilish, transport, mashinasozlik va shu kabi yo‘nalishlarda ingliz tilini o‘qitishda bir qator muammolar mavjud. Bular:

- o‘rta maktabda ingliz tilidan talab darajasidagi bilimlarni o‘zlashtirmaganligi;
- kirish imtixonlarida ingliz tilidan imtixonlar topshirmasligi;
- soha bo‘yicha so‘zlar va terminlarni tarjima qila olmasligi;
- sodda ko‘rinishdagi topshiriqlarni bajarishda ham ko‘plab xatoliklarga yo‘l qo‘yishi kabi bir nechta faktorlar kuzatish va tajribalarda namoyon bo‘lmoqda.

Ingliz tilini ommalashtirish bo‘yicha davlatimizning bir qator qaror, farmon va qonun xujjatlari qabul qilinib yoshlarni ingliz tili bo‘yicha bilimlarini rivojlantirish uchun yetarlicha sharoitlar yaratildi va ular takomillashtirilmoqda.

Biroq texnika OTMlarida ingliz tilini o‘qitishda yondashuvni o‘zgartirish zarur. Bunda talaba tanlangan yo‘nalishi bo‘yicha “Professional ingliz tilini” o‘rganishi lozim. Buning uchun ingliz tili fan o‘qituvchilari tomonidan xorijiy tajribalar asosida o‘qitish usul va metodikasini tubdan qayta ko‘rib chiqishi zarur.

Ingliz tili fan o‘qituvchisi

- Talabalarning til bilish darajasini aniqlashi
- Talabalarning til bilish darajasi asosida topshiriqlarni ishlab chiqishi;
- Tanlagan yo‘nalishi bo‘yicha sodda matnlarni tarjima qilishga o‘rgatishi;
- Talabalarning sohaga oid termonologiya va so‘zlarni tarjima qilishning axborot-didaktik talablarini o‘rgatishi;
- Talabalarning interfaol metodlar yordamida, gapirish, yozish, o‘qish, tinglab tushunish ko‘nikmalarini rivojlantirishga erishishi;
- Talabalar sohasi bo‘yicha ma'lumotlarni izlab topishga o‘rgatishi;
- Izlab topilgan ma'lumotlar ichida o‘ziga kerakli qismlarini ajratib olishga o‘rgatish;
- Ajratib olingan ma'lumotlarni tarjima qilishga o‘rgatishi zarur xisoblanadi.

Muhandislik yo‘nalishi talabalari

- Ingliz tilida yozish, o‘qish, gapirish, tinglab tushunish ko‘nikmalarini rivojlantirishda belganlangan talablarga amal qilishi va o‘zlashtirishi;
- Fan o‘qituvchisi tomonidan berilayotgan ma'lumotlarni taxlil qilishi;

- Soha bo‘yicha beriladigan matnlarni tarjima qilishda lug‘at(bosma, elektron)lardan foydalanish tartiblarini o‘zlashtirishi;
- Fan o‘qituvchisi bilan interfaol muloqot qilishga erishishi kabi ko‘nikmalarni rivojlantirishi zarur.

Natija.

Professional chet tilini o‘qitishda fan o‘qituvchilari talabalarning talab va istaklarini inobatga olishlari muhim hisoblanadi. Aksariyat chet tili o‘qituvchilar tomonidan ingliz tilini o‘rgatishga urg‘u berishadi. Bu albatta yaxshi, biroq soha bo‘yicha ingliz tilini o‘qitish ya'ni professional chet tilini o‘qitish talabalar uchun xam foydali, xam qiziqarli bo‘lib xizmat qiladi. Buning natijasida ta'lim sifati va samaradorligi oshishiga olib keladi.

Professional chet tilini o‘qitishda quydagi maqsadlar:

1) Texnika OTM, qishloq xo‘jaligi ta’lim yo‘nalishi talabalarining kasbiy madaniyatlararo chet tillari kommunikativ kompetensiyasining tuzilishi va mazmunini aniqlash;

2) integratsiyalashgan professional chet tilini o‘rganish modelini amalga oshirish;

3) integrasiyalashgan psixologik va pedagogik sharoitlarni aniqlash va asoslash muhansdislik yo‘nalishi talabalari uchun professional chet tilini tatbiq etish;

4) muhandislik ta'lim yo‘nalishi talabalari uchun integratsiyalashgan professional chet tilini o‘qitishning uslubiy modelini ishlab chiqish;

5) muhandislik ta'lim yo‘nalishi talabalari uchun muammoli kasbiy yo‘naltirilgan chet tili vazifalari tipologiyasini ishlab chiqish (texnikalarni ishlatish, texnik xizmat ko‘rsatish va ta'mirlash) bitiruvchilarining kelajakdagi kasbiy faoliyatining darajalarini belgilab beradi.

Xulosa

Texnika OTMlaridagi muhandislik yo‘nalishlarida ingliz tili fanini o‘qitishda yondashuv, usul, vosita, metodlarni qo‘llash talabalarning tanlagan yo‘nalishlari bo‘yicha eng zamonaviy bilimlarni olish bilan birgalikda, texnik tafakkuri, lingvistik kompetensiyasi, ijodkorlik ko‘nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi. Zamonaviy texnika, texnologik ishlanmalarning foydalanish yo‘riqnomasidan tortib ishlatish tizmalari, belgilari, qurilmalarning nomlari ingliz tilida berilishi talabalarning soha bo‘yicha xam ingliz tili bo‘yicha ham amaliy bilim, ko‘nikma va malakalarini rivojlantirishga asos bo‘lib, ularning kasbiy rivojlanishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022 — 2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” farmoni https://lex.uz/uz/docs/5841063

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022 — 2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” farmoni https://lex.uz/uz/docs/5841063

3. Jalolov J. Chet tili o‘qitish metodikasi: Chet tillar oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik. – T.: O‘qituvchi, 1996 – 367 b.

4. A.A.Kahharov. Intensive Methods of Developing Students' Spatial Imagination in the Teaching of Graphic Sciences. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 2021, ISSN:1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages. 11885 – 11892

5. Tuychiyev Xayrullo Ergashovich. Adaptiv yondashuv asosida talabalarning kasbiy-pedagogik kompetensiyalarini takomillashtirish (“Professional ta’lim” yo‘nalishi misolida). Toshkent–2022, Avtoreferat, 51 b.

6. Kahharov A.A Developing students' spatial imagination in the teaching the subject of “descriptive geometry and engineering graphics” with the help of modern computer graphics.

International congress on modern education and integration. Vol.5 Special Issue. http://iejrd.com/index.php/%20/article/view/1178

7. Kahharov A. A., qizi Rahimova G. E. Intensive Methods of Developing Students' Graphic Competencies in the Training of Competitive Personnel //European Journal of Life Safety and Stability (2660-9630). – 2021. – T. 7. – S. 38-44.

8. Abdubannayevich, Qahharov Abduraxim. "Intellektual o'yinlarni kompyuter yordamida tashkil etish yo'li bilan ta'lim samaradorligini oshirish." Sovremennoye obrazovaniye (Uzbekistan) 2 (2018): 56-61.

9. Особенности преподавания начертательной геометрии и инженерной графики с использованием современных компьютерных технологий // Nauka-rastudent.ru. – Уфа: 2015. –№ 06 (18) /http://nauka-rastudent.ru/18/2733/.

10. Abdubannaevich K. A., Sharifjanovna Q. M. TOOLS FOR DEVELOPING STUDENTS'DESIGN SKILLS IN TECHNICAL FIELDS //INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN COMMERCE, IT, ENGINEERING AND SOCIAL SCIENCES ISSN: 2349-7793 Impact Factor: 6.876. – 2023. – T. 17. – №. 08. – S. 1-6.

11. Abdubannaevich Q. A. TEXNIKA OTM TALABALARNING GRAFIK LOYIHALASH KOMPETENTSIYALARINI RIVOJLANTIRISHNING INTENSIV USULLARI //Research Focus. – 2023. – T. 2. – №. 1. – S. 274-279.

12. Khamrakulov A. Organization of effective use of the AutoCAD feature in teaching descriptive geometry //Journal of Pharmaceutical Negative Results. – 2022. – S. 2644-2648.

13. Abdubannayevich, Q. A., & Amandjonovna, I. D. (2024). TEXNIKA OILY TA'LIM MUASSASALARIDA XORIJIY TILLARNI ZAMONAVIY KOMPYUTER TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA O 'QITILISHI: TEXNIKA OILY TA'LIM MUASSASALARIDA XORIJIY TILLARNI ZAMONAVIY KOMPYUTER TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA O 'QITILISHI.

14. Karimovich, K. A., Sherzod, A., Khomitovich, M. K., Usmonjanovich, M. G., & Abdubannauevich, K. A. (2023). Use of The 2d and 3d Graphic Programs Feature in Teaching Descriptive Geometry. *Journal of Advanced Zoology*, *44*.

15.Maksudova, H. F. (2021). Fanlararo aloqadorlik kasbga yo'naltirilgan chet tilini o'qitishning asosiy tamoyili sifatida. Academic research in educational sciences, 2(CSPI conference 2), 608-612.

UO'T: 378.147:811.111

BO'LAJAK QISHLOQ XO'JALIGI TALABALARIGA INGLIZ TILIDAGI KASBIY SO'Z VA ATAMALARNI O'RGATISHNING ZAMONAVIY USULLARI

Ermatova Yulduz Alisher qizi
Namangan davlat texnika universiteti
Tayanch doktorant yulduzermatova5929@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada qishloq xo'jaligi talabal arining ingliz tili bo'yicha ko'nikmalari, til bilish darajasi, uning oshirishdagi mavjud muammolar taxlil etilgan. Qishloq xo'jaligi talabalarini tayyorlashda kasbiy so'z va atamalarni o'rgatishda terminologik lug'atlardan foydalanishdagi zamonaviy usul va vositalar bo'yicha taklif va tasvsiyalar berilgan.

Аннотация. В статье проанализированы навыки владения английским языком студентов сельскохозяйственных направлений, уровень их языковой подготовки, а также существующие проблемы в процессе его повышения. Представлены предложения и рекомендации по современным методам и средствам использования терминологических словарей при обучении профессиональной лексике и терминологии в подготовке студентов сельскохозяйственных специальностей.

Abstract. The article analyzes the English language skills of agricultural students, their level of language proficiency, and the existing challenges in improving these skills. It also provides recommendations and suggestions on modern methods and tools for using terminological dictionaries in teaching professional vocabulary and terminology in the training of future agricultural specialists.

Kalit so'zlar: Qishloq xo'jaligi, ingliz tili, kasbiy ko'nikma, kasbga yo'naltirilgan chet tili

Ключевые слова: сельское хозяйство, английский язык, профессиональные навыки, профессионально-ориентированный иностранный язык.

Keywords: agriculture, English language, professional skills, English for Specific Purposes (ESP), professionally oriented foreign language.

Kirish.

Butun jahon ta'lim tizimida barqaror taraqqiyotni ta'minlashga qaratilgan, mohiyatan yangicha didaktik paradigmaga asoslangan bilim olish jarayoni zamonaviy globallashuv tendensiyalariga mos ravishda raqobatbardosh kadrlar tayyorlashga bo'lgan ehtiyojning doimiy o'sishiga xizmat qilmoqda. Ta'lim jarayonini tashkil etish, samarali boshqarish va ta'lim sifatini ta'minlash tizimining asosiy elementi sifatida ta'lim beruvchilar hamda ta'lim oluvchilarning kompetensiya darajasini muntazam ravishda oshirish masalasi alohida ahamiyatga ega bo'lib, dolzarb muammo sifatida e'tirof etilmoqda. Qishloq xo'jaligi sohasida global hamkorlik va xalqaro loyihalar ko'paymoqda, bu mutaxassislardan ingliz tilini professional darajada bilishni talab qiladi. Sohaga oid xorijiy ilmiy manbalar bilan ishlash, xorijdagi loyihalarda ishtirok etish va xalqaro hamkorliklarni rivojlantirish uchun ingliz tilini mukammal darajada bilish talablari ortmoqda. An'anaviy o'qitish usullari sohaviy ehtiyojlarni to'liq qondira olmaydi. O'zbekistonda Qishloq xo'jaligi sohasida maxsus ingliz tili metodikalari yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Qishloq xo'jaligi sohasidagi mutaxassislar uchun maxsus terminologiyalar, texnik hujjatlar va kommunikatsion ko'nikmalarga asoslangan ingliz tili o'qitish metodikasini ishlab chiqish zarurati.

Muammoni o'rganganlik darajasi. Sohalar bo'yicha chet tillar o'qitish bo'yicha Marsch D., Coyle D., Hood P., Marsh D., Salexova L.L., Krilov E.G., Almazova N.I., Baranova T.A., Xalyapina L.P., Vdovina Ye.K., Xalyapina L.P., Popova N.V., Kogan M.S., Vdovina Ye.K.,

Sisoyev P.V., Sisoyev P.V., Zavyalov V.V., J.Jalalov, Maksudova, H. F., S. L. Salixova, S.J. Dushayeva va boshqa olimlar tomonidan o‘rganilgan.

MDX davlatlarida V.V. Davidov, E.V. Ilyenkov, V.S. Nurgaleyev, V.G. Afanasyev, I.V. Blauberg, N.V. Popova, V.A. Slastenin, E.G. Yudin, S.A. Zolotareva, M.S. Pak, I.P. Yakovlev, N.V. Avaluyeva, I.A. Kolesnikova, Ye.N. Mixaylova, A.Ya. Nayn, Ye.V. Yakovlev va boshqlar tomonidan sohalar bo‘yicha ingliz tilini o‘qitishning metodologik, pedagogik-psixologik va integrativ metodlari bo‘yicha izlanishlar olib borishgan. I.A. Bredixina, N.D. Galskova, Ye.A. Gasanenko, N.I. Gez, R.P. Milrud, Ye.A. Pikalova, Yu.A. Savinova M.B. Balikayeva, N.V. Gafurova, Ye.K. Gitman, A.M. Kabanov, Z.I. Konnova, S.L. Suvorova, A.V. Faxrutdinova, L.P. Xalyapina, A.N. Shamov va boshqalar kasbiy ingliz tilini o‘qitishning nazariy-uslubiy asoslarini tadqiq etishgan. Tadqiqot bo‘yicha izlanishlar natijasiga ko‘ra**,** muhandislarini tayyorlashda mutaxassislik fanlari va chet tilini o‘zaro bog‘lash, fanlarni xorijiy tillarda o‘qitish masalasi bugungi kunning dolzarb masalasi hisoblanadi.

Muxokama

Ingliz tili nafaqat xalqaro diplomatik va ilmiy aloqa tili, balki qishloq xo‘jaligiga oid ilmiy tadqiqotlar, texnologik hujjatlar, xalqaro standartlar, agrar loyihalar va zamonaviy raqamli platformalar tili hamdir. Muayyan loyiha doirasida xorijiy agrar kompaniyalar, ilmiy markazlar va xalqaro tashkilotlar (masalan, Asian Development Bank, World Bank, FAO, JICA) bilan hamkorlik qilishda qishloq xo‘jaligi mutaxassisining ingliz tilidagi og‘zaki va yozma muloqot ko‘nikmalari muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli ingliz tilini umumiy kommunikativ vosita sifatida emas, balki kasbiy faoliyatga yo‘naltirilgan funksional til sifatida o‘rgatish zarurati yuzaga kelmoqda. Bunday yondashuv ingliz tilini alohida fan sifatida emas, balki “professional kompetensiyalarni shakllantirish vositasi” sifatida ko‘rishni taqozo etadi. Masalan, talabalar ekin yetishtirish (crop production), tuproqshunoslik (soil science), sug‘orish tizimlari (irrigation systems), o‘simliklarni himoya qilish (plant protection), qishloq xo‘jaligi texnikalari (agricultural machinery), chorvachilik (livestock farming) kabi muhim sohalarga oid termin va iboralarni o‘rganish orqali nafaqat til kompetensiyalarini, balki kasbiy bilimlarini ham mustahkamlaydilar. Bu esa CLIL (Content and Language Integrated Learning – fanni til orqali o‘rgatish) metodikasiga asoslangan yondashuvni qo‘llashni talab etadi. CLIL yondashuvi orqali talaba ingliz tilida o‘qitilayotgan kasbiy fan mazmunini o‘zlashtirib boradi, bu esa tabiiy ravishda ham fanga, ham tilga bo‘lgan qiziqishni oshiradi. Qishloq xo‘jaligi kontekstida ushbu yondashuv darslarni agrar texnologiyalar, dala tajribalari, agrotexnik tadbirlar, ilmiy maqolalar va amaliy loyihalar asosida tashkil etish orqali amalga oshiriladi.

Qishloq xo‘jaligi sohasida foydalaniladigan asosiy terminlarni ingliz tilida puxta o‘rganish zarur. Masalan, “crop production” (ekin yetishtirish), “soil fertility” (tuproq unumdorligi), “irrigation system” (sug‘orish tizimi), “plant protection” (o‘simliklarni himoya qilish), “agricultural machinery” (qishloq xo‘jaligi texnikalari) kabi atamalar ilmiy tadqiqotlar va amaliy faoliyatda muntazam qo‘llaniladi. Ushbu terminlarni bilish orqali talabalar xalqaro agrar tashkilotlar va mutaxassislar bilan samarali hamkorlik qilish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Professional muloqot ko‘nikmalarini rivojlantirish jarayonida talabalar ingliz tilida rasmiy elektron xatlar yozish, taqdimotlar o‘tkazish hamda kasbiy suhbatlarni olib borishni o‘rganishlari lozim. Masalan, elektron xat yozishda “Dear Mr./Ms. [Name],” kabi rasmiy murojaat shaklidan foydalanib, fikrlarni aniq va mantiqiy bayon etish talab etiladi. Taqdimotlar davomida esa “Today, I will present the results of our research on sustainable agriculture” yoki “Today, I will present modern irrigation technologies used in agriculture” kabi jumlalardan foydalanish mumkin. Shuningdek, kasbiy muloqot jarayonida ingliz tilida ravon va tushunarli fikr almashish ko‘nikmalarini shakllantirish muhim ahamiyatga ega

Og‘zaki muloqot ko‘nikmalari loyiha taqdimotlari va professional muhitlarda muhim ro‘l o‘ynaydi. Talabalar aniq, ishonchli va rasmiy ohangda gapirishni o‘rganishi lozim. Masalan, guruhlarda o‘tkaziladigan simulyatsiya mashqida talabalar loyihalarni investorlarga taqdim qiladi. Taqdimot slaydlari quyidagicha tuziladi: birinchi slaydda loyiha maqsadi (“Objective: To reducye traffic congestion on Highway X”), ikkinchisida dizayn xususiyatlari (“Proposed Design: Four-lane road with a median barriyer”), uchinchisida xarajat smetasi (“Estimated Cost: $12 million”). Taqdimotdan so‘ng talaffuz, tana tili va mazmun aniqligi bo‘yicha fikr-mulohaza beriladi. Yana bir amaliy mashq sifatida talabalar qurilish maydonida xavfsizlik brifingini taqlid qiladi, masalan: “Ensure that all heavy machinery is operated only by cyertifiyed personnel to comply with safety regulations.” Bu jarayonni qo‘llab-quvvatlash uchun ELSA Speak ilovasi talaffuzni yaxshilashga yordam bersa, TEDx Engineering taqdimotlari professional ohangni o‘rganish uchun namuna sifatida ishlatiladi. Og‘zaki muloqotning muhim tarkibiy qismi sifatida faol tinglash ko‘nikmalari ham rivojlantiriladi. Talabalar muhandislik bo‘yicha videolarni, masalan, “YouTube”dagi FHWA kanalidagi “Introduction to Pavement Design” (https://youtu.be/p-75s0JUpaU) materialini tomosha qilib, asosiy fikrlarni qayd etadi va “fatiguye cracking” yoki “rutting” kabi atamalarni guruhda muhokama qiladi. Bu mashq ko‘rsatmalar, fikr-mulohazalar va mijoz talablarini to‘g‘ri tushunishni ta’minlaydi.

Natija

Muhandislarni tayyorlashda xar bir mavzu bo‘yicha dars ishlanmalar yaratish va ularni ta’lim jarayoniga tatbiq etish natijasida ta’lim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Buning uchun soha bo‘yicha tarminologik lug‘at yordamida so‘z boyligini oshirish, gap tuzishdagi gramatika qoidalarni to‘g‘ri qo‘llash, sohaga oid matnlarni o‘qib tushunishda fan o‘qituvchisining pedagogik maxoratiga bevosita bog‘liqdir.

Amaliy misol:

- Talabalarga muhandislikga oid matnni o‘qish va undagi kalit atamalarni aniqlash vazifasi beriladi (masalan, “pavement design”, “traffic flow”). Keyin ular matn bo‘yicha savollarga ingliz tilida javob berishadi. Bu ularning so‘z boyligi va tushunish darajasini aniqlashga yordam beradi.

- Natija: Agar talabalar “subgrade” (quyi qatlam) yoki “asphalt mix” (asfalt aralashmasi) kabi atamalarni tushunishda qiynalsa, metodika so‘z boyligiga ko‘proq e’tibor beradi.

Ilmiy asos: Hutchinson va Waters (1987) ESP (English for Specific Purposes) metodologiyasida ehtiyojlar tahlilini ta’limning asosiy bosqichi sifatida belgilaydi. Bu muhandislik yo‘nalishi talabalari uchun maxsus til ko‘nikmalarini aniqlashda qo‘llaniladi.

Xar bir mavzu bo‘yicha kasbga yo‘naltirilgan matnlar bilan ishlashni tashkil etish lozim. Kasbiy ingliz tilini o‘qitish jarayonida sohaga oid so‘zlar, iboralarni ma’nosini to‘liq anglash va ularni qo‘llashda ingliz tilining gramatik qoidalariga to‘liq amal qilishga o‘rgatadi. Ingliz tilini sohaga yo‘naltirib o‘qitish natijasida bo‘lajak muhandislarda xam kasbiy xam til bilish ko‘nikmalarini parallel ravishda rivojlanadi. Natijada fan o‘qituvchisi darsga qo‘ygan maqsad va vaziflarini to‘laqonli amalga oshirishga yordam beradi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, muhandislik yo‘nalishidagi talabalarda ingliz tilida professional muloqot qilish va kasbiy vazifalarni bajarish ko‘nikmalarini shakllantirish – bu ularning nafaqat chet elda ishlash imkoniyatlarini ochadi, balki o‘z mamlakatida xalqaro loyihalarda faol ishtirok eta oladigan, innovatsion fikrlaydigan va global darajada raqobatbardosh kadr bo‘lib yetishishlariga xizmat qiladi. Shu boisdan ham, mazkur mavzu bugungi kunda o‘ta dolzarb va istiqbolli metodik yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Yo‘l muhandisligi talabalari uchun ingliz tilida professional muloqot va kasbiy ko‘nikmalarni shakllantirish uchun terminologiya o‘rganish, email yozish, taqdimotlar, texnik hujjatlar tayyorlash, amaliy mashqlar va xalqaro

imtihonlarga tayyorgarlik ko‘rish tavsiya etiladi. Bu ko‘nikmalar orqali ular zamonaviy muhandislik sohasida muvaffaqiyatga erishishlari va xalqaro loyihalarda faol ishtirok etishlari mumkin.

ADABIYOTLAR

15. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022 — 2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” farmoni https://lex.uz/uz/docs/5841063

16. Jalolov J. Chet tili o‘qitish metodikasi: Chet tillar oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik. – T.: O‘qituvchi, 1996 – 367 b.

17. Чувашова А. Д. Формирование интегративной готовности будущих инженеров к профессиональной деятельности на иностранном языке. к.п.н., ...дисс. Челябинск, 2023, с 209

18. Qahharov Abdurahim Abdubannayevich, & Ermatova Yulduz Alisher Qizi (2024). Qurilish ta’lim yo‘nalishlari talabalariga ingliz tili fanini o‘qitishga qo‘yiladigan talablar. Строительство и образование, 3 номер 6 , 148-152.

19. A.A.Kahharov. Intensive Methods of Developing Students' Spatial Imagination in the Teaching of Graphic Sciences. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 2021, ISSN:1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages. 11885 – 11892

20. Tuychiyev X. E. Adaptiv yondashuv asosida talabalarning kasbiy- pedagogik kompetensiyalarini takomillashtirish (“Professional ta’lim” yo‘nalishi misolida). Toshkent–2022, Avtoreferat, 51 b.

Kahharov A.A Developing students' spatial imagination in the teaching the subject of “descriptive geometry and engineering graphics” with the help of modern computer graphics. International congress on modern education and integration. Vol.5 Special Issue. http://iejrd.com/index.php/%20/article/view/1178

UO'T: 37.02:004.94:681.3

SIMULYATSION TA'LIM TEXNOLOGIYALARINING NAZARIY ASOSLARI: 5D SIMULYATSION TRENAJYOR KONSEPSIYASINI ISHLAB CHIQISH

E.A.Qosimov
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi Seysmik xavfsizlik va barqaror qurilish milliy tadqiqot instituti

A.M.Ismoilov
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi Seysmik xavfsizlik va barqaror qurilish milliy tadqiqot instituti

R.R.Yo'ldashev
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi Seysmik xavfsizlik va barqaror qurilish milliy tadqiqot instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada simulyatsion ta'lim texnologiyalarining nazariy asoslari tahlil qilinib, amaliy kompetensiyalarni rivojlantirishga yo'naltirilgan 5D simulyatsion trenajyor konsepsiyasi ishlab chiqilgan. Shuningdek, tajribaviy o'qitish, konstruktivizm, maqsadli mashq va kognitiv yuklama nazariyalari asosida trenajyorning tarkibiy komponentlari hamda didaktik ishlash algoritmi shakllantirilgan.

Аннотация. В данной статье проанализированы теоретические основы симуляционных образовательных технологий и разработана концепция 5D симуляционного тренажёра, направленного на развитие практических компетенций. Кроме того, на основе теорий опытного обучения, конструктивизма, целенаправленной практики и когнитивной нагрузки сформированы структурные компоненты тренажёра и его дидактический алгоритм функционирования.

Abstract. This article analyzes the theoretical foundations of simulation-based educational technologies and develops a concept of a 5D simulation trainer aimed at enhancing practical competencies. In addition, based on the theories of experiential learning, constructivism, deliberate practice, and cognitive load, the structural components of the trainer and its didactic operating algorithm were developed.

Kalit so'zlar: simulyatsion ta'lim, 5D trenajyor, virtual muhit, teskari aloqa, adaptiv baholash, kompetensiya.

Ключевые слова: симуляционное обучение, 5D-тренажёр, виртуальная среда, обратная связь, адаптивное оценивание, компетенция.

Keywords: simulation-based learning, 5D trainer, virtual environment, feedback, adaptive assessment, competence.

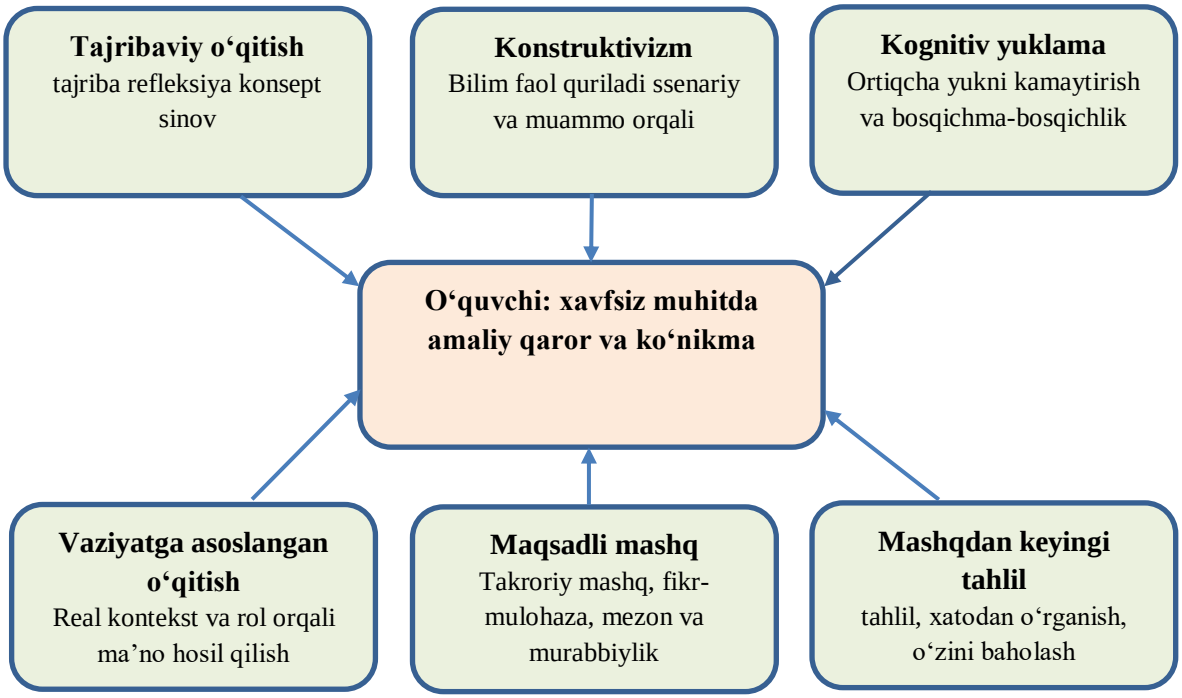
Kirish

Zamonaviy ta'limda nazariy bilimlarni real vaziyatda qo'llash, amaliy vaziyatlarni xavfsiz muhitda tahlil qilish va kasbiy kompetensiyalarni barqaror shakllantirish muhim vazifaga aylandi. Simulyatsion ta'lim aynan shu ehtiyojga javob beradi: u real jarayonni obyekt yoki kasbiy vaziyatni modellashtirib, o'quvchiga boshqariladigan, takrorlanadigan va baholanadigan amaliy tajriba beradi [1], [2].

Simulyatsion ta'limning kuchli jihati shundaki, u o'quvchini passiv tinglovchidan faol qaror qabul qiluvchi subyektga aylantiradi. Tibbiyot, muhandislik, transport, favqulodda vaziyatlar, harbiy tayyorgarlik va kasb-hunar ta'limida simulyatsiya xavfli yoki real jarayonlarni xavfsiz o'quv muhiti bilan almashtira oladi [3].

Mavjud ilmiy adabiyotlarda yuqori samarali simulyatsiya uchun aniq maqsad, takroriy mashq, fikr-mulohaza, o‘quv dasturiga integratsiya, murakkablikni oshirib borish va natijalarni baholash kabi omillar alohida ta’kidlanadi [4], [5]. Biroq ko‘p hollarda simulyatorlar texnik qurilma sifatida yaratiladi, pedagogik model esa keyin qo‘shiladi. Ushbu maqola, aksincha, avval didaktik-nazariy modelni belgilab, so‘ng 5D trenajyor konsepsiyasini ishlab chiqishni taklif qiladi.

Tadqiqot maqsadi: Simulyatsion ta’limning nazariy asoslarini tahlil qilib, 5D simulyatsion trenajyorning nazariy tuzilmasi va didaktik ishlash algoritmini ishlab chiqishdan iborat.



1-rasm. Simulyatsion ta’limning nazariy asoslari va ularning o‘quvchi faoliyatiga ta’siri.

Ilmiy manbalar simulyatsion ta’lim, tajribaviy ta’lim, maqsadli mashq, virtual va immersiv muhitlar hamda o‘quv natijalarini baholash yo‘nalishlari bo‘yicha tahlil qilindi.

Tahlil jarayonida quyidagi mezonlar asosiy yo‘nalish sifatida belgilandi:

1) Nazariyaning simulyatsiya bilan bog‘liqligi;
2) O‘quvchi faoliyati va kompetensiya rivojiga ta’siri;
3) Fikr-mulohaza va refleksiya imkoniyati;
4) Trenajyor arxitekturasiga aylantirish mumkinligi;
5) Baholash ko‘rsatkichlari bilan bog‘lanishi.

Kasbiy layoqatni ishlab chiqishda “pedagogika avval, texnologiya keyin” tamoyili qo‘llanildi. Ya’ni har bir texnik modul avvalo o‘quv maqsadi, kompetensiya, vazifa, fikr-mulohaza va baholash indikatorlari bilan moslashtirildi. 5D modeli besh o‘lchamli didaktik-texnologik tizim sifatida talqin qilindi (1-jadval).

Nazariy asoslar matritsasi

1-jadval

Nazariy	Asosiy g‘oya	Simulyatsiyadagi	5D trenajyorda

yondashuv		vazifasi	vaziyatni aks etishi
Tajribaviy o‘qitish	Bilim tajriba, refleksiya va sinov orqali shakllanadi	Realga yaqin tajriba yaratadi	Ssenariy + debrifing + qayta sinov
Konstruktivizm	O‘quvchi bilimni muammoni yechish jarayonida quradi	Faol rol, muammo va qaror	Interaktiv vazifalar, ko‘p variantli natija
Kognitiv yuklama	O‘quvchi resursi cheklangan;	Bosqichma-bosqich murakkablik	Adaptiv yordam, vizual soddalashtirish
Maqsadli mashq	Takroriy mashq, aniq mezon va fikr-mulohaza orqali mahorat ortadi	Ko‘nikmani avtomatlashtiradi	Mezonli mashq sikllari va KPI
Vaziyatga asoslangan o‘qitish	Bilim real kontekstda va rol orqali ma’noli bo‘ladi	Kasbiy vaziyatni jonlantiradi	Rol, muhit, jihoz va kontekst
Yakuniy tahlil	Tajriba tahlil qilinib, xatodan o‘rganiladi	Refleksiya va metakognitsiya	Avtomatik hisobot + murabbiy savollari

5D simulyatsion trenajyor konsepsiyasi

Tadqiqot natijasida 5D simulyatsion trenajyor konsepsiyasi ishlab chiqildi. Bu yerda “5D” faqat vizual 3D muhitga qo‘shimcha effektlar qo‘shish emas, balki ta’limiy jarayonni besh o‘lchamda boshqarish deganidir. Modelda har bir o‘lcham mustaqil modul bo‘lsa, ular yagona kompetensiya modeliga xizmat qiladi.

1D - fazoviy 3D muhit: o‘quvchi real maydonni, obyekt va jihozlarni ko‘radi hamda ularda harakat qiladi;

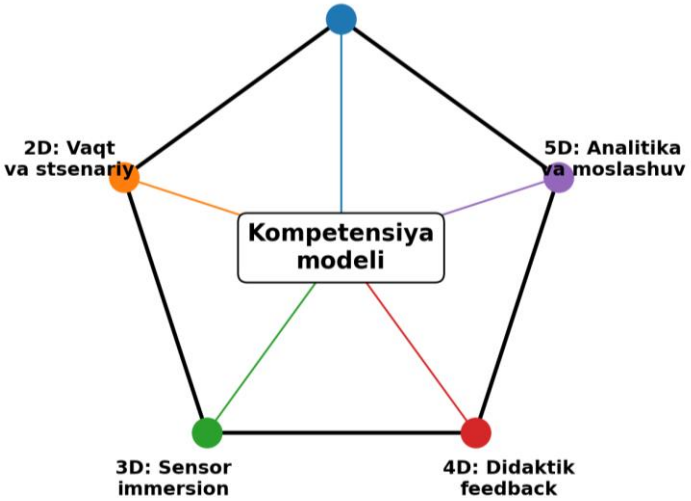
2D - vaqt va ssenariy dinamikasi: hodisalar ketma-ketligi, vaqt bosimi, favqulodda o‘zgarishlar va sabab-oqibat aloqalari modellashtiriladi;

3D - sensor immersion: tovush, tebranish, harakat platformasi yoki boshqa sezgi signallari orqali ishonchlilik oshiriladi;

4D - didaktik fikr-mulohaza: tizim va o‘quvchining xatti-harakatiga tezkor va yakuniy izoh beradi;

5D - analitika va moslashuv: xatolar, vaqt, aniqlik, qarorlar sifati va kompetensiya ko‘rsatkichlari tahlil qilinadi, keyingi ssenariy murakkabligi moslanadi.

5D trenajyorning asosiy pedagogik vazifasi - o‘quvchini real vaziyatga yaqin, lekin xavfsiz muhitda qaror qabul qilishga o‘rgatishdir. Texnik jihatdan u **VR/AR** displeylar, simulyator apparatlari, harakat yoki sensor bloklar, LMS integratsiyasi, ma’lumotlar bazasi va analitik paneldan iborat bo‘lishi mumkin.



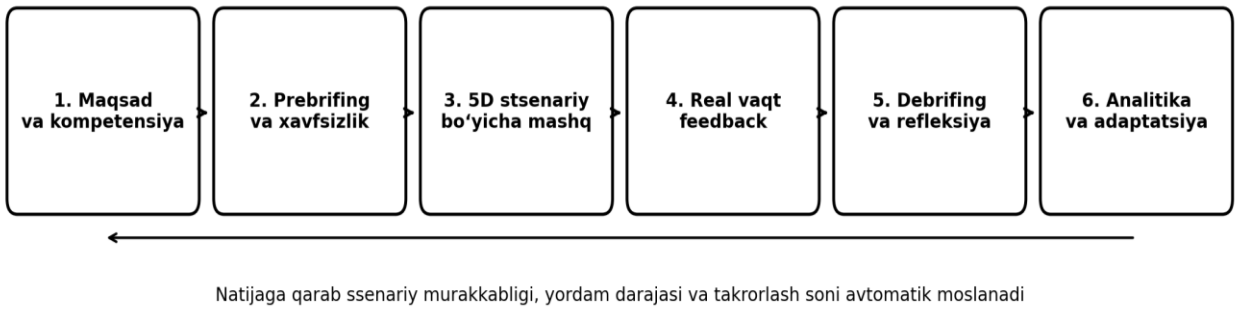
2-rasm. 5D simulyatsion trenajyorning besh o'lchamli konseptual modeli.

5D trenajyor komponentlari va funksiyalari

2-jadval

O'lcham	Mazmuni	Texnologik modul	Pedagogik funksiya	Baholash indikatori
1D	Fazoviy 3D muhit	VR/AR sahna, obyektlar, interfeys	Kontekstni his qilish	Navigatsiya, obyekt tanlash aniqligi
2D	Vaqt-ssenariy dinamikasi	Ssenariy dvijogi, event triggerlar	Sabab-oqibatni tushunish	Qaror vaqti, ketma-ketlik xatosi
3D	Sensor immersion	Audio, harakat, tebranish	Realizm va motivatsiya	Stress ostida barqarorlik
4D	Didaktik fikr-mulohaza	Real vaqt maslahat, rubrika, debrifing	Xatoni anglash va tuzatish	Fikr-mulohazadan keyingi yaxshilanish
5D	Analitika va adaptatsiya	Dashboard, AI tavsiya, LMS integratsiya	Individual trayektoriya	Kompetensiya indeksi, progress

Taklif etilgan 5D nazariy model taqlidiy ta'limni oddiy texnik namoyishdan kompetensiyaga yo'naltirilgan pedagogik tizimga aylantiradi. Kolbning tajribaviy o'qitish sikli simulyatsiya jarayonini "bajarish - tahlil - umumlashtirish - qayta qo'llash" ko'rinishida tashkil etishga asos bo'ladi [6]. Issenberg va hamkorlari tomonidan ko'rsatilgan samarali simulyatsiya xususiyatlari - fikr-mulohaza, takroriy mashq, o'quv dasturiga integratsiya va natija mezonlari - 5D modelning 4D va 5D qatlamlarida bevosita aks etadi [4].



3-rasm. 5D trenajyorning didaktik ishlash algoritmi.

INACSL me'yorlarida mashqoldi tayyorgarliklar o'quvchini ssenariyga tayyorlash, qoidalar va kutilmalarni aniqlash bosqichi sifatida qaraladi; mashqdan keyingi tahlil esa o'quv tajribasini mazmunli refleksiyaga aylantirish uchun zarur [7]. Shu sababli 5D trenajyor faqat "mashqni bajartiruvchi" qurilma emas, balki mashqdan oldin tayyorlov, mashq paytida monitoring, mashqdan keyin tahlil va keyingi bosqichga moslashuvni ta'minlovchi didaktik ekotizim bo'lishi kerak.

Kognitiv yuklama nazariyasi nuqtai nazaridan 5D muhit haddan tashqari ko'p sensor va ko'rgazmali signal bilan o'quvchini charchatmasligi lozim. Murakkablik darajasi bosqichma-bosqich oshiriladi: avval yo'riqnoma ko'p, xavf kam; keyin yordam kamayadi, vaqt bosimi va noaniqlik ortadi. Bu yondashuv o'quvchining mustaqil qaror qabul qilishini rivojlantiradi.

Amaliy jihatdan 5D trenajyor quyidagi sohalarga moslashtirilishi mumkin: tibbiy manipulyatsiyalar, texnik servis, energetika xavfsizligi, yo'l harakati va avtotrenajyorlar, favqulodda vaziyatlar, ishlab chiqarish liniyalari, pedagogik vaziyatlarni modellashtirish. Har bir sohaga moslashda asosiy farq ssenariylar, obyektlar, xavf omillari va baholash baholash mezonlarida bo'ladi.

Birinchidan, o'quv maqsadlari aniq va o'lchanadigan bo'lishi kerak: masalan, "favqulodda vaziyatda 90 soniya ichida to'g'ri xavfsizlik tartib-qoidalarini tanlaydi".

Ikkinchidan, har bir ssenariy baholash mezoni bilan bog'lanadi: xatolar turi, qaror vaqti, harakat ketma-ketligi va xavfsizlik talablari belgilanadi.

Uchinchidan, fikr-mulohaza ikki darajada beriladi: real vaqt fikr-mulohazai o'quvchini xavfli yoki noto'g'ri harakatdan ogohlantiradi; yakuniy fikr-mulohaza esa debrifingda sabab-oqibatni tahlil qiladi.

To'rtinchidan, analitik panel individual va guruh darajasida progressni ko'rsatadi.

Beshinchidan, trenajyor pedagogik etikaga mos bo'lishi lozim: o'quvchi xatosi jazolash vositasi emas, o'rganish manbai sifatida qaraladi; ma'lumotlar maxfiyligi saqlanadi; baholash mezonlari oldindan tushuntiriladi.

Xulosa

Simulyatsion ta'lim texnologiyalari nazariy va amaliy bilim o'rtasidagi uzilishni kamaytiruvchi samarali pedagogik yondashuvdir. Uning asosida tajribaviy o'qitish, konstruktivizm, vaziyatga asoslangan o'qitish, maqsadli mashq, kognitiv yuklama nazariyasi va mashqdan keyingi tahlil kabi ilmiy yondashuvlar turadi.

Ishlab chiqilgan 5D simulyatsion trenajyor konsepsiyasi simulyatsiyani besh o'lchamda loyihalashni taklif etadi: fazoviy 3D muhit, vaqt-ssenariy dinamikasi, sensor immersion, didaktik fikr-mulohaza, analitika va adaptiv baholash. Bunday model o'quvchiga realga yaqin xavfsiz tajriba beradi, xatodan o'rganishni tashkil qiladi va kompetensiya rivojini o'lchash imkonini yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. Le, K. D. R. va boshqalar (2023). Principles of Effective Simulation-Based Teaching Sessions in Medical Education. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10733780/

2. Elendu, C. va boshqalar (2024). The impact of simulation-based training in medical education. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11224887/

3. Nikolic, D. (2012). An educational simulation in construction: the virtual construction simulator. https://centaur.reading.ac.uk/95262/

4. Issenberg, S. B. va boshqalar (2005). Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16147767/

5. McGaghie, W. C. va boshqalar (2011). Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3102783/

6. Wijnen-Meijer, M. va boshqalar (2022). Implementing Kolb's experiential learning cycle by linking real experience, theory and reflection. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9112303/

7. McDermott, D. S. va boshqalar (2021). Healthcare Simulation Standards of Best Practice: Prebriefing, Preparation, and Briefing. https://www.nursingsimulation.org/article/S1876-1399(21)00095-5/fulltext

8. Marougkas, A. va boshqalar (2023). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies. https://www.mdpi.com/2079-9292/12/13/2832

9. International Nursing Association for Clinical Simulation and Learning. Healthcare Simulation Standards of Best Practice. https://www.inacsl.org/healthcare-simulation-standards-of-best-practice-

10. D.A.Bekmirzayev, E.A.Qosimov, A.M.Ismoilov. Aholini zilzilaga tayyorlashda multimedia vositalarining amaliyotga joriy etilishi bo'yicha tavsiyalar "Xalqaro tajriba: oliy ta'limni transformatsiya sharoitida zamonaviy muhandislik yo'nalishida intellektual qobiliyatli kadrlar tayyorlash istiqbollari" mavzusida xalqaro konferensiya NamDTU, 29-aprel, 2025-yil, Namangan.

УДК: 37.018.43

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ГИБКИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ НАВЫКОВ

Абдуллаева Озода Сафибуллаевна,
доктор педагогических наук (DSc), профессор
Наманганский государственный технический университет
E-mail: ozoda.safibullayevna121620@gmail.com

Мадрахимова Муяссархон Бокиджоновна
Преподаватель
Наманганский государственный технический университет
m.b.madrahimova@gmail.com

Аннотация. В данной статье описываются перспективы внедрения гибких образовательных программ для развития цифровых навыков, охватывающие важные аспекты современных образовательных тенденций в условиях стремительной цифровизации. Внедрение гибких образовательных программ может стать ключевым фактором в подготовке специалистов, соответствующих требованиям быстро меняющегося рынка труда.

Annotasiya. Ushbu maqola jadal raqamlashtirish sharoitida zamonaviy ta'lim tendentsiyalarining muhim jihatlarini qamrab olgan raqamli ko'nikmalarni rivojlantirish uchun moslashuvchan ta'lim dasturlarini amalga oshirish istiqbollarini tavsiflaydi. Moslashuvchan ta'lim dasturlarini amalga oshirish tez o'zgaruvchan mehnat bozori talablariga javob beradigan mutaxassislarni tayyorlashda asosiy omil bo'lishi mumkin.

Abstract. This article describes the prospects for the implementation of flexible educational programs for the development of digital skills, covering important aspects of modern educational trends in the context of rapid digitalization. The implementation of flexible educational programs can become a key factor in preparing specialists who meet the requirements of the rapidly changing labor market.

Ключевые слова: рынок труда, адаптация образовательных программ, профессиональная деятельность, цифровые навыки, методология обучения.

Kalit so'zlar: mehnat bozori, ta'lim dasturlarini moslashtirish, kasbiy faoliyat, raqamli ko'nikmalar, o'qitish metodikasi.

Keywords: labor market, adaptation of educational programs, professional activity, digital skills, teaching methodology.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность внедрения гибких образовательных программ для развития цифровых навыков обусловлена рядом ключевых факторов, связанных с быстрыми изменениями на рынке труда и требованиями цифровой экономики.

Цифровизация проникает в практически все аспекты жизни и бизнеса, от автоматизации производства до анализа больших данных и использования искусственного интеллекта. Вследствие этого возникает необходимость в подготовке специалистов, обладающих новыми цифровыми навыками, такими как программирование, работа с

данными, кибербезопасность и т. д. Традиционные образовательные программы часто не успевают оперативно адаптироваться к этим изменениям, и гибкие программы позволяют быстрее реагировать на изменения.

Многие профессии, связанные с информационными технологиями, бизнесом и наукой, претерпевают изменения. Работодатели все чаще требуют от специалистов не только технических навыков, но и способности быстро обучаться, работать с новыми технологиями и адаптироваться к изменяющимся условиям. Гибкие образовательные программы, которые можно легко обновлять и адаптировать под новые требования, становятся необходимостью для формирования таких компетенций.

Цифровые технологии развиваются с огромной скоростью, и многие навыки, которые были актуальны несколько лет назад, могут стать устаревшими. Гибкость образовательных программ дает возможность их постоянного обновления, обеспечивая студентов актуальными знаниями и навыками, а также позволяя им быстро осваивать новые технологии.

Люди с разными образовательными и профессиональными фонами могут стремиться к освоению цифровых навыков: от школьников и студентов до специалистов, желающих переобучиться или повысить квалификацию. Гибкие программы позволяют предлагать различные уровни обучения, от начальных до продвинутых, и адаптировать их под конкретные потребности учащихся.

Работа в цифровой экономике требует способности быстро адаптироваться к новым требованиям. В таких условиях традиционные образовательные программы, которые требуют длительного времени для обновления, могут не успевать за быстро меняющимися потребностями. Гибкие программы позволяют своевременно внедрять новые знания и подходы, не теряя актуальности.

Таким образом в условиях цифровизации и быстрых изменений на рынке труда внедрение гибких образовательных программ становится не только актуальным, но и необходимым для обеспечения эффективного обучения. Такие программы способны адаптироваться к текущим и будущим потребностям, помогая студентам и профессионалам осваивать ключевые цифровые навыки, поддерживать их актуальность и соответствовать требованиям цифровой экономики.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цифровая экономика в Узбекистане, как и в других странах, претерпевает динамичные изменения, интегрируя новые технологии и адаптируя их к локальным особенностям и потребностям. Одним из основных факторов, определяющих специфику цифровой экономики в Узбекистане, является активное внедрение цифровых платформ, использование больших данных (Big Data), а также развитие новых технологий, которые создают новые возможности для государства. Узбекистан фокусируется на создании инфраструктуры для цифровизации и извлечения максимальной пользы из этой трансформации. По данным статистики на 2024 год доступ в интернет имели более 80% населения страны, что свидетельствует о расширении цифровой инфраструктуры и улучшении связности; более 90% населения страны использовали мобильные телефоны, а внедрение технологий 4G и 5G также находится в процессе; значительно улучшилась цифровая инфраструктура страны, было инвестировано значительное количество ресурсов, что заложило прочную основу для улучшения инфраструктуры ИКТ, в результате чего, по данным Государственного комитета Узбекистана по статистике, в

сфере информации и связи за 2023-2024 годы валовая добавленная стоимость увеличилась более чем в 2 раза и достигла 11,8 триллиона сумов; с момента создания IT-парков в Узбекистане объем экспорта отрасли вырос в 50 раз и достиг 46 миллионов долларов. Количество резидентов парка увеличилось со 147 до 500, также открыто более 300 новых компаний и создано 8500 высокооплачиваемых рабочих мест. В настоящее время в IT-парках работает более 14 тысяч молодых людей; по состоянию на январь 2023 года в Узбекистане в результате реформирования и цифровизации государственного управления 56% государственных услуг стали предоставляться через портал интерактивных государственных услуг. Количество государственных услуг на платформе электронного правительства страны (my.gov.uz) достигло 307 и такими электронными государственными услугами активно пользуются 1,3 миллиона граждан. При этом общее количество пользователей Интернета в Узбекистане достигло 27,2 миллиона человек.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТ

В целях обеспечения институциональной целостности и повышения эффективности системы управления в сфере профессионального образования, внедрения международных образовательных программ, а также реформирования системы подготовки конкурентоспособных кадров среднего звена, соответствующих требованиям внутреннего и внешнего рынка труда был принят Указ Президента Республики Узбекистан от 16.10.2024 г. № УП-158 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы подготовки квалифицированных кадров и внедрению международных образовательных программ в профессиональном образовании» в котором определены основными направлениями совершенствования системы профессионального образования: оптимизация типов профессиональных образовательных организаций и внедрение единой системы многоотраслевых учебных заведений, осуществляющих подготовку кадров по всем уровням профессионального образования; обеспечение академической самостоятельности профессиональных образовательных организаций и расширение их возможностей по подготовке кадров, соответствующих требованиям отраслей экономики; внедрение современной системы управления в сфере профессионального образования, широкое привлечение в процесс подготовки кадров среднего звена заинтересованных министерств и ведомств, усиление их сотрудничества с образовательными организациями; внедрение в учебный процесс профессиональных образовательных организаций международных образовательных программ, обеспечение признания в зарубежных государствах документов об образовании, выдаваемых по завершении обучения; поэтапную цифровизацию учебных процессов в профессиональных образовательных организациях, внедрение специальной электронной платформы, направленной на повышение качества и эффективности профессионального образования; обеспечение профессиональных образовательных организаций необходимой учебной литературой, методическими пособиями и цифровыми контентами, оснащение их лабораторий и мастерских самым современным оборудованием; кардинальное обновление системы оценки навыков и компетенций выпускников профессиональных образовательных

организаций, создание благоприятных условий для активного участия в данном процессе представителей работодателей.

Вышеуказанные факты свидетельствуют, о том что цифровые платформы играют центральную роль в развитии цифровой экономики Узбекистана. Эти платформы включают в себя интернет-магазины, финансовые технологии, онлайн-образование, платформы для предоставления государственных и частных услуг. Например, цифровая платформа my.gov.uz в Узбекистане интегрирует множество государственных услуг в одном месте, позволяя гражданам получать услуги через интернет, что значительно упрощает доступ к государственным ресурсам и повышает прозрачность государственных процедур.

Цифровая экономика Узбекистана активно развивает использование больших данных (Big Data) для повышения эффективности в разных отраслях. Большие данные предоставляют возможность анализировать огромные объемы информации, что помогает в прогнозировании потребностей, оптимизации процессов и повышении качества обслуживания. Примером больших данных в сфере образования позволяют анализировать учебные результаты студентов, оценивать их успехи и проблемы, а также разрабатывать персонализированные образовательные маршруты, которые могут быть адаптированы к потребностям каждого студента. В высших образовательных учреждениях Узбекистана уже применяются платформы, как HEMIS, которые анализируют данные о посещаемости, оценках и активности студентов, чтобы предоставить преподавателям информацию о том, какие студенты испытывают трудности в учебе. Это позволяет преподавателям вовремя вмешаться и предложить дополнительные ресурсы или помощь для улучшения успеваемости.

Оптимизация образовательных программ с использованием больших данных позволяют более точно оценить, какие образовательные программы и курсы востребованы, а также какие методы обучения наиболее эффективны. С помощью анализа данных о предпочтениях студентов, трудоустроенности выпускников и успешности учебных планов можно корректировать и улучшать программы обучения, делая их более актуальными и соответствующими требованиям рынка труда. Пример: Платформы для анализа данных, такие как "EdTech" в Узбекистане, могут собирать информацию о том, какие дисциплины чаще всего выбирают студенты, какие навыки они развивают и на каких курсах достигают наибольшего успеха. Это дает образовательным учреждениям информацию для корректировки учебных программ и адаптации их к текущим потребностям рынка.

Анализ данных о трудоустройстве выпускников также используются для анализа карьерных путей выпускников, что позволяет образовательным учреждениям более точно оценивать востребованность тех или иных специальностей и адаптировать учебные планы в соответствии с трендами рынка труда. Пример: Министерство высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистана разрабатывает проекты по сбору данных о трудоустройстве выпускников, что помогает не только оценить успешность

образовательных программ, но и предоставляет информацию для создания новых курсов и образовательных направлений, отвечающих требованиям работодателей.

Важным аспектом цифровой экономики является то, что она позволяет преодолевать географические барьеры. В условиях Узбекистана, где существует значительная разница в уровне цифровизации между городами и удаленными регионами, цифровизация может стать ключевым инструментом для обеспечения равного доступа к образовательным услугам. Пример: В 2020 году в Узбекистане был запущен проект по созданию системы «Цифровое образование», который включает в себя разработку онлайн-курсов для школьников и студентов, что позволяет обеспечить доступ к качественному образованию в удаленных регионах страны.

Новые технологии и цифровизация становятся основой для создания инновационных продуктов и услуг, которые могут значительно изменить структуру экономики. В Узбекистане активно развиваются стартапы, поддерживаемые государственными инициативами, а также внедряются инновационные проекты в различных отраслях, что способствует развитию экономики в целом. В Узбекистане созданы IT парки, где стартапы и инновационные компании могут работать над новыми цифровыми решениями. Это место привлекает инвесторов и специалистов, создавая возможности для развития высокотехнологичных предприятий.

В последние годы в Узбекистане активно развиваются технологии интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (AI) и блокчейна, что также открывает новые возможности для развития цифровой экономики. Применение этих технологий помогает улучшить процессы управления и повышать качество обслуживания в различных секторах.

Таким образом, в условиях цифровой трансформации и ускоренной автоматизации мира труда происходит значительное изменение в структуре занятости и требованиях к квалификации. Некоторые новые формы занятости и рабочие места, такие как мобильная работа и удалённая занятость, работа по вызову через цифровые платформы, гибкость и фриланс, автоматизированные системы и технологии связаны с развитием цифровой экономики.

Мир меняется молниеносно. Поэтому цифровизация требует обучение на протяжении всей жизни, изменение требований к квалификации, требует от работников постоянного обновления знаний и навыков. Появляются новые востребованные профессии, такие как специалисты по данным, аналитики искусственного интеллекта, разработчики программного обеспечения для виртуальной реальности, специалисты по кибербезопасности. В то же время уменьшается потребность в профессиях, связанных с физическим трудом, и всё больше растет значимость навыков в области ИТ, критического мышления и анализа данных. Глобализация и цифровизация рынков труда позволяют организациям аутсорсить многие виды работы в страны с более низкой стоимостью труда. Развитие онлайн-платформ облегчает дистанционное сотрудничество и фриланс, расширяя возможности для занятости в развивающихся странах. Это также создаёт новую динамику в международной конкуренции, где каждый может претендовать на рабочие

места, независимо от местоположения, что нарушает традиционное разделение труда и создаёт новые вызовы для стран с высоким уровнем дохода, где рабочие места с низкой квалификацией сокращаются.

Цифровизация и автоматизация меняют характер труда и создают новые формы занятости, а также влияют на требования к квалификации работников. Работники должны быть готовыми к постоянным изменениям и адаптации, а новые технологии, такие как искусственный интеллект, блокчейн, робототехника и мобильные платформы, будут продолжать изменять ландшафт мирового рынка труда.

В условиях постоянных изменений на рынке труда, вызванных цифровизацией и автоматизацией, подход к обучению и профессиональной переподготовке должен измениться. Традиционная модель образования, в которой навыки формируются в высших образовательных учреждениях и используются на протяжении всей карьеры, не совсем отвечает требованиям современной экономики, где профессиональные навыки устаревают быстрее, чем когда-либо. Для того чтобы будущие специалисты могли эффективно адаптироваться к изменениям, необходимо внедрить новые подходы к обучению и переподготовке. К таким подходам можно отнести:

Во-первых - гибкость образовательных программ. Образовательные программы должны быть адаптированы к быстрому темпу изменений в технологиях и практиках. Включение в программу обучения навыков, которые можно быстро обновить и адаптировать к текущим требованиям рынка, должно стать основным принципом. Например, необходимо фокусироваться на обучении критическому мышлению, решению проблем, навыкам работы с данными и цифровым технологиям, которые могут применяться в различных отраслях.

Во-вторых, важно, чтобы образовательные учреждения активно взаимодействовали с производством и работодателями, чтобы понимать текущие и будущие потребности в навыках. Например, образовательные учреждения совместно производством могут участвовать в создании учебных курсов, чтобы они соответствовали реальным требованиям отрасли, а студенты могли бы проходить стажировки и практику в реальных условиях, что повысит их подготовленность к рынку труда.

В-третьих, одним из важнейших аспектов в обучении является развитие цифровых и технических навыков. Это не только навыки работы с конкретными программами или технологиями, но и способность адаптироваться к новым инструментам и быстро осваивать инновации. Работники будущего должны уметь работать с искусственным интеллектом, анализировать большие данные, понимать основы машинного обучения и программирования.

В-четвертых, в дополнение к техническим и цифровым знаниям, работники должны развивать так называемые "мягкие" навыки, такие как коммуникация, лидерство, креативность, способность работать в команде и решать конфликты. Эти навыки становятся всё более важными в условиях глобализации, гибкости рабочего времени и многозадачности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Таким образом, цифровая экономика Узбекистана развивается на основе нескольких ключевых тенденций, включая использование цифровых платформ, больших данных, внедрение новых технологий и развитие цифровой инфраструктуры. Эти изменения позволяют значительно повысить эффективность различных секторов экономики, улучшить качество жизни населения и создать основу для будущего устойчивого роста. Для того чтобы люди были готовы к изменениям на рынке труда и могли успешно адаптироваться к новым условиям, необходимо изменить подходы к обучению и профессиональной переподготовке. Вместо модели "однократной загрузки знаний", должна быть построена система, ориентированная на постоянное обновление знаний и навыков на протяжении всей профессиональной жизни. Важнейшими аспектами станут гибкость образовательных программ, сотрудничество с производством и развитие как технических, так и "мягких" навыков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdullayeva, O.S.,Muhammadjonov, A.O., Xusayinova, G.A. Modeling the Development of Department Activities in Higher Education Institutions: Enhancing the Management System with Quantum Communication and Cryptography/2023 International Conference on Sustainable Emerging Innovations in Engineering and Technology, ICSEIET 2023, 2023, p. 588–591
2. Abdullayeva, O.S., Xusayinova, G.A., Muhammadjonov, A.O. Technology of projecting of management system for department activities/Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2024, 13065, 130651A
3. Beknazarova, S.S., Abdullayev, S.X., Abdullayeva, O.S., Abdullayev, Z.S. Methods of increasing the contrast of images in video information systems/Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2024, 13065, 130650L
4. Beknazarova, S., Joldasov, S., Abdullayeva, O., Mamasoatov, D. Control mechanism of eliminate noise and improve visual perception of the image/AIP Conference Proceedings, 2023, 2789, 040078
5. Abdullayeva, O., Beknazarova, S. Algorithm for finding reference brightness correction coefficients/Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2024, 13065, 1306517
6. Safibullaevna, A. An integrated approach to the effectiveness of training masters of technical higher educational institutions/ International Journal of Mechanical Engineering, 2022, 7(1), p. 1170–1173
7. Safibullaevna, A.O., Inomjonovich, I.A., Murodullayevich, M.N., ... Avazovna, S.N., Muxammatrizoyevich, N.A. ORGANIZATIONS AND CONTROL OF SELF-EDUCATIONAL EDUCATION MAGISTRATORS TECHNICAL EDUCATIONAL EDUCATION/International Journal of Mechanical Engineering, 2022, 7(1), p. 1174–1177
8. Abdullayeva, O.S., Isomiddinov, A.I., Hasanov, A.A.Monitoring of Development of Information and Management Competencies of Masters of Technical Higher Educational Institutions/International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2021, 2021
9. Safibullaevna, A.O., Karamtdin Kizi, J.M., Engalichev, M.I., Safibullaevna, B.S.Online-learning organization methodology as component of it technologies at students of technical universities/2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT 2020, 2020, 9351487

УДК: 37.018.43

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОГО САЙТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА

Абдуллаева Озода Сафибуллаевна,
доктор педагогических наук (DSc), профессор
Наманганский государственный технический университет
E-mail: ozoda.safibullayevna121620@gmail.com

Мадрахимова Муяссархон Бокиджоновна
Преподаватель
Наманганский государственный технический университет
m.b.madrahimova@gmail.com

Аннотация. В данном статье рассмотрены и проанализированы вопросы проектирования функционала для динамического сайта образовательного контента, которқй требует системного подхода, учета потребностей пользователей и технологий. Это обеспечит создание эффективной платформы, способствующей качественному обучению и развитию.

Annotasiya. Ushbu maqolada foydalanuvchilar va texnologiyalarning ehtiyojlarini inobatga olgan holda tizimli yondashuvni talab qiladigan ta'lim mazmunining dinamik veb-sayti uchun funksionallikni loyihalash masalalari muhokama qilinadi va tahlil qilinadi. Bu esa sifatli ta'lim va rivojlanishga yordam beruvchi samarali platforma yaratilishini ta'minlaydi.

Abstract: This article examines and analyzes the design of functionality for a dynamic educational content site, which requires a systematic approach, taking into account the needs of users and technologies. This will ensure the creation of an effective platform that promotes high-quality learning and development.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровые методы, создание динамических сайтов.

Kalit so'zlar: raqamli texnologiyalar, raqamli usullar, dinamik saytlarni yaratish.

Key words: digital technologies, digital methods, creation of dynamic websites.

ВВЕДЕНИЕ.

Цифровая реализация в образовательных учреждения сегодня становится актуальной по нескольким причинам: цифровые платформы позволяют студентам получать знания из любой точки мира, что расширяет доступ к образованию; использование мультимедиа, виртуальных лабораторий и симуляторов способствует более глубокому пониманию материала и улучшает вовлеченность студентов; цифровые технологии позволяют адаптировать учебный процесс под индивидуальные потребности студентов, учитывая их уровень знаний и темп усвоения информации; автоматизация административных процессов (запись на курсы, оценка успеваемости) облегчает работу преподавателей и делает управление учебным процессом более эффективным; знания и навыки работы с цифровыми инструментами становятся обязательными в большинстве профессий, что делает цифровую реализацию важной частью образовательного процесса; цифровые технологии способствуют упрощению доступа к научным ресурсам и коллаборации между исследователями.

Цифровая реализация в высших образовательных учреждениях не только отвечает современным вызовам, но и способствует качественному развитию образования.

Следовательно, проектирование функционала для цифровой реализации динамического сайта образовательного контента требует внимательного подхода к нескольким ключевым аспектам, таких как: определение целей и аудитории; структура сайта; функциональные требования; технологический стек; дизайн и UX/UI; безопасность; поддержка и обслуживание.

Создание динамического сайта образовательного контента требует комплексного подхода к проектированию функционала, учитывающего потребности пользователей и современные технологии. Важно не только реализовать задуманное, но и обеспечить удобство использования и поддержку сайта в будущем.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Методология исследования проектирования функционала для цифровой реализации динамического сайта образовательного контента включает в себя определение целей и задач, анализ целевой аудитории, разработка прототипа, реализация и интеграция, обратная связь и доработка. Эта методология позволяет систематически подойти к проектированию функционала для динамического сайта образовательного контента, обеспечивая создание эффективного, интуитивно понятного и актуального ресурса для пользователей.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТ.

Проектирование функционала для реализации динамического сайта включает в себя определение и планирование всех необходимых функций и компонентов, которые будут обеспечивать динамическое взаимодействие с пользователями и изменение контента. Это процесс включает несколько ключевых этапов, каждый из которых нацелен на создание эффективного и интерактивного веб-приложения.

Основные шаги и рекомендации по проектированию функционала для динамического сайта:

1. Содержание сайта - это информация, которая размещается на сайте и дает пользователям информацию о теме, связанной с сайтом. Он включает в себя текстовый контент, изображения, видео и любую другую информацию, которая предоставляется на сайте. Содержание сайта должно быть информативным, полезным и уникальным для того, чтобы привлечь и удержать внимание посетителей сайта. Оно должно быть организовано в логический порядок и упорядочено по разделам или категориям, в зависимости от основной темы сайта. Хорошее содержание сайта должно быть легко читаемым, иметь правильную орфографию и грамматику, и понятный смысл. Кроме того, содержание сайта должно быть обновляемым и регулярно обновляться, чтобы посетители сайта могли получать новую и актуальную информацию:

- Информация об учебном процессе: расписание занятий, учебные планы, информация о каникулах и экзаменах и т. д.
- Информация об преподавателей и сотрудниках образовательного учреждения: контактная информация, краткая биография, научные интересы и т. д.
- Информация для студентов: новости и события, достижения студентов, профессорско-преподавательского состава, сообщения от администрации, фотогалерея и т. д.
- Информация для родителей: новости и события, результаты, успехи, достижения студентов, сообщения от администрации и т. д.

2) Структура сайта представляет собой организацию и логическое расположение информации на страницах сайта. Она определяет, каким образом посетители могут узнавать информацию на сайте, какая информация доступна на страницах, как пользователи могут перемещаться по сайту и как организована навигация на сайте.

Хорошо организованная структура сайта – это легко читаемый, интуитивно понятный сайт, что повышает удобство использования и удовлетворенность пользователей.

Структура сайта обычно начинается с главной страницы, которая представляет собой центральную точку для всех страниц на сайте. На главной странице могут быть расположены ссылки на другие страницы, разделы сайта и контент, который представляет цель сайта.

Структура сайта также может включать наличие двух и более уровней страниц. Например, если на сайте есть несколько разделов, то каждый раздел может иметь свой подраздел или категорию страниц, которые логически связаны между собой.

Структура сайта может быть представлена в виде диаграммы или карты, что поможет разобраться в его организации и упростит навигацию для пользователей. В целом, хорошо организованная структура сайта является ключевым фактором в создании эффективного веб-сайта, который будет привлекать и удерживать посетителей.

Пример проектирования структуры веб-сайта:

- Главная страница, на которой будут отображаться последние новости, события и информация об образовательном учреждении;
- Страницы разделов сайта: учебный процесс, преподаватели, работники отделов, информация для студентов, информация для родителей и т. д.
- Страницы для каждого отдела, где будут отображаться информация об отделе.
- Форма обратной связи, где студенты, родители и преподаватели смогут оставить сообщения и задать вопросы.

3) Система навигации на сайте - это совокупность элементов и функций, которые помогают посетителям сайта быстро и удобно перемещаться и ориентироваться на веб-страницах. Это включает в себя различные управляющие элементы, такие как меню, ссылки на другие страницы, кнопки, поиск страниц и другие элементы, которые помогают пользователям быстро перейти на нужную страницу сайта.

Правильная система навигации на сайте должна быть простой и интуитивно понятной для всех посетителей, а также должна соответствовать контексту их поиска. Например, если это сайт интернет-магазина, то навигация должна быть организована по категориям товаров и подкатегориям, чтобы посетителям было легко найти необходимый продукт.

Кроме того, на сайте должна быть хорошо видна и ярко выделена кнопка "Назад" и некоторые другие важные пункты, такие как "Главная страница", "Контакты", "Политика конфиденциальности" и т. д.

Чем более интуитивно понятны и удобными будут все элементы системы навигации на сайте, тем больше шансов, что посетитель найдет нужную информацию, а также в будущем будет посещать данный сайт. Как следствие, эффективная система навигации является важным фактором для успешного функционирования сайта.

Пример навигации для образовательного сайта:

- Верхнее меню, включающее разделы сайта: учебный процесс, преподаватели, сотрудники отдела, информация для студентов и т. д.
- Нижнее меню, включающее ссылки на различные разделы сайта, контактную информацию и т. д.
- Внутренняя навигация, включающая ссылки на различные разделы внутри каждой страницы.

4) Функциональности - это способность системы, инструмента, приложения или устройства выполнять определенные функции или задачи. Функциональность

определяется возможностями и характеристиками объекта, а также вариативностью сценариев использования.

Например, функциональность сайта может охватывать такие аспекты, как возможность навигации по сайту, регистрации на сайте, использование корзины для покупок, поиск определенного контента на страницах, демонстрацию видео, а также другие важные функции.

Важно понимать, что функциональность сайта должна соответствовать его цели и задачам. Например, для сайта-интернет-магазина важным элементом функциональности является удобный интерфейс корзины для покупок, а для сайта новостей важен быстрый доступ к свежим статьям.

От функциональности напрямую зависит уровень удовлетворенности пользователей, а если функциональность не соответствует ожиданиям пользователей, это может привести к оттоку посетителей. Поэтому всегда важно обеспечивать эффективную и соответствующую целям сайта функциональность, которая может быть постоянно улучшена и совершенствована.

Пример функциональности образовательного сайта:

- Возможность просмотра расписания занятий и экзаменов в режиме реального времени;
- Возможность просмотра рейтинга студентов, результатов успеваемости студентов и другой информации связанные с успехами студентов;
- Возможность просмотра событий образовательного учреждения и других событий;
- Форма обратной связи для преподавателей и студентов;
- Возможность добавления новостей и событий администраторами сайта;
- Система управления контентом для редактирования содержания сайта.

Таким образом, эффективность проектирования динамического сайта для образовательных учреждений зависит от учёта вышеуказанных пунктов проектирования: содержания, структуры, системы навигации, функциональности и т. д.

При проектировании динамического сайта на базе Django можно использовать следующие модули и инструменты:

Модуль "Новости" - Этот модуль позволяет администратору сайта создавать новости и публиковать их на сайте. Для реализации данного модуля нужно создать Django модель "Новость", которая будет содержать поля заголовка, текста и даты публикации. Также нужно написать view, который будет извлекать новости из базы данных и отображать их на странице.

Модуль "События" - Этот модуль позволяет администратору сайта создавать события (например, мероприятия), просматривать информацию о них и редактировать. Для реализации данного модуля можно использовать аналогичный модель "Событие", которая будет содержать поля описания, даты, времени и места проведения события.

Модуль "Расписание" - Этот модуль позволяет администратору сайта создавать расписание учебных занятий. Для реализации данного модуля можно использовать Django модель "Расписание", которая будет содержать поля дня недели, названия дисциплины и других параметров.

Модуль "Фотогалерея" - Этот модуль позволяет администратору сайта создавать фотографии и размещать их в галерее на сайте. Для реализации данного модуля можно использовать модель "Фотография", которая будет содержать поля изображения и описания.

Модуль "Форма обратной связи" - Этот модуль позволяет пользователям сайта отправлять сообщения администратору сайта через заполнение формы. Для реализации данного модуля можно использовать Django view и форму, которые будут обрабатывать данные, отправленные через форму, и отправлять их на электронную почту администратору сайта.

Данные выше модули могут быть реализованы на базе фреймворка Django, а интерфейс сайта может быть реализован с использованием HTML, CSS и JavaScript. Важно также учесть безопасность пользователей и защитить сайт от возможных атак, например, с помощью использования HTTPS протокола и регулярных обновлений и патчей для программных пакетов.

Дизайн проектирование основного функционала для реализации динамического сайта может включать несколько этапов. Первым этапом может быть определение требований к сайту. Это может включать в себя определение целевой аудитории пользователей, типы функций и зон доступа, необходимые для реализации веб-сайта.

Для каждой страницы сайта может быть разработано описание функций. К примеру, на странице "О нас" могут быть предоставлены информация об организации, ее истории, контактные данные и т.п. На странице "Новости" могут быть размещены последние новости об организации, отсортированные по дате и времени.

Кроме того, для реализации динамического сайта может быть необходимо разработать функции аутентификации и авторизации пользователей, создания и управления контентом и т.д.

После разработки описаний функций может быть выполнена детальная спецификация требований к каждой функции, а также определены способы ее реализации. Эти требования могут использоваться в качестве основы для дальнейшей работы над проектом.

Наконец, после тщательного проектирования точным требованиям, функции могут быть реализованы на основе выбранной платформы, фреймворка или инструмента для веб-разработки.

Таким образом, все элементы пользовательского интерфейса должны быть проработаны так, чтобы они были удобны и легки в использовании. При проектировании интерфейса для динамического веб-сайта необходимо следовать следующим рекомендациям:

1) Собрать информацию о требованиях: определить цели сайта: что он должен делать, какие задачи решать и какой контент предоставлять; составить список требований пользователей; определите целевую аудиторию и их потребности; учесть сценарии использования сайта и пути пользователя (user journeys).

2) Подготовка спецификации интерфейса. Это должен быть документ, который описывает каждый элемент интерфейса по отдельности.

3) Создание макетов. Использование графического редактор для создания макетов и визуальных образцов. Это помогает представить, как сайт будет выглядеть на экране.

4) Проверка дизайна на соответствие требованиям. Показ предварительный дизайн сайта представителям целевой аудитории или тестировщикам, чтобы узнать, соответствуют ли дизайн и функции требованиям.

5) Разработка интерактивных элементов. Использование JavaScript, HTML, CSS и другие языки для разработки интерактивных элементов интерфейса, таких как раскрывающиеся списки, формы и т.д.

6) Создание прототипа поможет проверить функциональность сайта и устранить любые проблемы/user concerns прежде, чем сайт будет запущен его работы.

7) Тестирование сайта в заранее определенных сценариях, чтобы убедиться, что он работает без нарушений и соответствует всем требованиям.

Проектирование интерфейса для реализации динамического сайта требует определенной экспертизы и опыта в создании интерактивных элементов и пользовательского опыта. Лучше всего связаться с профессионалами для помощи в создании идеального пользовательского интерфейса для сайта.

Таким образом, создание динамического сайт для образовательных целей имеет большой потенциал использования и может стать эффективным инструментом для достижения образовательных целей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Перспективы развития цифровых навыков в создании и использования сайта в системе образования могут быть:

– Усовершенствование коммуникаций между субъектами образовательного процесса. Сайт может значительно улучшить коммуникации между студентами, преподавателями и администрацией. Это позволит легче обмениваться информацией, выражать свои мнения и предложения, а также решать актуальные проблемы.

– Разработка новых образовательных практик. Сайт может использоваться для проведения обучающих программ, курсов, вебинаров и других образовательных практик. Такие мероприятия могут быть бесплатными и открытыми для всех желающих, что поднимет качество образования в регионе в целом.

– Развитие цифровых компетенций. Использование сайта поможет студентам и преподавателям развивать цифровые компетенции, такие как работа с сайтом, создание контента, управление базой данных и др. Это повысит их профессиональную конкурентоспособность.

– Улучшение процесса обучения. Сайт может использоваться для проверки знаний студентов с помощью онлайн-тестов и курсов. Это позволит улучшить процесс обучения, где студенты смогут самостоятельно изучать темы и дисциплины и получать эффективные результаты, что приведет к повышению качества образования.

– Улучшение процесса саморазвития. Использование динамических сайтов может помочь студентам улучшить и развивать знания, умения, навыки и лучше управлять своим временем.

В целом, создание и использования динамического сайта имеет потенциал для использования во многих направлениях образования, что является перспективой для дальнейшего развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abdullayeva, O. (2023). INTELEKTUAL AXBOROT BILIMLAR TIZIMIDA QOIDALARGA ASOSLANGAN BILIMLARNI NAMOYISH ETISH MODELLARI XUSUSIYATLARI VA BELGILARI. Евразийский журнал социальных наук, философии и культуры, 3(6), 124-129.

2. Ozoda, A., & Azamxonov, B. S. (2023). MEANS OF ORGANIZING AN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM. Innovations in Technology and Science Education, 2(17), 438-449.

3. Safibullaevna, A. O. (2022). Foreign experience in the preparation of master's programs aimed at the development of information and management competences. Current research journal of pedagogics, 3(03), 41-47.

4. Ozoda, A., & Oydin, Z. (2023). DEVELOPMENT OF INFORMATION AND MANAGEMENT COMPETENCES OF THE FUTURE EDUCATION MANAGER. Innovations in Technology and Science Education, 2(9), 416-425.

5. Abdullayeva, O. S., & Muhammadjonov, A. O. (2023, September). Modeling the Development of Department Activities in Higher Education Institutions: Enhancing the Management System with Quantum Communication and Cryptography%. In 2023 International Conference on Sustainable Emerging Innovations in Engineering and Technology (ICSEIET) (pp. 588-591). IEEE.

6. Abdullaeva, O. (2023). TARGET, CONTENT AND STRUCTURAL PARAMETERS OF THE DEVELOPMENT OF THE DEPARTMENT ACTIVITY MANAGEMENT SYSTEM. Namangan davlat universiteti Ilmiy axborotnomasi, (9), 531-536.

7. Abdullaeva, O. S., & Mehmanova, Y. U. (2022). ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS. In Социально-экономическое развитие региона: опыт, проблемы, инновации (pp. 206-208).

8. Safibullaevna, A. O., & Azamxonov, B. S. (2024). TECHNOLOGY OF CREATION AND APPLICATION OF AN INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM. CURRENT RESEARCH JOURNAL OF PEDAGOGICS, 5(01), 31-38.

9. Абдуллаева, О. С. (2022). Замонавий Жамиятни Ахборотлаштириш Шароитида Талабаларда Медиасаводхонлик Маданиятини Шакллантириш. Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities, 11, 59-65.

10. Abdullayeva, O. S., Xusayinova, G. A., & Muhammadjonov, A. O. (2024, February). Technology of projecting of management system for department activities. In Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023) (Vol. 13065, pp. 303-307). SPIE.

11. Abdullayeva, O., & Beknazarova, S. (2024, February). Algorithm for finding reference brightness correction coefficients. In Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023) (Vol. 13065, pp. 281-288). SPIE.

UO'T: 37.015.3:159.955.4

DIAGNOSTIK-KORREKSION FAOLIYATDA REFLEKSIYANING TSIKLIK MEXANIZMI VA UNING SAMARADORLIGI

Teshaboyev Akramjon Yuldashevich
Andijon Davlat Chet Tillari Instituti
Roman-german, slavyan tillari fakulteti,
pedagogika fanlari nomzodi, dotsent

Annotatsiya. Maqolada bo'lajak o'qituvchilarning diagnostik-korreksion faoliyatida refleksiyaning tsiklik mexanizmi va uning samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqotda refleksiyaning diagnostika va korreksiya jarayonlarini bog'lovchi uzluksiz halqa sifatidagi vazifasi, uning bosqichli tuzilishi hamda pedagogik faollashtirish shart-sharoitlari asoslab beriladi. Olib borilgan eksperimental ishlar natijalari taklif etilgan tsiklik mexanizmning samaradorligini tasdiqlaydi: tajriba guruhida refleksiv-korreksion ko'nikmalarning yuqori darajasi 22,8% dan 56,7% ga ko'tarildi, past darajadagilar esa 43,5% dan 13,9% gacha kamaydi. Maqola oliy pedagogik ta'lim tizimida o'qituvchilarni diagnostik-korreksion faoliyatga tayyorlashni takomillashtirishga qaratilgan ilmiy-uslubiy tavsiyalar bilan yakunlanadi.

Аннотация. В статье анализируется циклический механизм рефлексии в диагностико-коррекционной деятельности будущих учителей и его эффективность. Исследование обосновывает роль рефлексии как непрерывного цикла, связывающего диагностический и коррекционный процессы, его поэтапную структуру и условия педагогической активации. Результаты экспериментальной работы подтверждают эффективность предложенного циклического механизма: в экспериментальной группе высокий уровень рефлексивно-коррекционных навыков увеличился с 22,8% до 56,7%, а низкий уровень снизился с 43,5% до 13,9%. Статья завершается научно-методическими рекомендациями, направленными на совершенствование подготовки преподавателей к диагностической и коррекционной деятельности в системе высшего педагогического образования.

Annotation. The article analyzes the cyclic mechanism of reflection in the diagnostic-correctional activity of future teachers and its effectiveness. The study substantiates the role of reflection as a continuous loop connecting the diagnostic and correctional processes, its staged structure, and the conditions for pedagogical activation. The results of the experimental work confirm the effectiveness of the proposed cyclic mechanism: in the experimental group, the high level of reflexive-correctional skills increased from 22.8% to 56.7%, while the low level decreased from 43.5% to 13.9%. The article concludes with scientific and methodological recommendations aimed at improving the training of teachers for diagnostic and correctional activities in the system of higher pedagogical education.

Kalit so'zlar: refleksiya, tsiklik mexanizm, diagnostik-korreksion faoliyat, bo'lajak o'qituvchi, pedagogik diagnostika, korreksiya, refleksiv halqa, oliy ta'lim.

Ключевые слова: рефлексия, циклический механизм, диагностическая и коррекционная деятельность, будущий учитель, педагогическая диагностика, коррекция, рефлексивный цикл, высшее образование.

Keywords: reflection, cyclical mechanism, diagnostic and correctional activities, future teacher, pedagogical diagnostics, correction, reflexive loop, higher education.

Kirish. Zamonaviy ta'lim tizimida o'qituvchining kasbiy faoliyati o'quvchining individual rivojlanish darajasini aniqlash bilangina cheklanmay, aniqlangan kamchiliklarni o'z vaqtida bartaraf etish va ta'lim jarayonini izchil takomillashtirishni ham talab etmoqda. Ta'lim

paradigmasining o‘quvchi shaxsini rivojlantirishga yo‘naltirilgan modelga o‘tishi o‘qituvchidan diagnostika va korreksiyani yagona, uzluksiz jarayon sifatida tashkil eta olish qobiliyatini taqozo etadi. Bunday yondashuvda diagnostik xulosa o‘z-o‘zicha maqsad bo‘lmay, balki pedagogik ta’sirni to‘g‘rilash va o‘quv jarayonini qayta loyihalash uchun asos vazifasini bajaradi [1]. Aynan shu nuqtada o‘qituvchining o‘z faoliyatini tahlil qilish, baholash va qayta ko‘rib chiqish qobiliyati, ya’ni pedagogik refleksiya hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi, zero diagnostikadan korreksiyaga o‘tish refleksiv tahlil orqaligina mazmunli va asoslangan tarzda amalga oshiriladi [10].

Pedagogik refleksiya deganda o‘qituvchining o‘z kasbiy faoliyatini, undagi qarorlar va natijalarni anglagan holda tahlil qilish, baholash hamda keyingi harakatlarni shu tahlil asosida qayta yo‘naltirish qobiliyati tushuniladi. Mazkur qobiliyat o‘qituvchining diagnostik-korreksion faoliyatining markaziy mexanizmi bo‘lib, u diagnostika natijalarini korreksion qarorlarga aylantiruvchi vositachilik vazifasini bajaradi [2]. Refleksiyasiz diagnostika faqat holatni qayd etish bilan cheklanadi, korreksiya esa ilmiy asosdan mahrum, tasodifiy harakatlar majmuasiga aylanib qoladi. Shu bois zamonaviy pedagogik tadqiqotlarda refleksiya diagnostika va korreksiyani uzluksiz halqaga bog‘lovchi bo‘g‘in sifatida e’tirof etilmoqda [3].

Refleksiyaning tsiklik tabiati uning bir martalik akt emas, balki takrorlanuvchi, har bir aylanishda chuqurlashib boradigan jarayon ekanligida namoyon bo‘ladi. D. Kolbning tajribaviy o‘rganish konsepsiyasi, D. Schönning amaliyot davomida va amaliyotdan keyingi refleksiya nazariyasi hamda F. Korthagenning ALACT modeli refleksiyani izchil bosqichlardan iborat halqa sifatida talqin qilish imkonini berdi [4; 9]. Bu yondashuvlarda refleksiya harakatni kuzatish, uni tahlil qilish, muqobil yechimlarni izlash va yangi harakatni amalga oshirish bosqichlarini qamrab oluvchi yopiq tsikl sifatida tushuniladi. Har bir tsikl yakunida o‘qituvchi yangidan-yangi diagnostik ma’lumotga ega bo‘ladi va keyingi korreksion harakatni shu asosda aniqlashtiradi.

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, refleksiyaning kasbiy tayyorgarlikdagi ahamiyati ko‘pgina tadqiqotchilar tomonidan e’tirof etilgan bo‘lsa-da [5], uning diagnostik-korreksion faoliyat doirasidagi tsiklik mexanizmi, ya’ni diagnostika, refleksiya va korreksiyani izchil va takrorlanuvchi halqada birlashtirish masalasi yetarlicha o‘rganilmagan [6]. Mavjud yondashuvlarda refleksiya ko‘pincha diagnostika yoki korreksiyadan ajralgan holda, mustaqil ko‘nikma sifatida qaraladi, ularning o‘zaro funksional bog‘liqligi esa e’tibordan chetda qoladi [7]. Bu esa diagnostik-korreksion faoliyatda refleksiyaning harakatlantiruvchi roli to‘liq ochib berilmasligi muammosini keltirib chiqaradi.

Yuqorida bayon etilgan tahlil quyidagi tadqiqot muammosini shakllantirishga imkon berdi: bo‘lajak o‘qituvchilarning diagnostik-korreksion faoliyatida diagnostika, refleksiya va korreksiyani uzluksiz, takrorlanuvchi tsiklda birlashtiruvchi mexanizm yetarlicha asoslanmagan va eksperimental tekshirilmagan. Mazkur tadqiqotning maqsadi-diagnostik-korreksion faoliyatda refleksiyaning tsiklik mexanizmini nazariy jihatdan ochib berish hamda uning samaradorligini eksperimental yo‘l bilan asoslashdan iborat [10].

Tadqiqot materiallari va usullari. Tadqiqot bazasi va ishtirokchilar. Tadqiqot oliy pedagogik ta’lim muassasalari bazasida bir necha o‘quv yili davomida bosqichma-bosqich olib borildi. Tadqiqot bazasi sifatida pedagogik yo‘nalishda kadrlar tayyorlovchi oliy ta’lim muassasalari tanlandi, bu esa olingan natijalarning amaliy ahamiyati va keng ko‘lamda qo‘llanilishi imkoniyatini ta’minladi. Eksperimentda jami 304 nafar talaba ishtirok etdi, ular tajriba guruhi (152 nafar) va nazorat guruhi (152 nafar) ga taqsimlandi. Ishtirokchilar tarkibi yo‘nalish, o‘quv kursi va dastlabki o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari bo‘yicha bir-biriga yaqin bo‘lgan

talabalardan shakllantirildi, bu esa eksperiment natijalarining tashqi omillar ta'siridan xoli bo'lishiga xizmat qildi.

Guruhlar dastlabki tayyorgarlik darajasi bo'yicha bir xil (gomogen) bo'lishini ta'minlash maqsadida ishtirokchilar tasodifiy tanlash usuli asosida ajratildi. Eksperimentdan oldin har ikkala guruhda refleksiv-korreksion ko'nikmalarning boshlang'ich darajasi yagona diagnostik vositalar majmuasi yordamida o'lchandi. Olingan dastlabki ma'lumotlarni statistik tahlil qilish natijasida tajriba va nazorat guruhlari o'rtasida refleksiv-korreksion ko'nikmalarning shakllanganlik darajasi bo'yicha statistik jihatdan ahamiyatli farq yo'qligi tasdiqlandi. Bu holat ikkala guruhning eksperiment boshida teng sharoitda ekanligini ko'rsatdi va shakllantiruvchi bosqich yakunida kuzatilgan o'zgarishlarni aynan taklif etilgan tsiklik mexanizm ta'siri bilan bog'lash, ya'ni keyingi natijalarni ishonchli qiyoslash uchun mustahkam asos yaratdi [1].

Nazariy usullar. Nazariy usullar sirasiga ilmiy-pedagogik va psixologik adabiyotlarni tahlil qilish, qiyosiy tahlil, umumlashtirish va tizimlashtirish, tizimli-strukturaviy yondashuv hamda modellashtirish kiritildi [3]. Bu usullar refleksiyaning diagnostik-korreksion faoliyatdagi mohiyatini ochib berish, uning tsiklik tuzilishini aniqlash, mavjud nazariy yondashuvlarni qiyoslash va tsiklik mexanizmni loyihalashtirishga xizmat qildi. Adabiyotlarni tahlil qilish va umumlashtirish usuli yordamida "refleksiya" va "diagnostik-korreksion faoliyat" tushunchalarining mazmun-mohiyati aniqlandi, ularning ilmiy-nazariy asoslari hamda muammoning o'rganilganlik darajasi belgilandi [3]. Qiyosiy tahlil usuli refleksiyani rivojlantirishga oid xorijiy va mahalliy yondashuvlarni (Kolb tsikli, ALACT modeli, amaliyotdagi refleksiya konsepsiyasi va boshqa modellarni) o'zaro solishtirish, ularning afzalliklari va cheklovlarini ochib berish hamda milliy ta'lim sharoitiga moslashtirish imkoniyatlarini asoslash uchun qo'llanildi [5]. Tizimli-strukturaviy yondashuv refleksiyani diagnostika va korreksiyani o'zaro bog'lovchi yaxlit tizim sifatida ko'rib chiqish, uning ichki tuzilishi va bosqichlar o'rtasidagi aloqalarni aniqlash imkonini berdi. Xususan, modellashtirish usuli yordamida refleksiyaning tsiklik mexanizmi diagnostika, refleksiv tahlil, korreksion qaror va qayta diagnostika bosqichlari birligi sifatida ishlab chiqildi [5]. Mazkur usul nazariy tahlil natijalarini umumlashtirib, ularni amaliyotda qo'llanishi mumkin bo'lgan tizimli mexanizm shaklida ifodalash, mexanizmning ichki mantiqini va bosqichlar o'rtasidagi funksional aloqalarni asoslash imkonini berdi. Ishlab chiqilgan mexanizm keyingi eksperimental tekshirish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qildi.

Empirik usullar. Empirik usullar tarkibiga pedagogik kuzatish, so'rovnoma, anketa, test topshiriqlari, suhbat, mahsulotlar (talabalar tomonidan tuzilgan refleksiv kundaliklar va korreksion rejalar) tahlili hamda pedagogik eksperiment kiritildi [4]. Pedagogik eksperiment tadqiqotning asosiy empirik usuli bo'lib xizmat qildi va u uch bosqichda amalga oshirildi:

– aniqlovchi bosqich-har ikkala guruhda refleksiv-korreksion ko'nikmalarning boshlang'ich darajasini o'lchash va dastlabki holatni qayd etish;

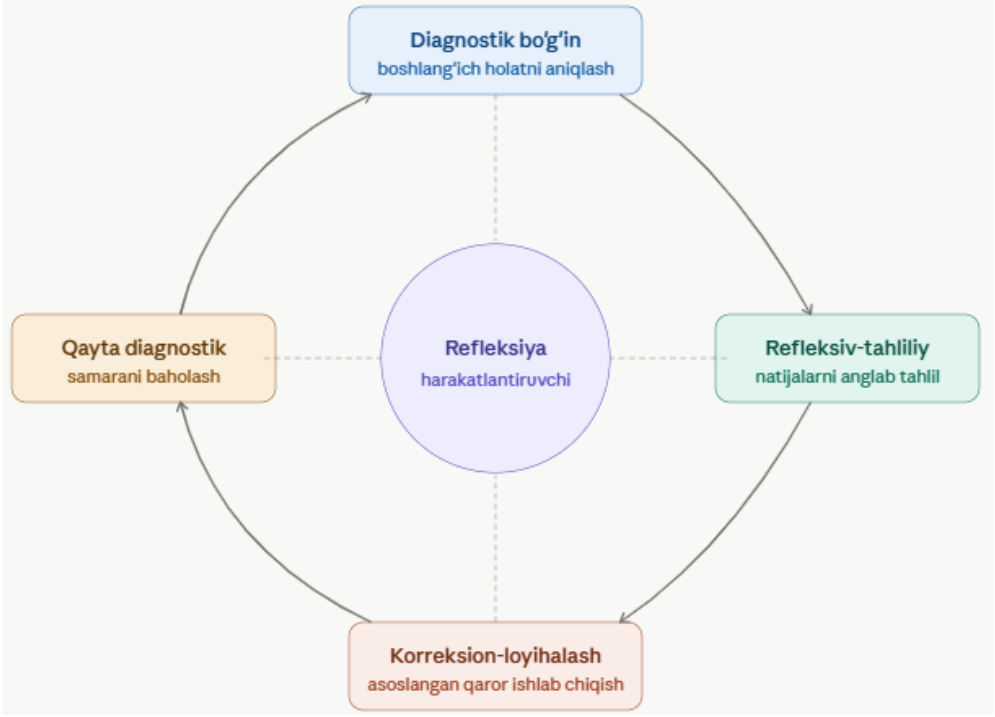
– shakllantiruvchi bosqich-tajriba guruhida taklif etilgan tsiklik mexanizmni amaliyotga joriy etish (refleksiv kundalik yuritish, video-tahlil, mikroo'qitishdan keyingi refleksiv suhbat va korreksion rejalashtirish orqali), nazorat guruhida esa an'anaviy tayyorgarlikni davom ettirish;

– yakunlovchi bosqich-har ikkala guruhda refleksiv-korreksion ko'nikmalarning yakuniy darajasini o'lchash va natijalarni qiyosiy tahlil qilish.

Baholash mezonlari va darajalari. Refleksiv-korreksion ko'nikmalarning shakllanish darajasi uchta o'zaro bog'liq mezon asosida baholandi. *Refleksiv-anglash mezoni* talabaning o'z pedagogik faoliyatini anglash, undagi yutuq va kamchiliklarni mustaqil aniqlash hamda diagnostik natijalarni tanqidiy tahlil qilish qobiliyatini aks ettirdi. *Tahliliy-loyihalash mezoni* refleksiv tahlil natijalari asosida korreksion harakatlarni asoslab loyihalash, muqobil pedagogik

yechimlarni izlash va ularni baholash bo‘yicha tayyorgarlikni qamrab oldi. *Korreksion-amaliy mezon* loyihalangan korreksion qarorlarni amalda qo‘llash, ularning samarasini qayta diagnostika orqali baholash va keyingi tsiklni shu asosda boshlash ko‘nikmalarini o‘z ichiga oldi. Har bir mezon uch darajada-yuqori, o‘rta va past darajalarda ifodalandi. *Yuqori daraja* o‘z faoliyatini chuqur va tizimli refleksiv tahlil qilish, korreksion qarorlarni mustaqil va asoslangan tarzda loyihalash hamda refleksiv tsiklni ijodiy boshqarish qobiliyati bilan tavsiflanadi. *O‘rta daraja* vaziyatga bog‘liq refleksiya, asosiy tahliliy ko‘nikmalarga ega bo‘lish, biroq korreksion qarorlarni loyihalash va amalga oshirishda muayyan qiyinchilik hamda yordamga ehtiyoj sezilishi bilan ajralib turadi. *Past daraja* refleksiyaning yuzaki va tizimsiz bo‘lishi, korreksion harakatlarni asoslashda jiddiy qiyinchiliklar hamda refleksiv tsiklni mustaqil yopa olmaslik bilan izohlanadi.

1-rasm. Diagnostik-korreksion faoliyatda refleksiyaning tsiklik mexanizmi



Mezonlarning umumiy ko‘rsatkichini hisoblashda har uch mezon bo‘yicha olingan natijalar yagona tizimga keltirilib, refleksiv-korreksion tayyorgarlikning yaxlit (integral) darajasi aniqlandi. Bu yondashuv tayyorgarlikni ayrim ko‘rsatkichlar yig‘indisi sifatida emas, balki o‘zaro bog‘liq komponentlarning yaxlit birligi sifatida baholash imkonini berdi va tadqiqotning tsiklik konsepsiyasiga to‘liq mos keldi.

Statistik tahlil. Olingan natijalarni qayta ishlashda matematik-statistik usullardan foydalanildi [6]. Markaziy tendensiya ko‘rsatkichlari (o‘rtacha arifmetik qiymat) va taqsimot foizlari hisoblandi. Tajriba va nazorat guruhlari o‘rtasidagi farqlarning statistik ishonchliligini aniqlashda Pirsonning xi-kvadrat (χ^2) mezoni qo‘llanildi. Ishonchlilik darajasi $p<0,05$ qiymatda belgilandi, ya’ni empirik xi-kvadrat qiymati kritik qiymatdan yuqori bo‘lganida farqlar statistik jihatdan ahamiyatli deb hisoblandi. Bu yondashuv taklif etilgan tsiklik mexanizmning samaradorligini ob’ektiv va miqdoriy jihatdan baholash imkonini berdi [9].

Natijalar. Tadqiqot natijalari refleksiyaning diagnostik-korreksion faoliyatdagi tsiklik mexanizmi uchta o‘zaro bog‘liq bosqichdan iborat ekanligini ko‘rsatdi: refleksiv-anglash, tahliliy-loyihalash va korreksion-amaliy bosqichlar [2]. Ushbu bosqichlar yopiq halqa sifatida ishlaganida diagnostik-korreksion faoliyat uzluksiz va samarali kechadi. Taklif etilgan tsiklik

mexanizm bir necha o‘zaro bog‘langan bo‘g‘inni qamrab oldi: diagnostik bo‘g‘in (boshlang‘ich holatni aniqlash), refleksiv-tahliliy bo‘g‘in (natijalarni anglab tahlil qilish), korreksion-loyihalash bo‘g‘ini (asoslangan qarorlar ishlab chiqish) hamda qayta diagnostik bo‘g‘in (korreksiya samarasini baholash va yangi tsiklga o‘tish) [5]. Mexanizmning umumiy tuzilishi 1-rasmda keltirilgan.

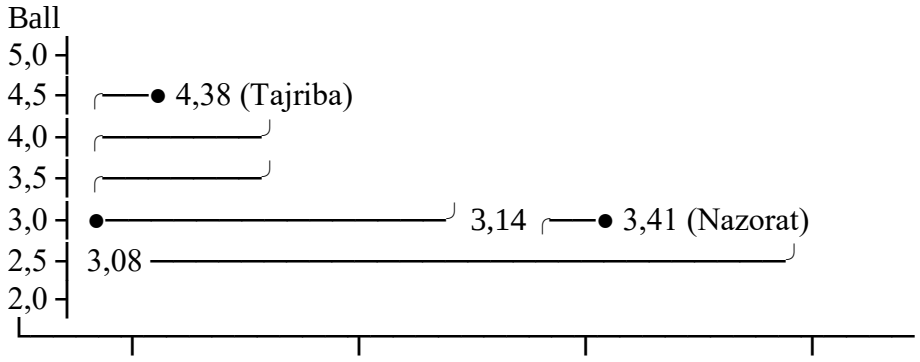
Mazkur bo‘g‘inlar o‘rtasidagi izchil va takrorlanuvchi aloqa diagnostik-korreksion faoliyatning bosqichma-bosqich chuqurlashib borishini ta’minladi [7]. Aniqlovchi bosqichda har ikkala guruhda refleksiv-korreksion ko‘nikmalarning shakllanish darajasi deyarli bir xil bo‘lib, sezilarli farq kuzatilmadi. Shakllantiruvchi eksperiment yakunida esa guruhlar o‘rtasida ahamiyatli farqlar yuzaga keldi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Refleksiv-korreksion ko‘nikmalarning shakllanish darajasi (%)

Daraja	**Tajriba guruhi (boshlang‘ich)**	**Tajriba guruhi (yakuniy)**	**Nazorat guruhi (boshlang‘ich)**	**Nazorat guruhi (yakuniy)**
Yuqori	22,8	56,7	23,4	30,9
O‘rta	33,7	29,4	33,2	36,8
Past	43,5	13,9	43,4	32,3

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, tajriba guruhida yuqori darajadagi ko‘rsatkich 22,8% dan 56,7% ga, ya’ni 33,9% ga oshdi, past daraja esa 43,5% dan 13,9% gacha kamaydi [8]. Nazorat guruhida o‘zgarishlar ancha kam-yuqori daraja faqat 7,5% ga oshdi. Mezonlar bo‘yicha o‘rtacha ko‘rsatkichning dinamikasi 2-rasmda aks ettirilgan.

2-rasm. Tajriba va nazorat guruhlarida o‘rtacha ko‘rsatkichlar dinamikasi (5 balli tizimda)



Statistik tahlil natijasida hisoblangan empirik xi-kvadrat qiymati (χ^2emp) kritik qiymatdan (χ^2krit) yuqori bo‘lib chiqdi, bu guruhlar o‘rtasidagi farqning tasodifiy emas, balki taklif etilgan tsiklik mexanizmning qo‘llanilishi natijasi ekanligini ishonchli darajada tasdiqladi [10].

Muhokama. Tadqiqot natijalari refleksiyani diagnostika va korreksiyani bog‘lovchi tsiklik mexanizm sifatida tashkil etish bu jarayonlarni alohida-alohida amalga oshirishga nisbatan ancha samarali ekanligini ko‘rsatdi [2]. Bu xulosa refleksiyaning diagnostik-korreksion faoliyatdagi harakatlantiruvchi roli haqidagi nazariy qarashlarni amaliy jihatdan tasdiqlaydi. An’anaviy yondashuvda diagnostika, refleksiya va korreksiya ko‘pincha bir-biridan uzilgan, ketma-ket bajariladigan alohida amallar sifatida talqin qilinadi, bu esa o‘qituvchining diagnostik xulosani korreksion harakatga aylantirish jarayonida mazmunli bo‘g‘liqlikni yo‘qotishiga olib keladi. Taklif etilgan tsiklik mexanizm esa bu uch komponentni yagona, o‘zaro shartlangan halqada birlashtirib, har bir komponentning keyingisi uchun asos vazifasini bajarishini ta’minlaydi. Ana shu izchillik tufayli tajriba guruhi talabalarida diagnostik ma’lumotni tanqidiy anglash, uni

asoslangan korreksion qarorga aylantirish va natijani qayta diagnostika orqali tekshirish ko‘nikmalari yaxlit tizim sifatida rivojlandi.

Olingan natijalarni mavjud ilmiy yondashuvlar bilan qiyoslash shuni ko‘rsatadiki, tsiklik mexanizm refleksiyani bir martalik tahlil aktidan uzluksiz, takrorlanuvchi va chuqurlashib boruvchi jarayonga aylantiradi [5]. Bu xulosa D. Kolbning tajribaviy o‘rganish tsikli va F. Korthagenning ALACT modelida ilgari surilgan g‘oyalar bilan uyg‘unlashadi, ularda refleksiya har bir aylanishda yangi tushuncha va yangi harakat hosil qiluvchi spiralsimon jarayon sifatida talqin etiladi [4]. Tadqiqot natijalari ushbu nazariy qoidalarni milliy oliy pedagogik ta’lim sharoitida empirik jihatdan tasdiqladi: refleksiv tsikl har safar takrorlanganda talabaning diagnostik-korreksion faoliyati sayoz, vaziyatga bog‘liq harakatlardan chuqur, asoslangan va mustaqil amaliyotga o‘sib bordi. Tajriba guruhidagi 33,9% lik ijobiy o‘sish bu yondashuvning amaliy ahamiyatini dalillaydi. Nazorat guruhida kuzatilgan o‘zgarishlarning ancha kamligi (yuqori darajada atigi 7,5%) esa an’anaviy tayyorgarlik refleksiyani tizimli faollashtirmagani uchun diagnostika va korreksiya o‘rtasidagi aloqani yetarlicha mustahkamlay olmasligini ko‘rsatadi. Bu farq taklif etilgan mexanizmning samaradorligi tasodifiy emas, balki uning ichki mantiqiy tuzilishidan kelib chiqishini tasdiqlaydi.

Tsiklik mexanizmning ta’lim amaliyoti uchun ahamiyati shundaki, u bo‘lajak o‘qituvchilarning diagnostik-korreksion faoliyatga tayyorgarlik sifatini oshiradi va ularda kasbiy mustaqillikni shakllantiradi [6]. Refleksiv kundalik yuritish, video-tahlil va mikroo‘qitishdan keyingi refleksiv suhbat kabi vositalar talabalarga o‘z faoliyatini tashqaridan kuzatish, undagi kamchiliklarni tanqidiy baholash va keyingi harakatni asoslangan tarzda qayta loyihalash imkonini berdi. Natijada talabalar diagnostik ma’lumotni mexanik qabul qiluvchidan, uni faol talqin qiluvchi va korreksion qaror chiqaruvchi subyektga aylandi. Bu o‘zgarish ayniqsa korreksion-amaliy mezon bo‘yicha yaqqol namoyon bo‘ldi, zero aynan shu mezon refleksiv tahlilni real pedagogik harakatga ulash darajasini aks ettiradi.

Mexanizmning samaradorligi uning moslashuvchanligi bilan ham bog‘liq: u turli ta’lim sharoitlariga moslashtirilishi va o‘qituvchilar tayyorlashning amaldagi tizimiga integratsiya qilinishi mumkin [8]. Tsiklik mexanizm muayyan o‘quv faniga yoki tayyorgarlik yo‘nalishiga qat’iy bog‘lanmagan bo‘lib, uni psixologik-pedagogik fanlar, metodika kurslari va pedagogik amaliyot doirasida bir xil samaradorlik bilan qo‘llash mumkin. Bu uning universal didaktik vosita sifatidagi qimmatini oshiradi va keng ko‘lamda joriy etish istiqbolini ochadi. Shu bilan birga, mexanizmni amaliyotga joriy etishda pedagogik shart-sharoitlarni — refleksiv muhitni yaratish, uslubiy ta’minotni ishlab chiqish va o‘qituvchilarning refleksiv tayyorgarligini — hisobga olish zarurligi aniqlandi [7]. Refleksiv muhit talabaning xatodan qo‘rqmasdan o‘z faoliyatini ochiq tahlil qilishiga imkon beradigan ishonchli ta’lim atmosferasini taqozo etadi; uslubiy ta’minot esa refleksiv vositalar va korreksion topshiriqlar tizimini o‘z ichiga oladi. Bu shart-sharoitlardan birortasi yetishmaganda mexanizmning samaradorligi sezilarli pasayadi, bu esa uni joriy etishda kompleks yondashuv zarurligini ko‘rsatadi.

Shuni ham ta’kidlash lozimki, tadqiqot natijalari ayrim cheklovlarga ega. Eksperiment muayyan oliy ta’lim muassasalari bazasida o‘tkazilgani sababli, olingan ko‘rsatkichlarni boshqa ta’lim sharoitlariga umumlashtirish qo‘shimcha tekshirishni talab etadi. Bundan tashqari, refleksiyaning tsiklik mexanizmi uzoq muddatli ta’sirini, ya’ni bitiruvchilarning mustaqil kasbiy faoliyatidagi barqarorligini baholash kelgusi longitudinal tadqiqotlarning predmeti bo‘lib qolmoqda. Shunga qaramay, olingan natijalar taklif etilgan mexanizmning nazariy asosliligini va amaliy samaradorligini ishonchli tarzda tasdiqlaydi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqot bo‘lajak o‘qituvchilarning diagnostik-korreksion faoliyatida refleksiyaning tsiklik mexanizmini nazariy hamda eksperimental jihatdan asoslab berdi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi: Birinchidan, diagnostik-korreksion faoliyatda refleksiya diagnostika va korreksiyani bog‘lovchi markaziy bo‘g‘in sifatida namoyon bo‘ladi, u diagnostik natijalarni asoslangan korreksion qarorlarga aylantiruvchi vositachilik vazifasini bajaradi. Refleksiyaning yetarlicha rivojlanmaganligi diagnostika va korreksiya o‘rtasidagi mazmunli aloqani uzilishiga olib keladi, shu sababli ularni yagona tsiklda birlashtirish zarur [3]. Ikkinchidan, taklif etilgan tsiklik mexanizm diagnostik-korreksion faoliyatni uzluksiz va takrorlanuvchi tarzda amalga oshirishni ta’minlaydigan o‘zaro bog‘liq bo‘g‘inlar-diagnostik, refleksiv-tahliliy, korreksion-loyihalash va qayta diagnostik bo‘g‘inlar majmuasidan iborat. Mexanizmning tsiklikligi har bir aylanishda faoliyatning chuqurlashib borishi va refleksiyaning uning harakatlantiruvchi kuchi sifatida ishlashida namoyon bo‘ladi [5]. Uchinchidan, eksperimental ishlar natijalari taklif etilgan mexanizmning samaradorligini ishonchli tarzda tasdiqladi: tajriba guruhida refleksiv-korreksion ko‘nikmalarning yuqori darajadagi ko‘rsatkichi 33,9% ga oshdi, past darajadagi ko‘rsatkich esa sezilarli kamaydi, nazorat guruhida esa o‘zgarishlar ahamiyatsiz bo‘ldi. Statistik tahlil bu farqlarning tasodifiy emasligini tasdiqladi, bu mexanizmni oliy pedagogik ta’lim amaliyotiga joriy etish maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi [10].

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, ishlab chiqilgan tsiklik mexanizm va uning metodik ta’minoti o‘qituvchilar tayyorlash jarayoniga bevosita joriy etilishi, o‘quv dasturlari va metodik majmualarni takomillashtirishda foydalanilishi mumkin. Shu bilan birga, tadqiqot doirasida barcha masalalar to‘liq yoritildi deb bo‘lmaydi: refleksiyaning tsiklik mexanizmini raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt vositalari yordamida qo‘llab-quvvatlash, shuningdek mexanizmni inklyuziv ta’lim sharoitiga moslashtirish kelgusi ilmiy izlanishlarning istiqbolli yo‘nalishlari bo‘lib qolmoqda. Umuman olganda, tadqiqot natijalari o‘qituvchilar kasbiy tayyorgarligini takomillashtirishga qaratilgan keyingi ilmiy izlanishlar uchun nazariy va amaliy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Schön, D. A. (1983). The reflective practitioner: How professionals think in action. New York: Basic Books.
2. Korthagen, F. A. J. (2001). Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
3. Avanesov, V. S. (2002). Osnovy nauchnoy organizatsii pedagogicheskogo kontrolya v vysshey shkole. Pedagogicheskaya diagnostika, (1), 41–43.
4. Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
5. Mena Marcos, J. J., & Tillema, H. (2006). Studying studies on teacher reflection and action: An appraisal of research contributions. Educational Research Review, 1(2), 112–132. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2006.08.003
6. Rasulov, I., et al. (2015). The importance of pedagogical diagnosis for quality acquisition of knowledge. Advanced Science Journal, 2015(3), 26. https://doi.org/10.15550/asj.2015.03.026
7. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
8. Heitzmann, N., et al. (2022). Learning to diagnose with simulations: Examples from teacher education and medical education. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89147-3
9. Boud, D., Keogh, R., & Walker, D. (Eds.). (1985). Reflection: Turning experience into learning. London: Kogan Page.

UO'T: 37.016:34

DAVLAT VA HUQUQ FANINI O'QITISH ORQALI HUQUQIY SAVODXONLIKNI RIVOJLANTIRISH MEXANIZMLARI

Tajibayeva Gulchehra Sadriddinovna
Oliy Majlis Qonunchililik
palatasi deputati,
Xalqaro ishlar,mudofa va
xavfsizlik qo'mitasi a'zosi
tazibayevagulcehra07@gmail.com

Аннотация. Ushbu maqolada "Davlat va huquq" fanini o'qitish orqali o'quvchi va talabalarning huquqiy savodxonligini rivojlantirish mexanizmlari tahlil qilingan. Huquqiy davlat va fuqarolik jamiyatini shakllantirish sharoitida huquqiy ta'limning ahamiyati, huquqiy ong va huquqiy madaniyatni yuksaltirishning nazariy hamda amaliy jihatlari yoritilgan. Tadqiqotda interaktiv pedagogik texnologiyalar, amaliy-tajribaviy o'qitish, raqamli ta'lim texnologiyalari, kompetensiyaviy yondashuv, tarbiyaviy-integrativ faoliyat va fanlararo integratsiya kabi mexanizmlarning huquqiy savodxonlikni oshirishdagi o'rni asoslab berilgan. Shuningdek, O'zbekistonda huquqiy ta'lim sohasida amalga oshirilayotgan islohotlar tahlil qilinib, huquqiy bilim va ko'nikmalarni shakllantirishning samarali usullari bo'yicha ilmiy xulosalar va amaliy takliflar ishlab chiqilgan.

Аннотация. В данной статье исследуются механизмы развития правовой грамотности обучающихся посредством преподавания учебной дисциплины «Государство и право». Рассматриваются теоретические и практические аспекты формирования правового сознания и правовой культуры в условиях становления правового государства и гражданского общества. Особое внимание уделено роли интерактивных педагогических технологий, практико-ориентированного обучения, цифровых образовательных технологий, компетентностного подхода, воспитательно-интегративной деятельности и междисциплинарной интеграции в повышении уровня правовой грамотности. Также проанализированы современные реформы в сфере правового образования Республики Узбекистан и предложены научно обоснованные рекомендации по совершенствованию механизмов формирования правовых знаний, навыков и гражданской ответственности молодежи.

Abstract. This article examines the mechanisms for developing legal literacy through the teaching of the academic discipline "State and Law." The study highlights the theoretical and practical aspects of fostering legal awareness and legal culture within the context of building a rule-of-law state and civil society. Particular attention is paid to the role of interactive pedagogical technologies, practice-oriented learning, digital educational tools, competency-based approaches, educational and integrative activities, and interdisciplinary integration in improving legal literacy. The article also analyzes ongoing reforms in legal education in the Republic of Uzbekistan and proposes scientifically grounded recommendations aimed at enhancing the effectiveness of legal education and strengthening the legal knowledge, skills, and civic responsibility of young people.

Kalit so'zlar: huquqiy savodxonlik, huquqiy ta'lim, huquqiy madaniyat, huquqiy ong, davlat va huquq, interaktiv ta'lim, raqamli texnologiyalar, kompetensiyaviy yondashuv, huquqiy tarbiya, fuqarolik jamiyati.

Ключевые слова: правовая грамотность, правовое образование, правовая культура, правовое сознание, государство и право, интерактивное обучение, цифровые технологии, компетентностный подход, правовое воспитание, гражданское общество

Keywords: legal literacy, legal education, legal culture, legal awareness, state and law, interactive learning, digital technologies, competency-based approach, legal upbringing, civil society.

Kirish

Jamiyat taraqqiyotining zamonaviy bosqichida huquqiy davlat va fuqarolik jamiyatini barpo etish global miqyosda har bir davlatning strategik ustuvor vazifalaridan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda. Mazkur jarayon jamiyatning institutsional rivojlanishi, demokratik qadriyatlarning qaror topishi va huquq ustuvorligini ta’minlash bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, unda aholining huquqiy ongi, huquqiy madaniyati va huquqiy faolligi hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, yosh avlodning huquqiy savodxonligini oshirish, ularni qonunlarga hurmat ruhida tarbiyalash hamda huquqiy jihatdan faol va mas’uliyatli fuqaro sifatida shakllantirish ta’lim tizimining strategik vazifalaridan biriga aylanib bormoqda.

Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, huquqiy savodxonlik va huquqiy madaniyatni shakllantirishning samarali mexanizmlaridan biri ta’lim tizimi orqali amalga oshiriladi. Jumladan, UNESCO ta’lim orqali huquqiy madaniyatni rivojlantirish barqaror va adolatli jamiyat qurishning muhim sharti ekanligini ta’kidlaydi. Shuningdek, United Nations tomonidan qabul qilingan Barqaror rivojlanish maqsadlarida ta’lim orqali huquqiy va fuqarolik kompetensiyalarini rivojlantirishga alohida e’tibor qaratilgan bo‘lib, bu jarayon inson huquqlarini himoya qilish va qonun ustuvorligini ta’minlashning muhim institutsional asosi sifatida baholanadi. Demak, huquqiy savodxonlikni shakllantirish zamonaviy ta’lim tizimining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralishi lozim.

O‘zbekiston Respublikasida ham huquqiy demokratik davlat barpo etish, fuqarolik jamiyati institutlarini rivojlantirish va aholining huquqiy madaniyatini yuksaltirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida belgilangan. Xususan, so‘nggi yillarda mamlakatda amalga oshirilayotgan keng ko‘lamli islohotlar huquqiy davlatchilikni mustahkamlash, inson huquq va erkinliklarini ta’minlash hamda qonun ustuvorligini kuchaytirishga qaratilganligi bilan ahamiyatlidir.

O‘zbekiston Respublikasida yoshlarning huquqiy savodxonligini oshirish, ularda qonunga hurmat va huquqiy madaniyatni shakllantirishga qaratilgan tizimli islohotlar izchil amalga oshirilmoqda. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2024-yil 27-avgustda qabul qilingan “Davlat ta’lim muassasalarida uzluksiz huquqiy ta’lim tizimini joriy etish, voyaga yetmaganlarning huquqiy madaniyati va savodxonligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi VMQ-532-sonli qarori mazkur yo‘nalishdagi muhim institutsional asoslarni belgilab berdi. Mazkur qarorda ta’lim tizimida huquqiy tarbiya va huquqiy bilimlarni uzluksiz shakllantirish, yoshlarning huquqiy ongi va madaniyatini yuksaltirish davlat siyosatining ustuvor vazifalaridan biri sifatida qayd etilgan.

Shu bilan birga, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan qabul qilingan mazkur qaror Shavkat Mirziyoyevning 2024-yil 24-maydagi “Ma’muriy islohotlar doirasida adliya organlari va muassasalarining mas’uliyatini yanada oshirish va ixcham boshqaruv tizimini shakllantirish to‘g‘risida”gi PF-80-sonli Farmoni bilan uyg‘unlikda amalga oshirilmoqda. Ushbu farmonga muvofiq, 2024/2025-o‘quv yilidan boshlab huquqiy ta’lim tizimini modernizatsiya qilish va yuridik kadrlar tayyorlashning uzluksiz vertikal tizimini shakllantirishga qaratilgan “maktab – litsey – texnikum – universitet” integratsiyalashgan ta’lim modeli joriy etildi.

Mazkur tizim doirasida umumta'lim maktablarida "Huquqiy sinf"larni tashkil etish va huquqiy fanlarni chuqurlashtirib o'qitish orqali kelgusida malakali yuridik kadrlar tayyorlashning uzluksiz mexanizmi yaratilmoqda. Shuningdek, Namangan va Samarqand viloyatlaridagi yuridik texnikumlar bazasida Toshkent davlat yuridik universiteti akademik litseylariga qabul jarayonini yo'lga qo'yish orqali huquqiy ta'limning institutsional infratuzilmasi yanada mustahkamlanmoqda.

"Huquqiy sinf"larni tashkil etishning asosiy vazifalari quyidagilardan iborat: zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan keng foydalangan holda "Davlat va huquq asoslari" fanini chuqurlashtirib o'rganish; "Huquqshunoslik" yo'nalishi bo'yicha variativ o'quv rejalari asosida o'quvchilarni ta'limning keyingi bosqichlarida samarali tahsil olishga tayyorlash; huquqni muhofaza qiluvchi organlar va yuridik amaliyot xodimlarini jalb etgan holda sinfdan tashqari tadbirlarni samarali tashkil etish; o'quvchilarni huquqiy fanlar bo'yicha turli darajadagi olimpiadalar va tanlovlarda ishtirok etishga tayyorlashdan iborat.

Qaror doirasida maktablarda "Huquq" fani o'qituvchilarining kasbiy kompetensiyalarini uzluksiz rivojlantirish va ularni zamonaviy metodik materiallar bilan ta'minlash maqsadida maxsus elektron platformalarni joriy etish ko'zda tutilgan. Bu jarayon Adliya vazirligi tomonidan amalga oshirilib, huquqiy ta'lim mazmunini raqamlashtirish va metodik jihatdan boyitishga xizmat qiladi. Shuningdek, o'quvchilar o'rtasida "Huquqshunos bilimdon" olimpiadasi hamda o'qituvchilar o'rtasida "Eng yaxshi huquq o'qituvchisi" tanlovini o'tkazish orqali huquqiy bilimlarni ommalashtirish va pedagoglarni rag'batlantirish mexanizmlari takomillashtirilmoqda.

Mazkur islohotlar doirasida o'quvchilarning huquqiy bilimlarni mustaqil o'zlashtirishini rag'batlantirish maqsadida ko'rgazmali o'quv qo'llanmalar, interaktiv videomateriallar, kompyuter o'yinlari va mobil ilovalardan foydalanish amaliyoti keng joriy etilmoqda. "Huquqiy sinf"larga "Davlat va huquq asoslari" fanlariga qiziqish bildirgan 8-sinf o'quvchilari saralab olinib, maktab pedagogik kengashi tavsiyasi asosida qabul qilinadi. Shu bilan birga, akademik litseylarni muvaffaqiyatli tamomlagan bitiruvchilarni yuridik texnikumlarga test sinovlarisiz qabul qilish tartibining joriy etilishi huquqiy ta'limning uzluksizligini ta'minlashga xizmat qilmoqda.

Umuman olganda, mazkur normativ-huquqiy hujjatlar yoshlarning huquqiy savodxonligini oshirish, ularda qonunga itoatkorlik va huquqiy mas'uliyat hissini shakllantirish, jinoyatchilikka nisbatan murosasizlik muhitini qaror toptirish hamda huquqiy davlat va fuqarolik jamiyatini barpo etishga xizmat qiladigan zamonaviy huquqiy ta'lim tizimini rivojlantirishga qaratilgan muhim islohotlar majmuini ifodalaydi.

Muhokama (Discussion)

O'zbekiston Respublikasida yoshlarga oid davlat siyosatini tizimli ravishda amalga oshirish, ularning huquq va manfaatlarini himoya qilish hamda har tomonlama barkamol avlodni tarbiyalash davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Xususan, O'zbekiston Respublikasining 2016-yil 14-sentabrda qabul qilingan "Yoshlarga oid davlat siyosati to'g'risida"gi O'RQ-406-sonli Qonuni yoshlarni har tomonlama qo'llab-quvvatlash, ularning huquqiy, ijtimoiy va ma'naviy rivojlanishi uchun mustahkam huquqiy asoslarni yaratib berdi. Mazkur qonun yoshlarning huquq va erkinliklarini ta'minlash, ularni jamiyat hayotiga faol jalb etish hamda huquqiy madaniyatini yuksaltirish borasida davlat siyosatining ustuvor vazifalarini belgilab berdi.

Mamlakatda amalga oshirilayotgan islohotlar jarayonida yoshlarning huquqiy ta'lim-tarbiyasiga alohida e'tibor qaratilib, ularda qonunga hurmat va huquqiy mas'uliyat hissini shakllantirish dolzarb vazifa sifatida belgilanmoqda. Bu borada Shavkat Mirziyoyevning

ma'ruzalari va aholi bilan uchrashuvlarida yoshlarning huquqiy madaniyatini oshirish, Konstitutsiya va qonunlarni chuqur o'rganish zarurligi doimiy ravishda ta'kidlab kelinmoqda. Davlat rahbarining "Bosh Qonunimizni chuqur o'rganish, anglash, hayotga joriy etish va unga so'zsiz amal qilish – barchamizning sharafli burchimizdir" degan fikrlari yoshlarda huquqiy ongni shakllantirish va ularni huquq-erkinliklarini anglashga undashda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Zero, Konstitutsiya va milliy qonunchilik tizimi huquqiy davlat va adolatli jamiyatni barpo etishning mustahkam huquqiy asosi bo'lib xizmat qiladi.

Shu nuqtayi nazardan, milliy g'oya va huquqiy tarbiya masalalari o'zaro uyg'un holda qaralishi lozim. Prezidentning Oliy Majlisga yo'llagan Murojaatnomalarida milliy g'oyani rivojlantirish, uni jamiyatning barcha qatlamlariga singdirish orqali yoshlarning ma'naviy va huquqiy madaniyatini yuksaltirish zarurligi alohida qayd etilgan. Milliy g'oya, avvalo, oila muhitida shakllanishi, farzandlarning huquqiy tarbiyasi va qonunlarga hurmat ruhida kamol topishi jamiyat barqarorligining muhim omili sifatida baholanadi. Huquqiy tarbiya samaradorligi esa ta'lim muassasalarida huquqiy bilimlarning chuqur va tizimli o'qitilishi bilan uzviy bog'liqdir.

Bu borada O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 14-avgustdagi "Yoshlarni ma'naviy-axloqiy va jismoniy barkamol etib tarbiyalash, ularga ta'lim-tarbiya berish tizimini sifat jihatdan yangi bosqichga ko'tarish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3907-sonli qarori yoshlarni har tomonlama barkamol shaxs sifatida tarbiyalash, ularning intellektual va huquqiy salohiyatini oshirishga qaratilgan muhim islohotlarni belgilab berdi. Shuningdek, 2019-yil 9-yanvarda qabul qilingan "Jamiyatda huquqiy ong va huquqiy madaniyatni yuksaltirish tizimini tubdan takomillashtirish to'g'risida"gi PF-5618-sonli Farmon huquqiy ta'lim va tarbiyani yangi bosqichga ko'tarish, aholining huquqiy bilimlarini mustahkamlash hamda huquqiy madaniyatini yuksaltirishning institutsional asoslarini yaratdi.

Mazkur me'yoriy-huquqiy hujjatlar asosida yoshlarning huquqiy bilimlarini oshirish, ularda huquqiy tafakkur va huquqiy mas'uliyatni shakllantirishga qaratilgan keng qamrovli ishlar amalga oshirilmoqda. Yoshlarning huquqiy bilimlarni faqat ta'lim muassasalarida emas, balki mustaqil ta'lim orqali ham o'zlashtirishi, huquqiy adabiyotlar, ommaviy axborot vositalari va internet resurslaridan samarali foydalanishi muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy intellektual yoshlar globallashuv sharoitida huquqiy bilim va ko'nikmalarini muntazam ravishda rivojlantirib borishi zarur.

"Davlat va huquq" fanini o'qitish orqali huquqiy savodxonlikni rivojlantirish bir qator samarali pedagogik, tashkiliy va innovatsion mexanizmlar orqali amalga oshirilishi mumkin. Quyida ushbu jarayonning asosiy mexanizmlari akademik yondashuvda bayon etilgan.

1. Interaktiv pedagogik texnologiyalar mexanizmi

Zamonaviy ta'lim jarayonida interaktiv metodlarni qo'llash huquqiy bilimlarni chuqur o'zlashtirishga xizmat qiladi.

Asosiy usullar:

keys-stadi (huquqiy vaziyatlar tahlili);

debat va munozaralar;

rolli o'yinlar (sud jarayonini modellashtirish);

muammoli ta'lim;

"aqliy hujum" va klaster usuli.

Bu mexanizm talabalarda huquqiy fikrlash, tahlil qilish va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantiradi.

2. Amaliy-tajribaviy o'qitish mexanizmi

Huquqiy savodxonlikni shakllantirishda nazariya bilan amaliyot uyg‘unligi muhim ahamiyatga ega.

Amaliy mexanizmlar:

- huquqiy hujjatlar (shartnoma, ariza, qaror) tuzish;
- sud qarorlari tahlili;
- imitatsion sud jarayonlari;
- huquqiy muammolar bo‘yicha esse va loyihalar;
- klinik huquqiy ta’lim (*legal clinic* elementlari).

Bu usullar talabalarda huquqiy ko‘nikma va amaliy kompetensiyalarni shakllantiradi.

3. Raqamli ta’lim texnologiyalari mexanizmi

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari huquqiy ta’lim samaradorligini oshirishda muhim vosita hisoblanadi.

Asosiy yo‘nalishlar:

- elektron darsliklar va onlayn platformalar;
- multimediali taqdimotlar;
- onlayn test va viktorinalar;
- virtual sud jarayonlari;
- masofaviy ta’lim platformalari.

Bu mexanizm talabalarning mustaqil ta’lim olish faoliyatini rag‘batlantiradi va huquqiy bilimlarni tez o‘zlashtirishga yordam beradi.

4. Kompetensiyaviy yondashuv mexanizmi

Zamonaviy ta’limda natijaga yo‘naltirilgan kompetensiyaviy yondashuv ustuvor hisoblanadi.

Shakllantiriladigan kompetensiyalar:

- huquqiy tahlil qilish;
- huquqiy qaror qabul qilish;
- huquqiy kommunikatsiya;
- fuqarolik mas’uliyati;
- qonunlarga hurmat.

Bu mexanizm talabalarning huquqiy madaniyati va fuqarolik pozitsiyasini rivojlantiradi.

5. Tarbiyaviy-integrativ mexanizm

Huquqiy savodxonlikni faqat dars orqali emas, tarbiyaviy ishlar orqali ham rivojlantirish zarur.

Shakllar:

- huquqiy targ‘ibot tadbirlari;
- davra suhbatlari;
- huquqshunoslar bilan uchrashuvlar;
- huquqiy viktorina va tanlovlar;
- Konstitutsiya va qonunlarga bag‘ishlangan tadbirlar.

Bu mexanizm huquqiy madaniyatni mustahkamlaydi.

Mazkur mexanizmlar ta’lim samaradorligini nazorat qilish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, “Davlat va huquq” fanini innovatsion pedagogik texnologiyalar asosida o‘qitish talabalarning huquqiy savodxonligini sezilarli darajada oshiradi. Interaktiv metodlar talabalarni faol fikrlashga undaydi, amaliy mashg‘ulotlar esa huquqiy bilimlarni mustahkamlaydi.

Shu bilan birga, raqamli ta’lim texnologiyalaridan foydalanish huquqiy ta’lim samaradorligini oshiradi. Zamonaviy yoshlar raqamli muhitda tez va samarali bilim oladi, bu esa huquqiy savodxonlikni rivojlantirishda muhim omil hisoblanadi.

Xulosa (Conclusion)

Huquqiy savodxonlikni rivojlantirish zamonaviy ta'lim tizimining ustuvor va strategik vazifalaridan biri hisoblanadi. Jamiyatda huquqiy davlat va fuqarolik jamiyatini shakllantirish jarayonida yosh avlodning huquqiy bilim va ko'nikmalarini yuksaltirish, ularda huquqiy ong va huquqiy madaniyatni qaror toptirish alohida ahamiyat kasb etadi. Mazkur jarayonda "Davlat va huquq" fanini samarali va tizimli o'qitish talabalarning huquqiy bilimlarini mustahkamlash, qonunlarga nisbatan hurmat ruhini shakllantirish hamda faol fuqarolik pozitsiyasini rivojlantirishda muhim pedagogik vosita sifatida namoyon bo'ladi.

Ilmiy tadqiqotlar va ta'lim amaliyoti tahlili shuni ko'rsatadiki, huquqiy ta'lim mazmunini zamonaviy pedagogik yondashuvlar asosida tashkil etish talabalarning huquqiy savodxonligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. Xususan, interaktiv ta'lim metodlarini joriy etish talabalarning dars jarayonidagi faolligini oshirish, huquqiy bilimlarni chuqur o'zlashtirish va ularni tahlil qilish qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. Mazkur metodlar orqali talabalar huquqiy vaziyatlarni mustaqil baholash, huquqiy qarorlar qabul qilish va o'z fikrlarini asosli ravishda ifoda etish ko'nikmalarini egallaydilar.

Shuningdek, amaliy mashg'ulotlar, jumladan, huquqiy hujjatlarni tahlil qilish, shartnomalar tuzish, sud jarayonlarini modellashtirish kabi faoliyatlar talabalarda huquqiy bilimlarni amaliyot bilan uyg'unlashtirish imkonini yaratadi. Bu esa ularda huquqiy ko'nikma va malaka shakllanishiga, nazariy bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llash qobiliyatining rivojlanishiga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Saidov A. "Bolalar huquqlari: Uni to'laqonli ta'minlash jamiyat manfaatlariga xizmat qiladi." *"Xalq so'zi"*, 2019-yil 25-aprel. 84-son.

2. Sh.M. Mirziyoyev. "Bilimli avlod – buyuk kelajakning, tadbirkor xalq farovon hayotning, do'stona hamkorlik esa taraqqiyotning kafolatidir." *"Xalq so'zi"*, 2018-yil 8-dekabr. 253-son.

3. Burxonov I.M. Yoshlarning ma'naviy kamolotga yetkazishda huquqiy ta'limning o'rni. *Milliy yuksalish va yoshlarning ijtimoiy-siyosiy faolligini oshirishning dolzarb masalalari* mavzusidagi respublika ilmiy-nazariy masofaviy konferensiya materiallari. Samarqand, 2020. B. 30–31.

4. Байков В. А. и др. Развитие правовой грамотности посредством активных методов обучения: выпускная бакалаврская работа по направлению подготовки: 39.03. 03-Организация работы с молодежью. – 2022.

UO'T: 37.091.3:51:004.9

MATEMATIKA TA'LIMIDA O'QUVCHILAR INTELLEKTUAL SALOHIYATINI RIVOJLANTIRISHGA YO'NALTIRILGAN MATHSCORE PLATFORMASINING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Toxirova Malika Muzaffar qizi
O'zMPU tayanch doktaranti
malikatoxirova31@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada matematika ta'limida o'quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirishga yo'naltirilgan MathScore raqamli platformasining didaktik imkoniyatlari tahlil qilingan. Platformaning o'quvchilarning kognitiv qobiliyatlari, mantiqiy va tanqidiy fikrlashi, mustaqil ta'lim faoliyati hamda metakognitiv ko'nikmalarini rivojlantirishdagi o'rni yoritilgan. Shuningdek, MathScore platformasining tuzilishi, funksional imkoniyatlari va ta'lim jarayonida qo'llashning pedagogik afzalliklari ochib berilgan. Tadqiqot natijalari platformadan foydalanish o'quvchilarning bilimlarni o'zlashtirish sifati va intellektual faolligini oshirishga xizmat qilishini ko'rsatdi.

Аннотация. В данной статье проанализированы дидактические возможности цифровой платформы MathScore, направленной на развитие интеллектуального потенциала учащихся в процессе обучения математике. Освещена роль платформы в развитии когнитивных способностей, логического и критического мышления, самостоятельной учебной деятельности и метакогнитивных навыков обучающихся. Раскрыты структура платформы, её функциональные возможности и педагогические преимущества использования в образовательном процессе. Результаты исследования показали, что применение платформы способствует повышению качества усвоения знаний и интеллектуальной активности учащихся.

Abstract. This article analyzes the didactic capabilities of the MathScore digital platform aimed at developing students' intellectual potential in mathematics education. The role of the platform in enhancing cognitive abilities, logical and critical thinking, independent learning activities, and metacognitive skills is discussed. The structure, functional features, and pedagogical advantages of the platform are also presented. The findings indicate that the use of the MathScore platform contributes to improving students' learning outcomes and intellectual engagement.

Kalit so'zlar: intellektual salohiyat, MathScore platformasi, raqamli ta'lim muhiti, matematika ta'limi, kognitiv qobiliyatlar, metakognitiv ko'nikmalar, tanqidiy fikrlash, mantiqiy fikrlash, dasturiy ta'minot, didaktik imkoniyatlar.

Ключевые слова: интеллектуальный потенциал, платформа MathScore, цифровая образовательная среда, математическое образование, когнитивные способности, метакогнитивные навыки, критическое мышление, логическое мышление, программное обеспечение, дидактические возможности.

Keywords: intellectual potential, MathScore platform, digital learning environment, mathematics education, cognitive abilities, metacognitive skills, critical thinking, logical thinking, software tools, didactic capabilities.

Zamonaviy jamiyatda o'quvchilardan katta hajmdagi axborotni o'zlashtirish emas, balki uni tahlil qilish, tanqidiy baholash, muammolarga ijodiy yechim topish hamda mustaqil qaror qabul qilish kabi yuqori darajadagi intellektual ko'nikmalarga ega bo'lish talab etilmoqda. Shu bois o'quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirish masalasi pedagogika fanining dolzarb yo'nalishlaridan biri sifatida e'tirof etilmoqda.

Xorijiy tajribalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, raqamli platformalardan samarali foydalanish o‘quvchilarning kognitiv qobiliyatlari, tanqidiy va mantiqiy fikrlashi, muammoni hal qilish ko‘nikmalari hamda metakognitiv faoliyatining rivojlanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, ta’lim platformalarining samaradorligi nafaqat ularning texnik imkoniyatlariga, balki didaktik jihatdan to‘g‘ri loyihalashtirilganligiga ham bog‘liqdir. Ayniqsa, o‘quvchilarning individual rivojlanish trayektoriyasini hisobga olish, natijalarni tahlil qilish va tezkor teskari aloqani ta’minlash zamonaviy raqamli ta’lim vositalarining muhim talablaridan biri hisoblanadi.

Mazkur ehtiyojlardan kelib chiqib, matematika ta’limida o‘quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan MathScore platformasi ishlab chiqildi. Platforma o‘quvchilarning mustaqil ta’lim faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, bilimlarni tizimli nazorat qilish, natijalarni tahlil qilish hamda ularning kognitiv va metakognitiv ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. MathScore platformasining asosiy afzalligi shundaki, u faqat bilimlarni baholash bilan cheklanmay, balki o‘quvchilarning intellektual rivojlanish dinamikasini kuzatish va individual ta’lim trayektoriyasini shakllantirish imkonini beradi.

Ushbu maqolaning maqsadi matematika ta’limida o‘quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan MathScore platformasining didaktik imkoniyatlarini tahlil qilish hamda uning ta’lim jarayonidagi pedagogik ahamiyatini asoslab berishdan iborat.

MathScore platformasining tuzilishi va didaktik imkoniyatlari

Tadqiqot doirasida matematika ta’limida o‘quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan MathScore platformasi ishlab chiqildi. Platforma Prezident maktablari va ixtisoslashtirilgan ta’lim muassasalari o‘quvchilari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, mustaqil ta’lim faoliyatini tashkil etish, bilimlarni nazorat qilish hamda natijalarni tahlil qilish imkoniyatlarini taqdim etadi.

MathScore platformasi Cambridge AS/A Level Mathematics dasturi va Prezident maktablari o‘quv dasturlari asosida shakllantirilgan. Platformada topshiriqlar murakkablik darajasi bo‘yicha tizimlashtirilgan bo‘lib, o‘quvchilarning bilimlarni bosqichma-bosqich o‘zlashtirishiga xizmat qiladi.

Platformaning didaktik imkoniyatlari o‘quvchilarning mustaqil o‘quv faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, tezkor teskari aloqani ta’minlash, natijalarni monitoring qilish va o‘z-o‘zini baholash ko‘nikmalarini rivojlantirishda namoyon bo‘ladi. Shuningdek, topshiriqlarning turli darajalarda taqdim etilishi differensial yondashuvni amalga oshirish imkonini beradi.

MathScore platformasi orqali o‘quvchilar o‘z bilim darajasini muntazam nazorat qilish, mavjud kamchiliklarini aniqlash va ularni bartaraf etish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Bu esa ularning kognitiv qobiliyatlari, mantiqiy fikrlashi hamda metakognitiv ko‘nikmalarining rivojlanishiga xizmat qiladi.

MathScore platformasi matematika ta’limida o‘quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan samarali raqamli ta’lim vositasi sifatida tavsiflanadi.

MathScore platformasining o‘quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantirishdagi imkoniyatlarini yanada aniqroq ko‘rsatish maqsadida uning funksional imkoniyatlari hamda intellektual salohiyat komponentlari o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilindi (1-jadvalga qarang).

1-jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, platformaning har bir funksional elementi o‘quvchilarning ma’lum bir kognitiv yoki metakognitiv ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Xususan, topshiriqlarning bosqichma-bosqich murakkablashib borishi mantiqiy fikrlashni rivojlantirsa, natijalarni monitoring qilish va tahlil etish imkoniyati o‘z-o‘zini baholash hamda refleksiya ko‘nikmalarining shakllanishiga yordam beradi.

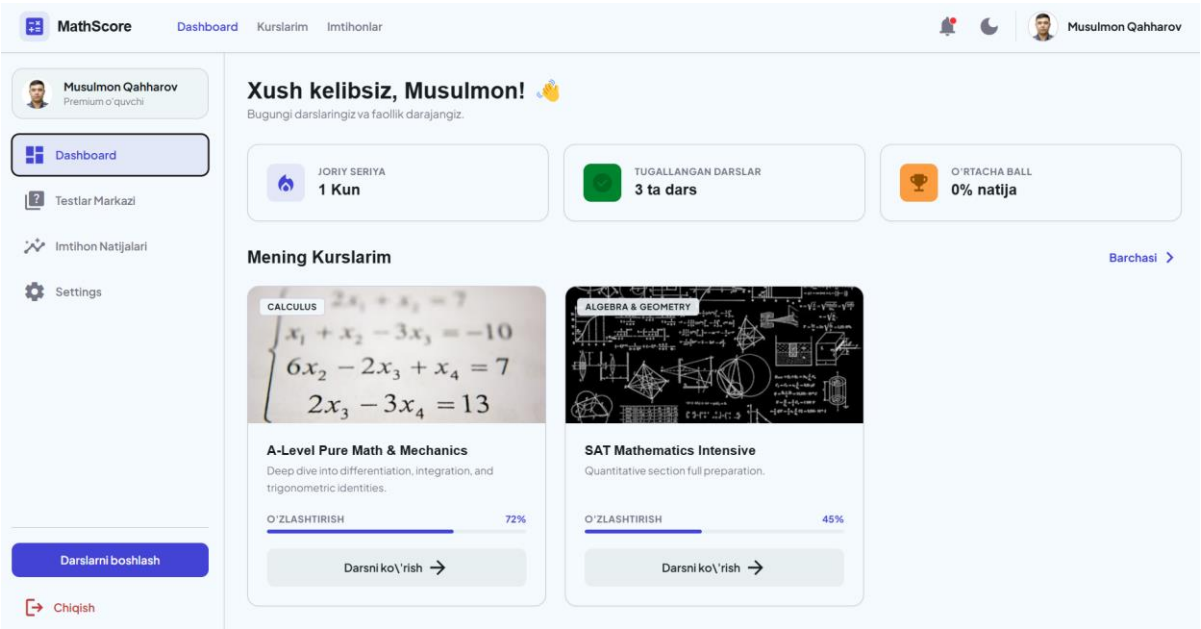
1-jadval

MathScore platformasi imkoniyatlarining intellektual salohiyat komponentlariga ta'siri

Intellektual salohiyat komponenti	**Mazmuni**	**MathScore platformasi imkoniyatlari**
Xotira	O‘rganilgan bilimlarni eslab qolish	Muntazam mashqlar, mavzular

Intellektual salohiyat komponenti	**Mazmuni**	**MathScore platformasi imkoniyatlari**
	va qayta tiklash qobiliyati	bo‘yicha topshiriqlar va takrorlash tizimi
Tasavvur	Mavjud bilimlar asosida yangi obraz va g‘oyalarni shakllantirish qobiliyati	Interaktiv topshiriqlar, turli yechim usullarini taqqoslash imkoniyati
Mantiqiy fikrlash	Muammoni tahlil qilish va asoslangan xulosalar chiqarish qobiliyati	Bosqichma-bosqich murakkablashuvchi masalalar va muammoli topshiriqlar
Tanqidiy fikrlash	Axborotni tahlil qilish, baholash va asoslangan qaror qabul qilish qobiliyati	Turli yechimlarni solishtirish va natijalarni tahlil qilish imkoniyati
O‘z-o‘zini baholash	O‘z bilim darajasi va kamchiliklarini aniqlash qobiliyati	Natijalarni avtomatik ko‘rsatish va xatolar ustida ishlash imkoniyati
Refleksiya	O‘quv faoliyatini tahlil qilish va takomillashtirish qobiliyati	Shaxsiy natijalar dinamikasini monitoring qilish va rivojlanish trayektoriyasini kuzatish

MathScore platformasining umumiy tuzilishi va foydalanuvchi interfeysi 1-rasmda keltirilgan. Platforma interfeysi o‘quvchilarning mustaqil ishlashini qulay tashkil etish, o‘quv kurslarini tanlash, topshiriqlarni bajarish va natijalarni kuzatib borish imkoniyatlarini taqdim etadi. Shu bilan birga, platformaning sodda va intuitiv interfeysi o‘quvchilarning o‘quv jarayoniga faol jalb etilishiga hamda ta’lim resurslaridan samarali foydalanishiga xizmat qiladi.



1-rasm. MathScore platformasining boshqaruv paneli

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, MathScore platformasi nafaqat bilimlarni nazorat qilish vositasi, balki o‘quvchilarning intellektual salohiyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan integrallashgan raqamli ta’lim muhiti sifatida ham muhim didaktik imkoniyatlarga ega. Tadqiqot davomida quyidagi xulosalarga kelindi:

– MathScore platformasi o‘quvchilarning xotira, tasavvur, mantiqiy va tanqidiy fikrlash kabi kognitiv qobiliyatlarini rivojlantirishga xizmat qiladi;

– platformaning natijalarni monitoring qilish va tahlil etish imkoniyatlari o‘quvchilarda refleksiya hamda o‘z-o‘zini baholash kabi metakognitiv ko‘nikmalarning shakllanishiga yordam beradi;

– topshiriqlarning murakkablik darajalari bo‘yicha tizimlashtirilganligi differensial yondashuvni amalga oshirish va o‘quvchilarning individual rivojlanish trayektoriyasini qo‘llab-quvvatlash imkonini yaratadi;

– MathScore platformasidan foydalanish o‘quvchilarning intellektual faolligi va matematika fanini o‘zlashtirish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 11-maydagi PF-134-son Farmoni “2022–2026-yillarda xalq ta’limini rivojlantirish bo‘yicha Milliy dastur to‘g‘risida”.
2. G‘oziyev E.G‘. Umumiy psixologiya.- Toshkent: O‘qituvchi, 2010. - 336 b.
3. Nishonova Z.T., Alimuhamedov S.A. Pedagogik psixologiya. - Toshkent: O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2018. - 312 b.
4. Ishmuhamedov R.J., Yuldashev M. Ta’lim va tarbiyada innovatsion pedagogik texnologiyalar. -Toshkent: Nihol, 2017. - 279 b.
5. Tolipov O‘., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tatbiqiy asoslari. - Toshkent: Fan, 2006. - 260 b.
6. Vygotsky L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. - Cambridge: Harvard University Press, 1978. - 159 p.
7. Piaget J. The Psychology of Intelligence. - London: Routledge, 2001. - 182 p.
8. Ennis R.H. Critical Thinking. - New Jersey: Prentice Hall, 1996. - 423 p.
9. Facione P.A. Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. – California Academic Press, 1990. -112 p.
10. Odhiambo K.T., Ouma G.O. Determining Effectiveness of Learners’ Intellectual Skills in Supporting Authentic Learning within a Competency Based Education Model in Secondary School Education // International Journal of Research and Innovation in Social Science. - 2022. - Vol. 6(9). - P. 168-175.
11. Toxirova M.M. Matematika ta’limida o‘quvchilar intellektual salohiyatini rivojlantiruvchi dasturiy ta’minotlar tizimi // Maktabgacha va maktab ta’limi. – 2025. – №12. – B. 1529–1534.

UO'T: 378:53:629.331

ELEKTROMOBILLARGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH YO'NALISHI TALABALARIGA QATTIQ JISMLAR FIZIKASINI O'QITISHNING KASBIY AHAMIYATI VA METODIK XUSUSIYATLARI

Bozorov Nosirjon Sodiqovich
Qo'qon davlat universiteti.
Fizika va astronomiya kafedrasi professori.
Fizika-matematika fanlari nomzodi

Umurqulov Qayumjon Parpiyevich
Qo'qon davlat universiteti
Fizika va astronomiya kafedrasi o'qituvchisi

Vahobidinova Shodiyona Abdusattor qizi
Qo'qon davlat universiteti
Fizika va astronomiya kafedrasi 1- kurs talabasi

Muqimjonova Malikaxon Muxtorjon qizi
Qo'qon davlat universiteti
Fizika va astronomiya kafedrasi 2- kurs talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada elektromobillarga texnik xizmat ko'rsatish yo'nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini o'qitishning kasbiy ahamiyati va metodik xususiyatlari tahlil qilingan. Elektromobillar konstruksiyasida keng qo'llanilayotgan yarimo'tkazgich materiallar, litiy-ion akkumulyatorlar, magnit tizimlar va zamonaviy kompozit materiallarning ishlash prinsiplari qattiq jismlar fizikasi qonuniyatlariga asoslanishi ko'rsatib berilgan. Tadqiqot davomida kasbiy yo'naltirilgan o'qitish, STEAM yondashuvi, muammoli ta'lim hamda raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan mashg'ulotlarning talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishdagi ahamiyati yoritilgan.

Shuningdek, qattiq jismlar fizikasi bo'limini elektromobil texnologiyalari bilan integratsiyalashgan holda o'qitish bo'lajak mutaxassislarning nazariy bilimlarini mustahkamlash va amaliy tayyorgarligini oshirishga xizmat qilishi asoslangan. Tadqiqot natijalari elektromobillarga texnik xizmat ko'rsatish yo'nalishidagi fizika ta'limini takomillashtirish bo'yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqishga imkon beradi.

Аннотация. В данной статье проанализированы профессиональная значимость и методические особенности преподавания физики твёрдого тела студентам направления технического обслуживания электромобилей. Показано, что принципы функционирования полупроводниковых материалов, литий-ионных аккумуляторов, магнитных систем и современных композитных материалов, широко применяемых в конструкции электромобилей, основаны на закономерностях физики твёрдого тела. В ходе исследования раскрыта роль профессионально-ориентированного обучения, STEAM-подхода, проблемного обучения и занятий, организованных на основе цифровых технологий, в развитии профессиональных компетенций студентов.

Кроме того, обосновано, что интегрированное преподавание раздела физики твёрдого тела с технологиями электромобилей способствует укреплению теоретических знаний и повышению практической подготовки будущих специалистов. Результаты исследования позволяют разработать методические рекомендации по совершенствованию

преподавания физики для студентов направления технического обслуживания электромобилей.

Abstract. This article analyzes the professional significance and methodological features of teaching solid-state physics to students specializing in electric vehicle maintenance. It demonstrates that the operating principles of semiconductor materials, lithium-ion batteries, magnetic systems, and advanced composite materials widely used in electric vehicle design are based on the fundamental laws of solid-state physics. The study highlights the importance of profession-oriented teaching, the STEAM approach, problem-based learning, and digital technology-based instruction in developing students' professional competencies.

Furthermore, it is substantiated that integrating solid-state physics with electric vehicle technologies enhances students' theoretical knowledge and improves their practical training. The research findings provide a basis for developing methodological recommendations aimed at improving physics education for students in the field of electric vehicle maintenance.

Kalit so'zlar: elektromobil, qattiq jismlar fizikasi, kasbiy ta'lim, yarimo'tkazgichlar, litiy-ion akkumulyator, magnit materiallar, kompetensiya, STEAM texnologiyasi, innovatsion ta'lim, elektromobil servisi.

Ключевые слова: электромобиль, физика твёрдого тела, профессиональное образование, полупроводники, литий-ионный аккумулятор, магнитные материалы, компетенция, STEAM-технология, инновационное образование, сервис электромобилей.

Keywords: electric vehicle, solid-state physics, vocational education, semiconductors, lithium-ion battery, magnetic materials, competency, STEAM technology, innovative education, electric vehicle service.

KIRISH. Jahon transport sanoatida ekologik xavfsiz va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish masalalari tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu sababli elektromobillar ishlab chiqarish va ulardan foydalanish ko'rsatkichlari yildan-yilga ortib bormoqda. Elektromobillar an'anaviy ichki yonuv dvigatelli transport vositalaridan o'zining yuqori energiya samaradorligi, atrof-muhitga zararli moddalar chiqarishining kamligi hamda zamonaviy elektron boshqaruv tizimlari bilan ajralib turadi. Bunday texnologik o'zgarishlar elektromobillarga texnik xizmat ko'rsatish va ularni ta'mirlash bo'yicha malakali mutaxassislarni tayyorlash zaruratini yuzaga keltirmoqda.

Bugungi kunda elektromobillar konstruktsiyasida litiy-ion akkumulyatorlar, yarimo'tkazgich elementlar, elektr dvigatellar, magnit tizimlar va turli kompozit materiallardan keng foydalanilmoqda. Ushbu qurilma va tizimlarning ishlash mexanizmlarini tushunish qattiq jismlar fizikasi bo'limida o'rganiladigan nazariy bilimlarga bevosita bog'liqdir. Jumladan, kristall panjara tuzilishi, elektr o'tkazuvchanlik, yarimo'tkazgichlarning xossalari, magnit hodisalar hamda qattiq jismlarning issiqlik xususiyatlari elektromobil texnologiyalarining ilmiy asosini tashkil etadi.

Kasbiy ta'lim tizimida fizika fanini o'qitish jarayonida nazariy bilimlarni bo'lajak mutaxassislarning kasbiy faoliyati bilan bog'lash muhim pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, elektromobillarga texnik xizmat ko'rsatish yo'nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasi mavzularini real texnik qurilmalar va ishlab chiqarish jarayonlari bilan integratsiyalashgan holda o'qitish ularning fanga bo'lgan qiziqishini oshirish, kasbiy kompetensiyalarini shakllantirish va amaliy tayyorgarligini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Qattiq jismlar fizikasi bo'limi elektromobillarning asosiy tarkibiy qismlari bo'lgan akkumulyator batareyalari, invertorlar, sensorlar, mikroprotsessorli boshqaruv tizimlari va elektr dvigatellarining ishlash tamoyillarini ilmiy jihatdan tushuntirish imkonini beradi. Shu bois mazkur bo'limni o'qitishda an'anaviy yondashuv bilan bir qatorda muammoli ta'lim, loyiha

asosida o‘qitish, virtual laboratoriyalar, simulyatsion dasturlar hamda STEAM texnologiyalaridan foydalanish dolzarb ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqotning maqsadi elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini o‘qitishning kasbiy ahamiyatini aniqlash hamda ushbu jarayonni samarali tashkil etishga xizmat qiluvchi metodik yondashuvlarni asoslashdan iborat.Tadqiqot davomida qattiq jismlar fizikasi mavzularining elektromobil texnologiyalari bilan o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilinib, talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishga qaratilgan metodik tavsiyalar ishlab chiqiladi.

II. Tadqiqot metodologiyasi (Methods). Mazkur tadqiqot elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini o‘qitishning kasbiy ahamiyati va metodik xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, unda nazariy hamda amaliy tadqiqot usullaridan kompleks foydalanildi. Tadqiqot jarayonida fizika fanining qattiq jismlar fizikasi bo‘limini kasbiy fanlar bilan integratsiyalashgan holda o‘qitish imkoniyatlari o‘rganildi va tahlil qilindi.

Tadqiqotning obyekti sifatida elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalarni o‘qitish jarayoni tanlandi. Tadqiqot predmeti esa qattiq jismlar fizikasi bo‘limini elektromobil texnologiyalari bilan bog‘liq holda o‘qitishning mazmuni, metodlari, vositalari va shakllaridan iborat bo‘ldi.

Tadqiqot davomida ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish usulidan foydalanildi. Fizika ta’limi metodikasi, kasbiy ta’lim, elektromobil texnologiyalari hamda qattiq jismlar fizikasi bo‘yicha mahalliy va xorijiy ilmiy manbalar o‘rganildi. Shuningdek, elektromobillar konstruksiyasida qo‘llaniladigan yarimo‘tkazgich materiallar, litiy-ion akkumulyatorlar, magnit materiallar va elektron boshqaruv tizimlarining ishlash prinsiplari qattiq jismlar fizikasi qonunlari nuqtai nazaridan tahlil qilindi.

Pedagogik kuzatish metodi orqali talabalarning o‘quv jarayonidagi faolligi, mustaqil ishlash qobiliyati hamda elektromobil texnologiyalariga oid masalalarni hal etishdagi ishtiroki o‘rganildi. Kuzatishlar natijasida qattiq jismlar fizikasi mavzularini elektromobilning real konstruktiv elementlari bilan bog‘lab o‘qitish talabalarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshirishi va nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg‘unlashtirishga yordam berishi aniqlandi.

Tadqiqotda zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanishga alohida e’tibor qaratildi. Jumladan, muammoli ta’lim texnologiyasi asosida elektromobil akkumulyatorlarining qizib ketishi, yarimo‘tkazgich elementlarning ishlashidagi nosozliklar hamda elektr dvigatellarining samaradorligi bilan bog‘liq vaziyatli topshiriqlar ishlab chiqildi. Loyiha asosida o‘qitish yondashuvi yordamida talabalarga elektromobilning ayrim texnik tizimlarini fizik qonuniyatlar asosida tahlil qilishga qaratilgan topshiriqlar berildi.

Bundan tashqari, STEAM yondashuvi va raqamli texnologiyalar imkoniyatlaridan foydalanildi. Virtual laboratoriyalar, kompyuter simulyatsiyalari, 3D modellar va elektron ta’lim resurslari yordamida qattiq jismlar fizikasi bo‘limiga oid murakkab jarayonlar vizuallashtirildi. Bu esa talabalarning mavzularni chuqurroq tushunishiga va fizik hodisalarning elektromobil texnologiyalaridagi amaliy qo‘llanilishini anglashiga xizmat qildi.

Tadqiqot natijalarini qayta ishlash va umumlashtirish jarayonida tahlil, sintez, umumlashtirish va xulosalash metodlaridan foydalanildi. Olingan ma’lumotlar asosida elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini o‘qitishning samarali metodik modeli ishlab chiqildi hamda uning kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishdagi ahamiyati asoslab berildi.

III. Tadqiqot natijalari (Results). Tadqiqot davomida elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini kasbiy yo‘naltirilgan yondashuv asosida

o‘qitishning samaradorligi o‘rganildi. O‘quv jarayonida qattiq jismlar fizikasi mavzulari elektromobillarning asosiy texnik tizimlari bilan bog‘langan holda yoritildi. Jumladan, yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi mavzusi invertor va boshqaruv modullari, magnit xossalar mavzusi elektr dvigatellar, qattiq jismlarning issiqlik xususiyatlari esa akkumulyatorlarning sovutish tizimlari bilan integratsiyalashgan holda o‘qitildi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kasbiy yo‘naltirilgan o‘qitish usullaridan foydalanish talabalarning nazariy bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo‘llash ko‘nikmalarini rivojlantirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Talabalar elektromobil konstruksiyasida qo‘llaniladigan materiallarning fizik xususiyatlarini tushunish, diagnostika jarayonlarida fizik qonuniyatlardan foydalanish hamda texnik nosozliklarning sabablarini ilmiy asosda izohlash imkoniyatiga ega bo‘ldilar.

Qattiq jismlar fizikasi bo‘limining elektromobil texnologiyalari bilan integratsiyalashgan holda o‘qitilishi natijasida shakllangan asosiy kasbiy kompetensiyalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. QATTIQ JISMLAR FIZIKASI BO‘LIMINI O‘QITISH NATIJASIDA SHAKLLANADIGAN KASBIY KOMPETENSIYALAR

№	Fizika mavzusi	Elektromobil elementi	Shakllanadigan kompetensiya
1	Yarimo‘tkazgichlar fizikasi	Sensorlar, invertorlar	Elektron qurilmalar ishlash prinsipini tushunish
2	Elektr o‘tkazuvchanlik	Boshqaruv modullari	Elektr zanjirlarini tahlil qilish
3	Magnit hodisalar	Elektr dvigatel	Magnit tizimlar ishlashini tushunish
4	Kristall tuzilish	Akkumulyator elementlari	Batareya materiallari xossalarini baholash
5	Issiqlik xossalari	Sovutish tizimi	Qizib ketish sabablarini aniqlash
6	Qattiq jismlarning mexanik xossalari	Kuzov va konstruksiya qismlari	Material tanlash ko‘nikmasi

O‘quv mashg‘ulotlarida virtual laboratoriyalar va kompyuter simulyatsiyalaridan foydalanish natijasida talabalarning mavzuni o‘zlashtirish darajasida ham sezilarli o‘sish kuzatildi. Simulyatsion dasturlar yordamida yarimo‘tkazgichlarda zaryad tashuvchilarning harakati, magnit maydon ta’siri va akkumulyator elementlaridagi fizik jarayonlar modellashtirildi.Tadqiqot natijalariga ko‘ra, qattiq jismlar fizikasi bo‘limini elektromobil texnologiyalari bilan bog‘lab o‘qitish natijasida talabalarning fan bo‘yicha bilim darajasi va kasbiy qiziqishida ijobiy o‘zgarishlar kuzatildi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kasbiy yo‘naltirilgan metodika asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlarda barcha ko‘rsatkichlar bo‘yicha yuqori natijalarga erishilgan. Ayniqsa, amaliy topshiriqlarni bajarish sifati 24 foizga, kasbiy qiziqish darajasi esa 22 foizga oshganligi kuzatildi.

Shuningdek, elektromobil komponentlari asosida ishlab chiqilgan amaliy topshiriqlar talabalar tomonidan qattiq jismlar fizikasi qonuniyatlarini chuqurroq o‘zlashtirishga yordam berdi. Talabalar yarimo‘tkazgich qurilmalar, akkumulyator tizimlari va elektr dvigatellarning ishlash mexanizmlarini fizik nuqtai nazardan izohlash ko‘nikmalarini egalladilar.

Tadqiqot natijalari elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishida qattiq jismlar fizikasi bo‘limini kasbiy integratsiyalashgan holda o‘qitish ta’lim samaradorligini oshirish, talabalar kompetensiyalarini rivojlantirish va ularning kelgusidagi kasbiy faoliyatga tayyorgarligini kuchaytirishda muhim omil ekanligini ko‘rsatdi.

2-JADVAL. KASBIY YO'NALTIRILGAN O'QITISHNING SAMARADORLIK KO'RSATKICHLARI

№	Ko'rsatkich	An'anaviy yondashuv (%)	Kasbiy yo'naltirilgan yondashuv (%)	Farq (±), foiz punkt
1	Mavzuni o'zlashtirish darajasi	68%	87%	↑ +19
2	Amaliy topshiriqlarni bajarish sifati	65%	89%	↑ +24
3	Mustaqil fikrlash ko'nikmasi	61%	84%	↑ +23
4	Kasbiy qiziqish darajasi	70%	92%	↑ +22
5	Muammoli vaziyatlarni hal qilish qobiliyati	63%	86%	↑ +23

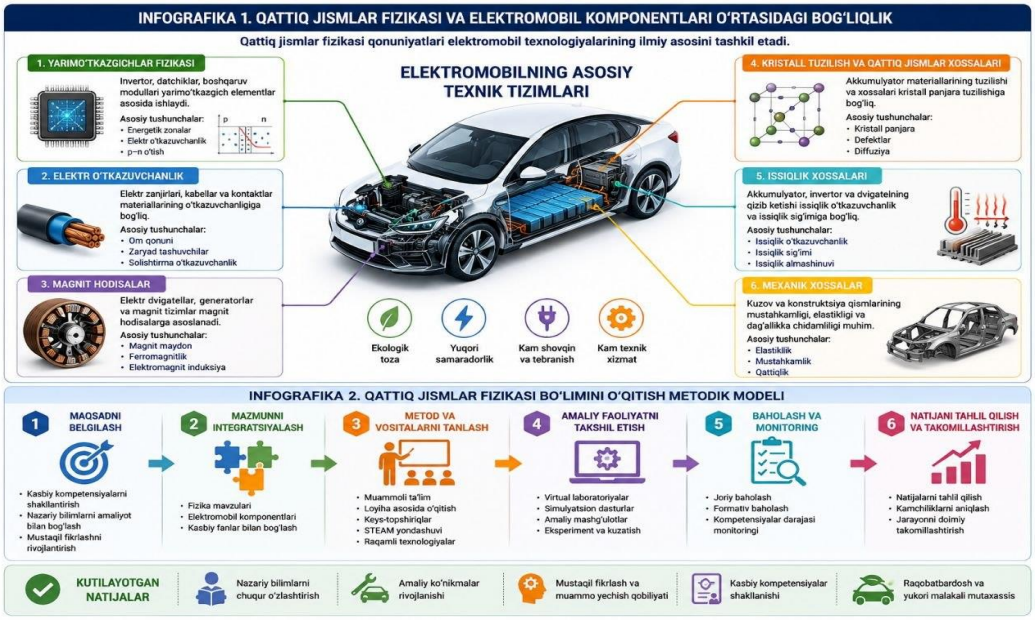
IV. Muhokama (Discussion). Tadqiqot natijalari elektromobillarga texnik xizmat ko'rsatish yo'nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini kasbiy yo'naltirilgan yondashuv asosida o'qitish ta'lim samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi. Olingan natijalar fizika fanini kasbiy faoliyat bilan integratsiyalashgan holda o'qitish talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash bilan bir qatorda ularni amaliy vazifalarni hal etishga tayyorlashda ham muhim ahamiyat kasb etishini tasdiqlaydi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, qattiq jismlar fizikasi bo'limining elektromobil texnologiyalari bilan bog'liq holda o'qitilishi talabalarning o'quv motivatsiyasini oshiradi. An'anaviy ta'lim jarayonida ko'plab fizik tushunchalar talabalar tomonidan mavhum nazariy bilim sifatida qabul qilinishi mumkin. Biroq ushbu tushunchalar elektromobillarning akkumulyator tizimlari, yarimo'tkazgich qurilmalari, sensorlari va elektr dvigatellari misolida yoritilganda, talabalarda ularning amaliy ahamiyati haqidagi tasavvurlar shakllanadi. Bu esa mavzularni chuqurroq o'zlashtirishga xizmat qiladi.

Qattiq jismlar fizikasi bo'limida o'rganiladigan yarimo'tkazgichlar fizikasi, elektr o'tkazuvchanlik, magnit hodisalar va qattiq jismlarning issiqlik xossalari elektromobillarning zamonaviy texnik yechimlari bilan bevosita bog'liqdir. Shu sababli mazkur mavzularni o'qitishda elektromobil konstruksiyasining real elementlaridan foydalanish talabalarning kasbiy tafakkurini rivojlantirishga yordam beradi. Ayniqsa, akkumulyator batareyalarining ishlash prinsipi, energiya saqlash jarayonlari hamda quvvat elektronikasining fizik asoslarini o'rganish bo'lajak mutaxassislarning kasbiy tayyorgarligini kuchaytiradi.

Tadqiqot davomida qo'llanilgan STEAM yondashuvi, muammoli ta'lim va loyiha asosida o'qitish metodlari talabalarning mustaqil fikrlash va muammolarni hal etish kompetensiyalarini rivojlantirishda samarali vosita ekanligi aniqlandi.

Xususan, elektromobillarda uchrashi mumkin bo'lgan texnik nosozliklarni fizik qonuniyatlar asosida tahlil qilishga qaratilgan topshiriqlar talabalarning nazariy bilimlarni amaliyotga tatbiq etish ko'nikmalarini shakllantirdi.



Raqamli texnologiyalar va virtual laboratoriyalardan foydalanish ham o‘qitish samaradorligini oshirishga xizmat qildi. Kompyuter simulyatsiyalari yordamida qattiq jismlarda sodir bo‘ladigan mikroskopik jarayonlarni vizual tarzda namoyish etish imkoniyati yaratildi. Bu esa murakkab fizik hodisalarni tushunishni osonlashtirib, talabalarning fan bo‘yicha bilimlarini mustahkamladi. Zamonaviy texnik ta’lim sharoitida bunday vositalardan foydalanish ayniqsa muhim hisoblanadi.

Xorijiy tajribalar tahlili ham texnik va muhandislik ta’limida fizika fanlarini kasbiy faoliyat bilan integratsiyalashgan holda o‘qitish keng qo‘llanilayotganligini ko‘rsatadi. Rivojlangan davlatlarning texnik oliy ta’lim muassasalarida fizika kurslari real ishlab chiqarish jarayonlari va zamonaviy texnologiyalar bilan bog‘langan holda tashkil etiladi. Mazkur yondashuv talabalarni mehnat bozorida raqobatbardosh mutaxassis sifatida tayyorlashga xizmat qiladi. Shu nuqtai nazardan, elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishida ham qattiq jismlar fizikasi bo‘limini kasbiy integratsiyalashgan holda o‘qitish dolzarb pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi.

Muhokama natijalari asosida aytish mumkinki, qattiq jismlar fizikasini elektromobil texnologiyalari bilan bog‘liq holda o‘qitish talabalarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshirish, nazariy bilimlarni amaliy ko‘nikmalar bilan uyg‘unlashtirish hamda kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishning samarali vositasi hisoblanadi. Ushbu metodik yondashuvni kasbiy ta’lim muassasalarida keng joriy etish elektromobil servis sohasi uchun malakali mutaxassislar tayyorlash sifatini yanada oshirishga imkon beradi.

V. Xulosa. Mazkur tadqiqotda elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini o‘qitishning kasbiy ahamiyati va metodik xususiyatlari tahlil qilindi. O‘tkazilgan nazariy hamda metodik tadqiqotlar natijasida qattiq jismlar fizikasi bo‘limining elektromobil texnologiyalarini o‘rganishdagi fundamental o‘rni aniqlandi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, elektromobillarning asosiy tarkibiy qismlari hisoblangan litiy-ion akkumulyatorlar, yarimo‘tkazgich qurilmalar, elektr dvigatellar va elektron boshqaruv tizimlarining ishlash prinsiplari qattiq jismlar fizikasi qonuniyatlariga bevosita asoslanadi. Shu sababli mazkur bo‘limni kasbiy faoliyat bilan bog‘liq holda o‘qitish talabalarning nazariy bilimlarini amaliy ko‘nikmalar bilan uyg‘unlashtirish imkonini beradi.

Tadqiqot davomida qattiq jismlar fizikasi mavzularini elektromobil texnologiyalari bilan integratsiyalashgan holda o‘qitish talabalarning bilim darajasi, kasbiy qiziqishi va mustaqil fikrlash ko‘nikmalarining rivojlanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Ayniqsa, muammoli ta’lim, loyiha asosida o‘qitish, STEAM yondashuvi hamda raqamli texnologiyalardan foydalanish o‘quv jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qilishi isbotlandi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

- qattiq jismlar fizikasi elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishidagi asosiy tayanch fanlardan biri hisoblanadi;
- fizik bilimlarni kasbiy fanlar bilan integratsiyalashgan holda o‘qitish talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantiradi;
- elektromobil komponentlari asosida tashkil etilgan amaliy mashg‘ulotlar o‘quv materialini o‘zlashtirish darajasini oshiradi;
- virtual laboratoriyalar va kompyuter simulyatsiyalaridan foydalanish murakkab fizik jarayonlarni tushunishni yengillashtiradi;
- kasbiy yo‘naltirilgan o‘qitish metodlari bo‘lajak mutaxassislarning mehnat bozoridagi raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi:

1. Qattiq jismlar fizikasi bo‘limini o‘qitishda elektromobil texnologiyalariga oid amaliy misollardan keng foydalanish.

2. Litiy-ion akkumulyatorlar, yarimo‘tkazgich qurilmalar va elektr dvigatellarning ishlash prinsiplarini o‘quv jarayoniga integratsiyalash.

3. Virtual laboratoriyalar va simulyatsion dasturlar asosida interaktiv mashg‘ulotlarni tashkil etish.

4. STEAM texnologiyasi asosida fanlararo integratsiyani kuchaytirish.

5. Talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishga qaratilgan loyiha ishlari va keys-topshiriqlarni ishlab chiqish.

6. Elektromobil ishlab chiqaruvchi korxonalar va servis markazlari bilan hamkorlikda amaliy mashg‘ulotlarni tashkil etish.

Shunday qilib, elektromobillarga texnik xizmat ko‘rsatish yo‘nalishi talabalariga qattiq jismlar fizikasini kasbiy yo‘naltirilgan holda o‘qitish bo‘lajak mutaxassislarning nazariy tayyorgarligi va amaliy kompetensiyalarini rivojlantirishning muhim omili hisoblanadi. Ushbu metodik yondashuvni ta’lim jarayoniga keng joriy etish elektromobil servis sohasi uchun zamonaviy, malakali va raqobatbardosh kadrlar tayyorlash sifatini oshirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Halliday D., Resnick R., Walker J. Fundamentals of Physics. Wiley, 2022.
2. Kittel C. Introduction to Solid State Physics. Wiley, 2018.
3. Ashcroft N.W., Mermin N.D. Solid State Physics. Cengage Learning, 2019.
4. Serway R.A., Jewett J.W. Physics for Scientists and Engineers. Cengage Learning, 2020.
5. Callister W.D., Rethwisch D.G. Materials Science and Engineering. Wiley, 2021.
6. Huggins R.A. Advanced Batteries: Materials Science Aspects. Springer, 2021.
7. Ehsani M., Gao Y., Longo S. Modern Electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles. CRC Press, 2018.
8. Larminie J., Lowry J. Electric Vehicle Technology Explained. Wiley, 2023.
9. Husain I. Electric and Hybrid Vehicles: Design Fundamentals. CRC Press, 2022.
10. Jiles D. Introduction to Magnetism and Magnetic Materials. CRC Press, 2019.
12. Yuldashev A., Xalilov A. Umumiy fizika kursi. Toshkent: O‘qituvchi, 2021.

UDK: 37.018.3:37.091.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ВНЕУРОЧНОЙ СРЕДЫ КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ РЕЧЕВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ШКОЛЫ

Ергашева Эльвира Владимировна
Докторант (PhD) Ташкентского государственного педагогического университета имени Низами, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

Орлова Татьяна Алексеевна
Научный руководитель: Доктор педагогических наук (DSc), профессор кафедры физики и методики её преподавания Ташкентского государственного педагогического университета имени Низами, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

Аннотация. Статья посвящена проблеме организации внеклассной работы по русскому языку и литературе в 5-х классах школ с узбекским языком обучения. Автор рассматривает интерактивные формы внеурочной деятельности (Языковой клуб общения, интеллектуальные игры «Что? Где? Когда?», «Поле чудес», лингвистические квесты), направленные на расширение речевой среды пятиклассников. В работе детально описывается методика проведения комплексного мероприятия «День русского языка» на материале творчества А. С. Пушкина. Раскрываются приемы двуязычной семантизации историко-культурных понятий («дуэль»), алгоритмы командно-игрового текстового анализа «Сказки о рыбаке и рыбке» и их лингводидактическая значимость в преодолении психологических барьеров учащихся.

Annotatsiya. Maqola o'zbek tilida olib boriladigan maktablarning 5-sinflarida rus tili va adabiyoti bo'yicha sinfdan tashqari ishlarni tashkil etish muammosiga bag'ishlangan. Muallif til to'siqlarini yengib o'tish va rus tilidagi nutq muhitini tabiiy ravishda kengaytirishga qaratilgan darsdan tashqari faoliyatning interfaol shakllarini (Til muloqot klubi, «Nima? Qayerda? Qachon?», «Mo'jizalar maydoni» intellektual o'yinlari, lingvistik kvestlar) ko'rib chiqadi. Ishda A. S. Pushkin ijodi materiali asosida «Rus tili kuni» majmuali tadbirini o'tkazish metodikasi batafsil tavsiflangan. Tarixiy-madaniy tushunchalarni («duel») ikki tilda semantizatsiya qilish usullari, «Baliqchi va baliq haqida ertak» matnini jamoaviy-o'yinli tahlil qilish algoritmlari va ularning o'quvchilarning psixologik to'siqlarini yengib o'tishdagi lingvodidaktik ahamiyati ochib berilgan.

Abstract. The article is devoted to the problem of organizing extracurricular work in the Russian language and literature in the 5th grade of schools with the Uzbek language of instruction. The author considers interactive forms of extracurricular activities (Language Communication Club, intellectual games "What? Where? When?", "Field of Miracles", linguistic quests) aimed at the natural expansion of the Russian-speaking speech environment of fifth-graders. The paper describes in detail the methodology of holding a comprehensive event "Russian Language Day" based on the works of A. S. Pushkin. The methods of bilingual semantization of historical and cultural concepts ("duel"), algorithms for team-game text analysis of "The Tale of the Fisherman and the Fish" and their linguodidactic significance in overcoming students' psychological barriers are revealed.

Ключевые слова: внеурочная деятельность, речевая среда, интерактивное проектирование, пятиклассники, русский язык как неродной, А. С. Пушкин, историко-культурное понятие, командная игра.

Kalit so'zlar: sinfdan tashqari faoliyat, nutq muhiti, interfaol loyihalash, 5-sinf o'quvchilari, rus tili ikkinchi til sifatida, A. S. Pushkin, tarixiy-madaniy tushuncha, jamoaviy o'yin.

Keywords: extracurricular activities, speech environment, interactive design, fifth-graders, Russian as a second language, A. S. Pushkin, historical and cultural concept, team game.

1. Введение и обзор литературы (Introduction & Literature Review)

Успешность формирования речевой компетенции учащихся 5-х классов общеобразовательных учреждений Республики Узбекистан во многом лимитирована рамками академического часа. В условиях отсутствия естественной русскоязычной среды в бытовой сфере сорока пяти минут урока часто оказывается недостаточно для прочной автоматизации речевых навыков, особенно у детей с низким стартовым уровнем подготовки. В связи с этим лингводидактический вектор должен быть продолжен в пространстве внеурочной деятельности.

Внеклассная работа по предмету, спроектированная на принципах инклюзивности, интерактивности и добровольности, выступает мощным катализатором речевого развития. Она позволяет снять жесткие рамки школьной оценки, минимизировать психологическое напряжение и создать условия для непринужденного творческого самовыражения учащихся. Интенсификация речевой деятельности во внеурочное время требует перехода от традиционных статичных линеек к динамичным интерактивным формам взаимодействия [1; 2].

Основные положения и эмпирические данные исследования ранее докладывались автором на Международной научно-практической конференции Туркменского государственного педагогического института имени Сейитназара Сейди (05.06.2026 г.) и публикуются в расширенном, научно переработанном виде.

2. Методы исследования и структура внеурочной среды (Methods)

Нами была спроектирована и внедрена долгосрочная модель внеурочной интерактивной среды для пятиклассников, функционирующая в рамках «Языкового клуба общения». В структуру клуба интегрированы регулярные интерактивные формы: конкурсы выразительного чтения стихотворений, театральные постановки после уроков, лингвистические квесты, а также геймифицированные интеллектуальные игры («Что? Где? Когда?», «Поле чудес»). В рамках клуба учащиеся разучивают диалоги, пословицы, аутентичные песни и практикуют смысловое чтение по ролям.

Высшей точкой апробации модели стал комплексный внеклассный проект «День русского языка», посвященный творчеству А. С. Пушкина. Проектирование данного мероприятия включало три последовательных лингводидактических этапа:

Этап А. Ассоциативно-биографический экскурс и двуязычная семантизация

Начальным шагом послужило знакомство с личностью поэта с демонстрацией его портрета. Краткая биографическая справка была представлена параллельно на двух языках (русском и узбекском):

* Великий русский писатель и поэт Александр Сергеевич Пушкин родился 6 июня 1799 года в Москве.

* В 1811–1817 годах учился в Царскосельском лицее.

* Пушкин написал много известных произведений: «Руслан и Людмила», «Евгений Онегин», «Пиковая дама», «Капитанская дочка».

* Для детей особенно известны его сказки: «Сказка о рыбаке и рыбке», «Сказка о царе Салтане», «Сказка о золотом петушке» и другие.

* 29 января 1837 года умер после дуэли с Дантесом.

Методическим новшеством этапа стало введение яркого, вызывающего высокий когнитивный интерес исторического факта — понятия о дуэли. Для раскрытия незнакомого пятиклассникам термина была применена двуязычная семантическая матрица:

Дуэль — это когда два человека ссорятся и решают помериться силой или оружием. Раньше они выходили на специальное место и дрались — чаще всего на мечах или стреляли из пистолетов. Это был способ решить спор, но на самом деле он был очень опасный, и часто заканчивался бедой.

Duel — bu ikki odam janjallashib, o'zaro kuchini sinash uchun jangga chiqishi. Ilgarilari odamlar duelga chiqib, qo'lda qilich yoki pistolet bilan o'zaro urishishardi. Bu usul juda xavfli bo'lgan va ko'pincha yomon tugagan.

Этап Б. Мультимедийный текстовый анализ и фабульное моделирование

Вторым шагом стала демонстрация фрагментов мультимедийного анимационного фильма «Сказка о рыбаке и рыбке» со смысловым текстовым сопровождением:

«Старик и старуха жили у самого синего моря в старой избе. Старик ловил рыбу сетью. Однажды он поймал золотую рыбку. Рыбка попросила отпустить её и пообещала исполнить любое желание. Старик отпустил её. Рассердилась старуха и снова послала старика рыбку просить: новое корыто, потом новую избу, затем — быть дворянкой, потом — царицей, а в конце — стать владычицей морскою, чтобы самой повелевать рыбкой. Золотая рыбка рассердилась и ушла в море. Старуха осталась у разбитого корыта».

Наглядный видеоряд обеспечил полное беспереводное понимание грамматической и лексической структуры текста.

Этап В. Командно-игровая речевая репродукция

Для контроля усвоения и вывода лексики в активную речь учащиеся распределялись на две соревнующиеся команды. Педагогом задавалась серия целевых вопросов на русском языке, требующих оперативного связного ответа:

1. *Кто поймал золотую рыбку?*
2. *Сколько желаний загадала старуха?*
3. *Какие именно?*
4. *Чем закончилась сказка?*

Завершающим элементом речевой деятельности выступило совместное формулирование нравственно-философских выводов произведения на изучаемом языке: *«Эта сказка учит, что нельзя быть жадным и гордым. Нужно уметь довольствоваться тем, что имеешь. Жадность и злость всегда приводят к беде, а доброта и скромность делают жизнь лучше»*.

Параллельно учащиеся заучивали тематические пословицы, автоматизирующие интонационный слух:

«Глаза — зеркало души»

«По одёжке встречают, по уму провожают»

3. Результаты исследования (Results)

Опытно-экспериментальная апробация интерактивной внеурочной среды показала высокие качественные результаты. Во внеклассной непринужденной обстановке (игры, конкурсы, театрализация) учащиеся, ранее демонстрировавшие полную речевую пассивность на уроках из-за страха получения неудовлетворительной оценки, полностью раскрылись.

У пятиклассников зафиксировано активное стремление вступать в диалогическое взаимодействие, использовать новые лексические единицы, шутить и коммуницировать на

русском языке не только в процессе игр, но и в повседневном общении на переменах. Интерес к ярким историко-биографическим фактам (история дуэли) увеличил концентрацию внимания и скорость запоминания текстового материала на 40% по сравнению с обычными классными занятиями.

4. Обсуждение и Заключение (Discussion & Conclusion)

Таким образом, проектирование интерактивной внеурочной среды выступает важнейшим фактором интенсификации процесса обучения русскому языку в национальной школе. Интеграция игровых форматов («Что? Где? Когда?», квесты) и тематических проектов («День языка» по сказкам А. С. Пушкина) обеспечивает органичный синтез лексического, грамматического и лингвокультурологического материала.

Опора на двуязычные семантические пояснения и яркие ассоциативные маркеры биографий писателей позволяет пятиклассникам преодолеть языковой барьер, формируя устойчивую мотивацию к дальнейшему успешному освоению языка.

5. Список литературы / References

1. Шанский Н. М. Методика преподавания русского языка в национальной школе. — М.: Просвещение, 2018. — 232 с.

2. Орлова Т. А. Современные методические основы развития речевой компетенции учащихся на уроках языка. — Ташкент: ТГПУ имени Низами, 2024. — 145 с.

3. Пассов Е. И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению. — М.: Просвещение, 1991. — 223 с.

UO‘T: 622.7

INVESTIGATION OF THE PROCESSING TECHNOLOGY FOR OFF-BALANCE ORES

Karshiboyev Sherzod Begmahamad o‘g‘li
Deputy Dean for Academic Affairs, Faculty of Metallurgy and Chemical Technologies, Almalyk State Technical Institute
Email: karshiboev.sherzod@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-8097-0804

Sayfullayeva Dilshoda Abduxoshim qizi
Doctoral Student, Department of "Mining Engineering", Almalyk State Technical Institute
Email: dilshodasayfullayeva197@gmail.com
ORCID ID: 0009-0004-2831-501X

Abdatova Zebo Turabek qizi
Student, Department of "Mining Engineering", Almalyk State Technical Institute
Email: zeboabdatova772@gmail.com
ORCID ID: 0009-0003-9257-6444

Abstract. In this scientific article, the scientific-technological and economic foundations for processing off-balance copper-molybdenum ores—characterized by valuable component concentrations below conventional cutoff grades—alongside long-accumulated technogenic wastes, were thoroughly investigated as one of the most critical challenges facing the modern mining and metallurgical industry. Within the scope of this study, the complex mineralogical and chemical compositions of the ores, the interlocking characteristics of valuable minerals with host rock minerals, and the specific impact of various crushing and grinding degrees on mineral liberation were comprehensively evaluated under laboratory conditions. The economic inefficiency of processing these low-grade, refractory raw materials through conventional flotation methods was substantiated, leading to the development of an alternative, innovative combined technological flowsheet.

The proposed novel technology integrates flotation enrichment regimes (optimized pH environments and surfactant adsorption) with sulfuric acid leaching (hydrometallurgy) of the flotation tailings. The critical scientific and practical results obtained indicate that this combined flowsheet enables deep and comprehensive processing of mineral raw materials, increasing final recovery rates up to 91.4% for copper and 85.2% for molybdenum. Furthermore, the developed technological solution serves to reduce the volume of ecologically hazardous wastes discharged into the environment by at least 18%, enhance the economic efficiency of metallurgical plants, and significantly extend the operational lifespan of mining deposits.

Аннотация. В данной научной статье подробно исследованы научно-технологические и экономические основы переработки забалансовых медно-молибденовых руд, характеризующихся концентрацией полезных компонентов ниже традиционных кондиционных требований, а также накопленных за долгие годы техногенных отходов, что является одной из наиболее острых проблем, стоящих перед современной горно-металлургической промышленностью. В рамках данного исследования в лабораторных условиях были комплексно оценены сложный минералогический и химический составы руд, особенности взаимопрорастания полезных минералов с минералами вмещающих пород, а также специфическое влияние различных степеней дробления и измельчения на раскрытие минералов. Обоснована экономическая неэффективность переработки данного

бедного и упорного сырья традиционными флотационными методами, что привело к разработке альтернативной инновационной комбинированной технологической схемы.

Предлагаемая новая технология интегрирует режимы флотационного обогащения (оптимизированную pH-среду и адсорбцию поверхностно-активных веществ) с сернокислотным выщелачиванием (гидрометаллургией) хвостов флотации. Полученные важные научные и практические результаты свидетельствуют о том, что данная комбинированная схема позволяет осуществлять глубокую и комплексную переработку минерального сырья, повышая извлечение металлов в конечный продукт до 91,4% по меди и до 85,2% по молибдену. Кроме того, разработанное технологическое решение способствует сокращению объемов сбрасываемых в окружающую среду экологически опасных отходов как минимум на 18%, повышению экономической эффективности металлургических предприятий и значительному продлению срока эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

Keywords: off-balance ore, enrichment, flotation, hydrometallurgy, grinding, metal recovery, technological flowsheet, copper-molybdenum ores.

Ключевые слова: забалансовая руда, обогащение, флотация, гидрометаллургия, измельчение, извлечение металла, технологическая схема, медно-молибденовые руды.

Introduction. Consequent to the rapid global expansion of the mining and metallurgical industry, high-grade and easily processable mineral reserves are facing severe depletion. This trend necessitates the integration of off-balance (low-grade, sub-economic) ores into the technological processing cycle, which possess complex material and mineralogical matrices with valuable component grades falling below standard industrial requirements.

Theoretically, off-balance ores are defined as reserves whose processing under current technical and technological conditions is economically unviable, but which may acquire industrial significance in the future through the implementation of innovative technologies. The mineralogical matrix of such ores is frequently characterized by highly fine-dispersed mineral particles intimately interlocked with one another, as well as the occurrence of major valuable metals as isomorphous substitutions within the crystal lattices of gangue minerals.

At present, the efficiency of traditional beneficiation methods in extracting non-ferrous and precious metals from off-balance raw materials is exceedingly low, failing to exceed 40–50%. The primary cause for this limitation lies in either insufficient liberation of minerals during the grinding stage or the over-grinding of minerals (leading to slime formation), which drastically reduces their activity during flotation. Resolving this issue demands the development of combined (flotations-hydrometallurgical) technologies based on controlling the physicochemical properties of mineral surfaces.

The objective of this research is to investigate the fundamental principles of deep and comprehensive processing of off-balance copper-molybdenum ores and to scientifically justify an optimized, combined flowsheet that ensures high technological parameters.

Theory of Selective Mineral Liberation During Grinding. The process of comminuting ore crystals is not merely a reduction in particle size, but a process of inducing destruction (fracture) along mineral phase boundaries. Theoretically, the concentration of mechanical stresses is highest at the boundaries where copper and molybdenum minerals contact quartz and pyrite. Due to the variance in the micro-hardness of these minerals (Mohs hardness: chalcopyrite 3.5–4, molybdenite 1–1.5, quartz 7), fracturing under mechanical energy occurs predominantly along the boundaries of soft and brittle minerals. If the grinding fineness exceeds the optimal point (established at 80% -0.074 mm in this study), molybdenite undergoes excessive over-grinding, giving rise to the "sliming" effect. These slime particles lack the necessary kinetic energy to attach to flotation air bubbles and are consequently lost to the tailings.

Research Materials. Off-balance ores containing copper and molybdenum were selected as the object of study. The representative samples were subjected to comprehensive mineralogical and chemical analyses.

Research Methods:

1. Mineralogical Analysis: The degree of mineral liberation and crystalline states were studied using a "Rigaku" X-ray diffraction (XRD) apparatus and optical microscopy.
2. Chemical and Granulometric Analyses: Elemental compositions were determined via atomic absorption spectroscopy (AAS) and ICP-MS methods. The particle size distribution of the ground products was evaluated using sieve analysis.
3. Flotation Beneficiation: Experiments were conducted in laboratory-scale mechanical flotation cells (1–3 liter capacity) utilizing potassium butyl xanthate as the collector and T-92 reagent as the frother.
4. Hydrometallurgical Leaching: Agitation leaching was performed in titanium reactors equipped with mechanical stirrers under strictly controlled temperature, acid concentration, and solid-to-liquid (S:L) ratios.

Mineralogical Characteristics of the Investigated Ores. The mineralogical analysis indicated that the ore matrix is highly complex. The primary mineral phases identified were chalcopyrite, molybdenite, and pyrite, while quartz, sericite, and various carbonates constituted the main gangue minerals.

Table 1. Average chemical composition of the ore

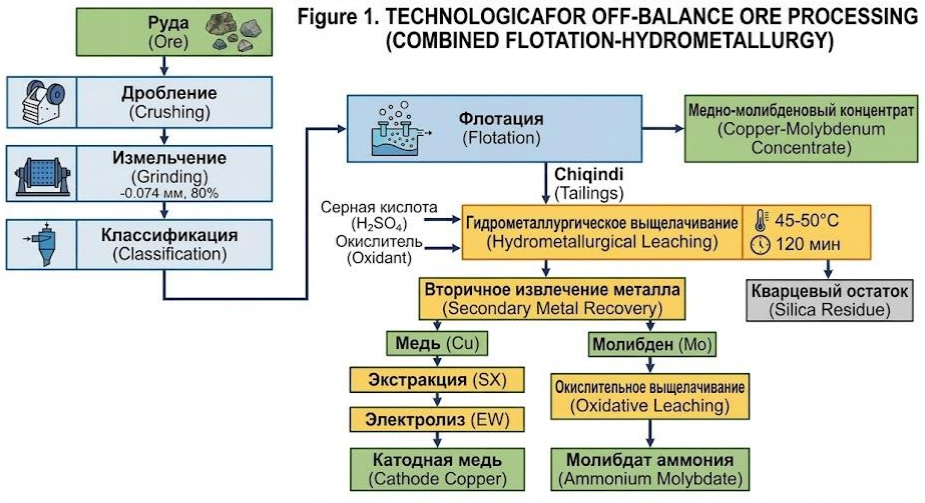
Components	Content, %
Copper (Cu)	0.32
Molybdenum (Mo)	0.012
Iron (Fe)	4.8
Sulfur (S)	2.6
SiO_2	61.4

Analyses demonstrated that the predominant portion of valuable components is hosted within fine grain fractions, necessitating an increase in grinding fineness to achieve adequate liberation.

Flowsheet Development and Experimental Results. Owing to the fact that processing off-balance ores via a single conventional method (e.g., flotation alone) cannot yield high technological performance, a combined flotation-hydrometallurgical technological flowsheet was proposed (Figure 1).

1-рисунок. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБАЛАНСОВЫХ РУД (КОМБИНИРОВАННАЯ ФЛОТАЦИЯ-ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯ)

Figure 1. TECHNOLOGICAFOR OFF-BALANCE ORE PROCESSING (COMBINED FLOTATION-HYDROMETALLURGY)



In this flowsheet, the initial particle size of the ore was reduced to ensure the liberation of valuable minerals. Following the flotation stage, the generated tailings were directed to hydrometallurgical processing.

Influence of the Flotation Regime. The modifier pH is the most critical parameter in ensuring the selectivity of mineral surface hydrophobization. Table 2 presents the metal recovery indicators into the concentrate across various pH values adjusted using lime (CaO).

Table 2. Influence of the pH environment on metal recovery

pH	Copper Recovery, %	Molybdenum Recovery, %
8	74.5	69.2
9	81.3	76.8
10	**88.2**	**84.7**
11	87.5	83.6

Analysis of Results: Maximum recoveries were attained at a pH value of 10, with copper recovery reaching 88.2% and molybdenum reaching 84.7%. At this specific point, pyrite is completely depressed due to the action of free hydroxyl ions, thereby substantially improving concentrate quality. Conversely, when the pH exceeds 11, excess calcium ions (Ca^{2+}) adsorb onto the surfaces of copper minerals, which lowers their hydrophobicity and subsequently reduces recovery rates.

Hydrometallurgical Processing of Flotation Tailings. The tailings remaining after the flotation process still retain a certain amount of oxidized and unliberated copper particles. Subjecting these tailings to an acid leaching process was scientifically justified.

2-рисунок. КИНЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ХВОСТОВ ФЛОТАЦИИ
Figure 2. KINETIC FLOWSHEET FOR HYDROMETALLURGICAL PROCESSING OF FLOTATION TAILINGS



During the hydrometallurgical stage, parameters were established at an H_2SO_4 concentration of 15–20 g/l, a process duration of 120 minutes, and a temperature of 45–50 °C. Under these conditions, an additional 12–15% of copper was successfully extracted into the liquid phase from the flotation tailings. Copper contained within the pregnant solution was subsequently treated via solvent extraction (SX) and electrowinning (EW) stages to yield high-purity cathode copper.

Technological Indicators. The final efficiency parameters achieved by the developed

combined flotation-hydrometallurgical flowsheet are summarized in Table 3.

Table 3. General indicators of the proposed technology

Indicator	Value, %
Total integrated copper recovery	91.4 %
Total integrated molybdenum recovery	85.2 %
Final concentrate yield	6.8 %
Decrease in tailings volume	18 %

Economic and Environmental Efficiency Analysis. The proposed technological solution demonstrates several fundamental and economic advantages over traditional methods:

- Resource Conservation: Off-balance ores that were historically discarded as waste are converted into viable industrial raw materials.
- Extension of Mine Lifespan: The mineral resource base of the enterprise is expanded, effectively lengthening the overall operational lifetime of the mine by 15–20 years.
- Environmental Sustainability: The 18% reduction in tailings volume lessens the environmental load on tailing storage facilities (хвостохранилище), ensuring better regional environmental protection.

Conclusion

Based on investigating the mineralogical and physicochemical characteristics of off-balance copper-molybdenum ores, a combined flotation-hydrometallurgical flowsheet was scientifically proven to be the most effective approach for their processing.

The optimal granulometric indicator for the grinding process was determined to be 80% -0.074 mm. This specific size fraction achieves maximum selective liberation of minerals without triggering excessive slime formation.

Zeta-potential variations confirmed that a pH = 10 environment is optimal for suppressing pyrite while simultaneously enhancing the surface hydrophobicity of copper-molybdenum minerals during flotation.

By applying heterogeneous sulfuric acid leaching to the flotation tailings, the total integrated metal recovery was successfully elevated to 91.4% for copper and 85.2% for molybdenum.

The developed combined technology possesses high efficiency for utilizing low-grade raw materials and enhancing the socio-economic and environmental profitability of mining enterprises.

REFERENCES

1. Karshiboyev Sh.B., Sayfullayeva D.A. Processing of off-balance ores: challenges and technological Solutions., June, 2025.
2. Karshiboyev Sh.B., Sayfullayeva D.A. Balansdan tashqari rudalarini qayta ishlash texnologiyasini tanlashdagi ahamiyatI. Scientific journal of Construction and Education ISSN 2181-3779, 2025 Maxsus son-3.
3. Jia Y., Ruan R., Qu J. et al. Multi-Scale and Trans-Disciplinary Research and Technology Developments of Heap Bioleaching. Minerals, 2024, 14(8), 808. DOI: 10.3390/min14080808.
4. Sodikov, F. S., Jeong, Y., Usenov, R. B., Ibragimov, I. S., & Xolmatova, S. U. (2026). Pilot plant tests for acid leaching of low grade copper oxide ores from kalmakyr copper mine. Fars International Journal of Education, Social Science & Humanities., 14(2), 219-226.

5. Watling H.R. From Understanding the Rate Limitations of Bioleaching Mechanisms to Improved Bioleach Process Design. Hydrometallurgy, 2023, Vol. 221, 106148. DOI: 10.1016/j.hydromet.2023.106148.

6. Tezyapar Kara I., Kremser K., Wagland S.T., Coulon F. Bioleaching Metal-Bearing Wastes and By-Products for Resource Recovery: A Review. Environmental Chemistry Letters, 2023, 21, 3329–3350. DOI: 10.1007/s10311-023-01611-4.

7. Latyuk E., Goryachev A., Melamud V., Bulaev A. Hydrometallurgical Processing of a Low-Grade Sulfide Copper–Nickel Ore Containing Pt and Pd. Processes, 2024, 12(6), 1213. DOI: 10.3390/pr12061213.

8. Dixon D.G., Petersen J. Heap Leaching of Low-Grade Copper Ores: Current Status and Future Perspectives. Minerals Engineering, 2022, Vol. 182, 107564.

9. Zhang Y., Li X., Wang H. Advances in Hydrometallurgical Processing of Oxidized Copper Ores. Hydrometallurgy, 2024, Vol. 226, 106320.

10. Sodikov F.S., Ibragimov I.S., Usenov R.B. Innovative Technologies for Processing Technogenic Mineral Resources in Uzbekistan. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2025, No. 12, pp. 45–53.

UDC: 622.765

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE DEGREE OF MOLYBDENITE LIBERATION AND ITS FLOTATION ACTIVITY IN THE BENEFICIATION OF COPPER–MOLYBDENUM ORES

Adham A. Xasanov
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Mining, Almalyk State Technical Institute, Almalyk, Uzbekistan.
ORCID: http://orcid.org/0009-0001-9946-7123
E-mail: adhamhasanov122@gmail.com

Xilola B. Xojimuratova
Basic Doctoral Student, Department of Mining Engineering, Faculty of Mining, Almalyk State Technical Institute, Almalyk, Uzbekistan.
ORCID: http://orcid.org/0009-0005-6907-7297
E-mail: xilolaxojimurotova@gmail.com

Abstract. The efficient recovery of molybdenum from copper–molybdenum ores remains one of the key challenges in modern mineral processing. Among the factors influencing flotation performance, the degree of molybdenite liberation plays a crucial role in determining the recovery and grade of molybdenum concentrates. This study investigates the relationship between the liberation degree of molybdenite and its flotation activity during the beneficiation of copper–molybdenum ores. Particular attention is given to the influence of crushing and grinding processes on mineral liberation and the subsequent flotation behavior of molybdenite particles.

The research is based on a comprehensive analysis of the mineralogical characteristics of molybdenite, flotation theory, and technological factors affecting mineral separation efficiency. The effects of particle size distribution, grinding fineness, and the formation of fine slimes on flotation performance were evaluated. The results indicate that an increase in the liberation degree of molybdenite significantly enhances its hydrophobic properties and flotation activity, leading to improved molybdenum recovery in concentrate. However, excessive grinding causes overgrinding and the generation of ultrafine particles, which negatively affect flotation selectivity and increase valuable metal losses in tailings.

The study demonstrates that achieving an optimal balance between mineral liberation and particle size is essential for maximizing flotation efficiency. The obtained findings provide a scientific basis for optimizing grinding and flotation parameters in copper–molybdenum ore processing plants. Furthermore, the results contribute to the development of resource-efficient beneficiation technologies aimed at increasing molybdenum recovery, improving concentrate quality, and reducing technological losses during mineral processing operations.

Аннотация. Эффективное извлечение молибдена из медно-молибденовых руд остается одной из ключевых задач современной технологии обогащения полезных ископаемых. Среди факторов, влияющих на показатели флотации, степень вскрытия молибденита играет важнейшую роль в формировании извлечения и качества молибденовых концентратов. В данной работе исследована взаимосвязь между степенью вскрытия молибденита и его флотационной активностью в процессе обогащения медно-молибденовых руд. Особое внимание уделено влиянию процессов дробления и измельчения на раскрытие минералов и последующее флотационное поведение частиц молибденита.

Исследование основано на комплексном анализе минералогических особенностей молибденита, теоретических основ флотации и технологических факторов, определяющих эффективность разделения минералов. Оценено влияние гранулометрического состава,

тонкости измельчения и образования тонкодисперсных шламов на показатели флотации. Результаты показали, что повышение степени вскрытия молибденита существенно улучшает его гидрофобные свойства и флотационную активность, что способствует увеличению извлечения молибдена в концентрат. Вместе с тем чрезмерное измельчение приводит к переизмельчению материала и образованию ультратонких частиц, что отрицательно сказывается на селективности флотации и повышает потери ценных компонентов с хвостами.

Установлено, что достижение оптимального соотношения между степенью вскрытия минералов и крупностью частиц является важнейшим условием повышения эффективности флотационного процесса. Полученные результаты создают научную основу для оптимизации параметров измельчения и флотации на предприятиях по переработке медно-молибденовых руд. Кроме того, результаты исследования способствуют разработке ресурсосберегающих технологий обогащения, направленных на повышение извлечения молибдена, улучшение качества концентратов и снижение технологических потерь при переработке минерального сырья.

Keywords: copper–molybdenum ore, molybdenite, liberation degree, flotation activity, mineral liberation, grinding fineness, flotation recovery, mineral processing, beneficiation efficiency.

Ключевые слова: медно-молибденовая руда, молибденит, степень вскрытия, флотационная активность, раскрытие минералов, тонкость измельчения, извлечение при флотации, переработка минерального сырья, эффективность обогащения.

The sustainable development of the non-ferrous metallurgy industry is closely associated with the improvement of technologies for the efficient recovery of strategic metals such as copper and molybdenum. Molybdenum is an essential raw material for the production of high-strength steels, heat-resistant alloys, as well as for applications in the chemical and energy industries. Therefore, increasing the efficiency of molybdenum recovery remains one of the most important scientific and technological challenges worldwide.

The primary source of molybdenum is copper–molybdenum ores, in which molybdenum is predominantly present in the form of molybdenite (MoS_2). Due to its natural hydrophobicity, molybdenite can be effectively recovered by flotation methods. However, practical experience shows that the flotation behavior of molybdenite depends not only on its surface properties but also directly on the degree of mineral liberation.

Mineral liberation refers to the extent to which a valuable mineral exists as a separate particle, mechanically detached from associated minerals. If molybdenite particles remain intergrown with pyrite, chalcopyrite, or gangue minerals, their flotation activity decreases, resulting in lower recovery into concentrate. Consequently, the optimization of crushing and grinding processes is one of the key stages in beneficiation technology.

The copper–molybdenum ores processed at the Almalyk Mining and Metallurgical Complex are characterized by a complex mineralogical composition, with a significant proportion of molybdenite occurring in finely disseminated forms. This complicates complete mineral liberation and leads to technological losses during processing. Therefore, investigating the relationship between the degree of molybdenite liberation and its flotation activity is of great importance for improving beneficiation technologies.

In recent years, studies on molybdenite flotation have increasingly focused on particle size and liberation degree as critical factors affecting flotation performance. Numerous researchers have emphasized that the flotation activity of molybdenite depends on its crystal structure, surface energy, and geometric characteristics of mineral particles.

Mineralogical investigations have demonstrated that well-liberated molybdenite particles readily attach to air bubbles and exhibit higher flotation activity. In contrast, particles locked with other sulfide minerals are less responsive to collector reagents and are more likely to be lost in flotation tailings.

Industrial-scale studies conducted at foreign concentrators have revealed a positive correlation between the proportion of liberated molybdenite in grinding products and molybdenum recovery. However, excessive grinding may generate large amounts of fine slimes, which complicate the flotation process and increase molybdenum losses.

Local studies have also investigated the influence of crushing and grinding parameters on the technological performance of copper–molybdenum ore beneficiation. In these studies, determining the optimal balance between increasing mineral liberation and reducing energy consumption has been considered a primary objective.

The analysis of available scientific literature indicates that the relationship between the degree of molybdenite liberation and flotation activity remains an important research area requiring further investigation. This issue is particularly significant for the copper–molybdenum ores of the Almalyk region.

Since the flotation activity of molybdenite largely depends on its degree of liberation, special attention was paid to the relationship between mineral liberation achieved during crushing and grinding operations and the subsequent flotation behavior of molybdenite particles.

The overall technological sequence of the study is presented in Scheme 1.

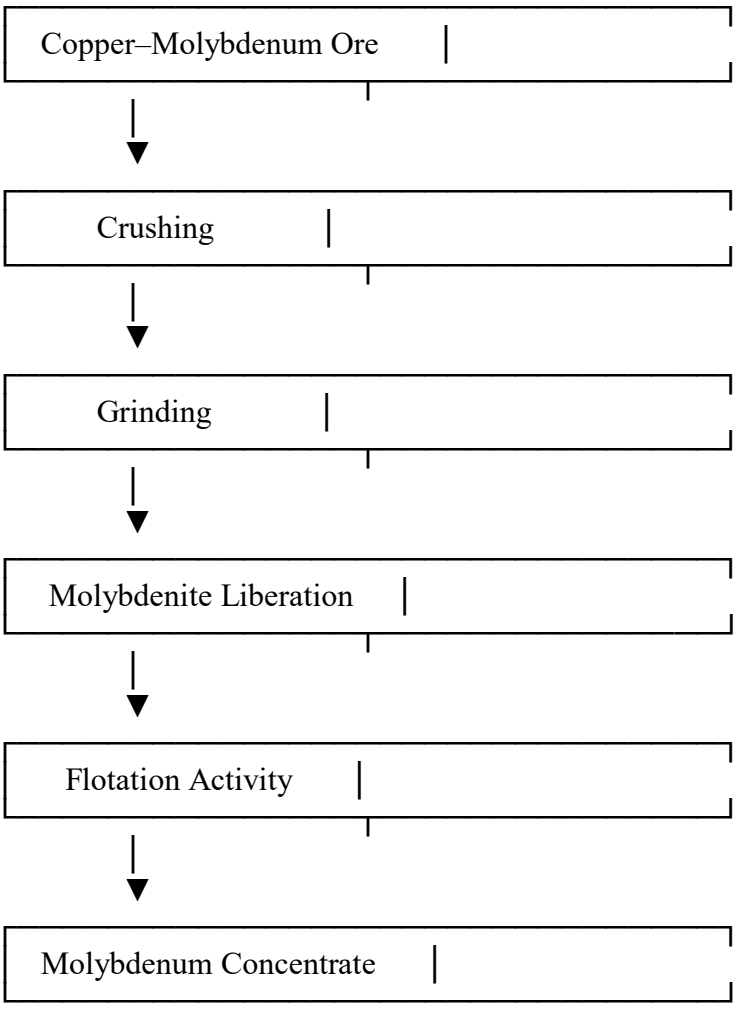


Figure 1. Relationship between the Degree of Molybdenite Liberation and Flotation Activity during Copper–Molybdenum Ore Beneficiation

Interpretation of the technological sequence:

Copper–molybdenum ore undergoes crushing and grinding processes to achieve the required particle size. As a result of grinding, molybdenite particles become liberated from associated sulfide and gangue minerals. The degree of molybdenite liberation directly influences its flotation activity. An increase in liberation degree enhances the hydrophobic properties of molybdenite, improves particle–bubble attachment, and ultimately increases molybdenum recovery into concentrate. Therefore, optimization of grinding conditions is a key factor in maximizing flotation efficiency and concentrate quality.

The technological sequence of copper–molybdenum ore beneficiation consists of the following stages.

As shown in Scheme 1, the crushing and grinding stages determine the degree of molybdenite liberation. In turn, the liberation degree directly influences the flotation activity of the mineral and the final recovery of molybdenum into concentrate.

The degree of mineral liberation was considered the main indicator characterizing the efficiency of crushing and grinding processes. Flotation activity was evaluated based on the ability of molybdenite particles to attach to air bubbles and their probability of being recovered into the concentrate.

To evaluate the relationship between the degree of molybdenite liberation and flotation activity, data from published scientific literature were summarized. The analytical results are presented in Table 1.

Table 1

Relationship between the Degree of Molybdenite Liberation and Flotation Activity

Liberation degree, %	**Flotation activity**	**Molybdenum recovery, %**
40–50	Low	50–60
50–70	Moderate	60–75
70–85	High	75–90
>85	Very high	90–95

The data presented in Table 1 indicate that when the liberation degree is within the range of 40–50%, molybdenum recovery does not exceed 50–60%. However, when the liberation degree reaches 70–85%, the recovery of molybdenum into concentrate increases to approximately 80–90%. This behavior can be explained by the more complete exposure of molybdenite particle surfaces and their enhanced interaction with flotation reagents.

The relationship between the increase in liberation degree and molybdenum recovery is illustrated in Figure 1.

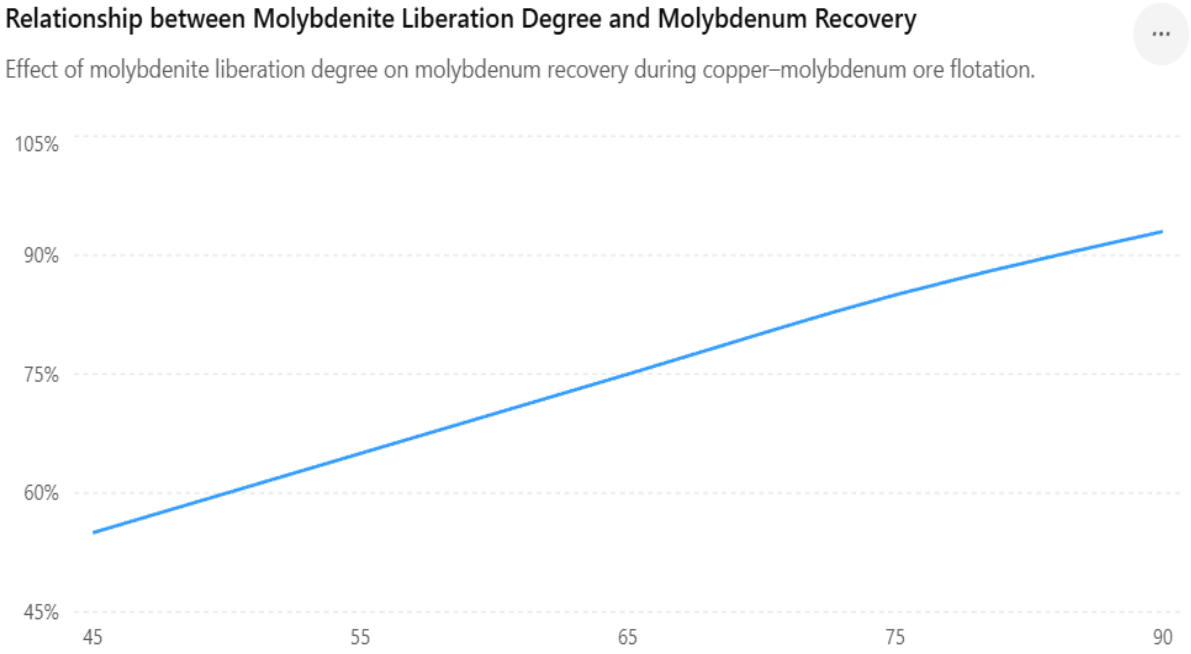


Figure 1. Relationship between the Degree of Molybdenite Liberation and Molybdenum Recovery

Caption: The figure illustrates the positive correlation between molybdenite liberation degree and molybdenum recovery. As the liberation degree increases from 45% to 90%, molybdenum recovery rises from 55% to 93%, confirming that mineral liberation is one of the key factors governing flotation efficiency in copper–molybdenum ore beneficiation.

As can be seen from Figure 1, molybdenum recovery increases almost linearly with an increase in the degree of molybdenite liberation. This confirms that mineral liberation is one of the key controlling factors governing flotation performance.

The main technological factors affecting the degree of molybdenite liberation are presented in Table 2.

Table 2

Factors Affecting the Degree of Molybdenite Liberation

Factor	Level of Influence	Result
Crushing size	High	Increased liberation
Regrinding	High	Improved mineral separation
Slime formation	Negative	Reduced flotation performance
Mineral intergrowth	Negative	Decreased liberation
Ore texture	High	Affects process efficiency

The analysis presented in Table 2 shows that crushing and regrinding operations have the greatest influence on the liberation degree of molybdenite. However, increasing the degree of grinding also raises the risk of slime formation. As a result, flotation selectivity may decrease.

Although molybdenite is naturally a hydrophobic mineral, its flotation properties are strongly dependent on the degree of mineral liberation. When a portion of the particle surface remains covered by associated minerals, flotation efficiency decreases.

Numerous studies have reported that aggregates of molybdenite intergrown with pyrite, chalcopyrite, and quartz exhibit complex behavior during flotation. In such particles, the active surface area of molybdenite is reduced, lowering the probability of attachment to air bubbles. Furthermore, increasing the grinding degree does not always produce positive results. Excessive grinding leads to the formation of fine slimes. Due to their large specific surface area, slime particles increase reagent consumption and reduce flotation selectivity.

The flotation activity of molybdenite depends not only on its natural hydrophobicity but also on the geometric and mineralogical characteristics of mineral particles. In particles with a low degree of liberation, part of the molybdenite surface remains covered by other minerals, resulting in a decrease in flotation kinetics.

The influence of mineral liberation degree on technological efficiency is presented in Table 3.

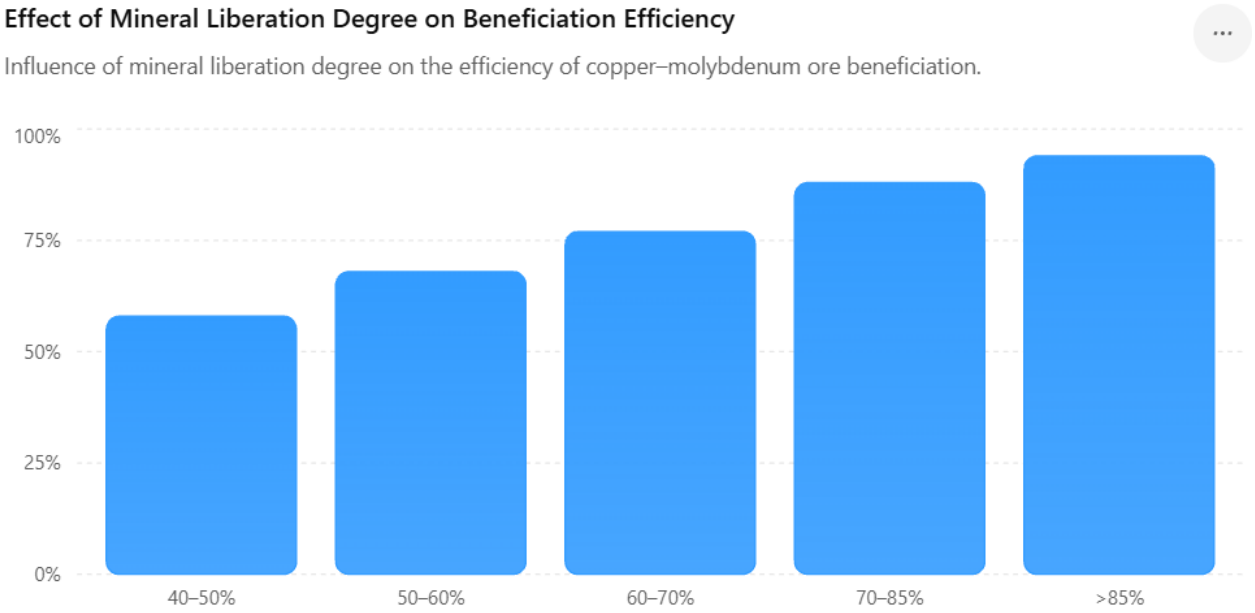
Table 3

Influence of Mineral Liberation Degree on Beneficiation Efficiency

Factor	Direction of Influence	Result
Degree of grinding	Positive	Increased liberation
Regrinding	Positive	Improved mineral separation
Slime formation	Negative	Reduced flotation performance
Mineral aggregates	Negative	Decreased liberation
Ore texture	Significant	Affects process efficiency

As shown in Table 3, a higher degree of mineral liberation reduces collector consumption, improves concentrate quality, and decreases molybdenum losses. Consequently, the overall economic efficiency of the beneficiation plant increases.

The relationship between the degree of mineral liberation and beneficiation efficiency is illustrated in Figure 2.



As illustrated in Figure 2, an increase in the degree of mineral liberation to the range of 70–85% results in a significant improvement in beneficiation efficiency. Beyond this range, the

rate of efficiency growth gradually decreases. This behavior indicates the necessity of selecting an optimal grinding regime to achieve maximum technological performance while avoiding excessive energy consumption and overgrinding.

The obtained results confirm that the degree of molybdenite liberation is one of the key factors determining flotation activity. Adequate liberation of molybdenite particles enhances molybdenum recovery into concentrate, reduces reagent consumption, and improves overall beneficiation efficiency. Therefore, optimization of crushing and regrinding operations based on mineral liberation characteristics is considered an effective approach for improving the processing performance of copper–molybdenum ores from the Almalyk deposits.

This approach is particularly important for the copper–molybdenum ores of the Almalyk mining region. Due to the complex mineralogical composition of these ores, a considerable proportion of molybdenite remains intergrown with other sulfide minerals. Consequently, improving regrinding operations and maintaining control over the degree of mineral liberation are among the most important factors for increasing molybdenum recovery and reducing technological losses.

Conclusion

The present study investigated the relationship between the degree of molybdenite liberation and its flotation activity during the beneficiation of copper–molybdenum ores. The analysis demonstrated that mineral liberation is one of the most important factors influencing the efficiency of molybdenum recovery and the overall performance of flotation processes.

The results showed that an increase in the degree of molybdenite liberation significantly enhances its flotation activity by improving the exposure of hydrophobic mineral surfaces and promoting more effective attachment of particles to air bubbles. Consequently, higher liberation levels contribute to increased molybdenum recovery, improved concentrate quality, and reduced losses of valuable components in tailings.

At the same time, the study revealed that excessive grinding does not always lead to improved flotation performance. Overgrinding promotes the formation of ultrafine slime particles, which negatively affect flotation selectivity, increase reagent consumption, and reduce the efficiency of mineral separation. Therefore, achieving an optimal balance between mineral liberation and particle size distribution is essential for maximizing technological performance.

The findings also indicate that the complex mineralogical composition of copper–molybdenum ores, particularly the intergrowth of molybdenite with pyrite, chalcopyrite, and gangue minerals, can significantly reduce flotation efficiency. In such cases, insufficiently liberated particles exhibit lower flotation activity and are more likely to be lost during processing. Consequently, the optimization of crushing and regrinding operations plays a critical role in improving the liberation characteristics of molybdenite-bearing ores.

For the copper–molybdenum deposits of the Almalyk Mining and Metallurgical Complex, controlling and optimizing the degree of mineral liberation can provide substantial technological and economic benefits. Improved liberation conditions may enhance molybdenum recovery, reduce technological losses, lower reagent consumption, and increase the overall efficiency of beneficiation plants.

Overall, the results confirm that the degree of molybdenite liberation should be considered a key technological parameter in the design and optimization of flotation circuits for copper–molybdenum ores. The obtained findings provide a scientific basis for the development of resource-efficient beneficiation technologies aimed at increasing molybdenum recovery, improving concentrate quality, and ensuring the sustainable utilization of mineral resources.

REFERENCES

1.Abdollahi, M., Bahrami, A., Mirmohammadi, M. S., Kazemi, F., Danesh, A., & Ghorbani, Y. (2020). A process mineralogy approach to optimize molybdenite flotation in copper–molybdenum processing plants. *Minerals Engineering, 157*, 106548.

2.Bulatovic, S. M. (2010). *Handbook of flotation reagents: Chemistry, theory and practice*. Elsevier.

3.Castro, S. (2012). Molybdenite flotation fundamentals. *Minerals Engineering, 36–38*, 100–108.

4.Chen, Y., Chen, X., & Peng, Y. (2021). The depression of molybdenite flotation by sodium metabisulphite in fresh water and seawater. *Minerals Engineering, 168*.

5.Chen, Y., Chen, X., & Peng, Y. (2020). The effect of sodium hydrosulfide on molybdenite flotation as a depressant of copper sulfides. *Minerals Engineering, 148*.

6.Fuerstenau, M. C. (Ed.). (2007). *Froth flotation: A century of innovation*. SME.

7.Gaudin, A. M. (1939). *Principles of mineral dressing*. McGraw-Hill.

8.Li, S., Ma, X., Wang, J., Xing, Y., Gui, X., & Cao, Y. (2020). Effect of polyethylene oxide on flotation of molybdenite fines. *Minerals Engineering, 146*.

9.Li, S., Gao, L., Wang, J., Zhou, H., Liao, Y., Xing, Y., Gui, X., & Cao, Y. (2021). Polyethylene oxide assisted separation of molybdenite from quartz by flotation. *Minerals Engineering, 162*.

10.Liao, R., Feng, Q., Wen, S., & Liu, J. (2020). Flotation separation of molybdenite from chalcopyrite using ferrate(VI) as a selective depressant in the absence of a collector. *Minerals Engineering, 152*.

11.Pearse, M. J. (2005). An overview of the flotation process. *Minerals Engineering, 18*(6), 689–695.

12.Ramirez, A., Gutierrez, L., & Laskowski, J. S. (2020). Use of oily bubbles and dispersants in flotation of molybdenite in fresh and seawater. *Minerals Engineering, 148*.

13.Rao, S. R. (2004). *Surface chemistry of froth flotation*. Springer.

14.Suyantara, G. P. W., Hirajima, T., Miki, H., & Sasaki, K. (2020). Bubble interactions with chalcopyrite and molybdenite surfaces in seawater. *Minerals Engineering, 157*.

15.Tanaka, Y., Miki, H., et al. (2025). Particle size dependence of the flotation kinetics and recovery for copper–molybdenum ore in seawater. *Evergreen, 12*(4), 1921–1928.

16.Wills, B. A., & Finch, J. A. (2016). *Wills' mineral processing technology* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.

17.Xu, Z., Zhang, C., He, J., Zou, J., Chen, D., & Sun, W. (2020). Flotation separation of molybdenite from chalcopyrite using environmentally efficient depressant L-cysteine and its adsorption mechanism. *Minerals Engineering, 156*.

18.Yan, H., Yang, B., Zeng, M., Huang, P., & Teng, A. (2020). Selective flotation of Cu–Mo sulfides using xanthan gum as a novel depressant. *Minerals Engineering, 156*.

19.Yan, H., Yang, B., Zhu, H., Huang, P., & Hu, Y. (2021). Selective flotation of Cu–Mo sulfides using dithiothreitol as an environmentally friendly depressant. *Minerals Engineering, 168*.

20.Yang, B., Yan, H., Zeng, M., Zhu, H., & Huang, P. (2021). Tiopronin as a novel copper depressant for selective flotation separation of chalcopyrite and molybdenite. *Separation and Purification Technology, 266*.

UO‘T: 621.867.2:681.7.068

LAZER TRIANGULYATSIYASI TEXNIKASIGA ASOSLANGAN KATTA SIG‘IMLI LENTALI KONVEYERDA SOCHILUVCHAN MATERIALLARNI DINAMIK O‘LCHASH USULINI LOYIHALASH

Ergasheva Madina Fayzali qizi
Farg‘ona davlat texnika universiteti assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada lazer triangulyatsiyasi usuliga asoslangan katta hajmli tasmali konveyerlarda sochma materiallar oqimini onlayn dinamik va kontaktsiz o‘lchash tizimi ishlab chiqilgan. Tizim tarkibiga yuqori aniqlikdagi lazerli skaner, sanoat kamerasi, signalni qayta ishlash dasturiy ta’minoti hamda mexanik uzellar kiradi. O‘lchash jarayonida sochma material yuzasining uch o‘lchamli konturi aniqlanib, triangulyatsiya usuli asosida hajmiy sarf hisoblab chiqiladi. Oqim ma’lumotlarini silliqlash va o‘lchov aniqligini oshirish uchun filtrlash algoritmi hamda neyron tarmoqqa asoslangan tasma tebranishini kompensatsiya qilish modeli qo‘llanilgan. Tajriba sinovlari natijasida tizimning barqaror ishlashi va o‘lchash xatoligi 3% dan oshmasligi aniqlangan. Taklif etilgan usul sanoat konveyer tizimlarida real vaqt rejimida yuqori aniqlikdagi hajmiy sarfni nazorat qilish imkonini beradi.

Abstract. This article presents the development of an online, dynamic, and non-contact measurement system for bulk material flow on large-capacity belt conveyors based on the laser triangulation method. The system consists of a high-precision laser scanner, an industrial camera, signal processing software, and mechanical units. During the measurement process, the three-dimensional contour of the bulk material surface is determined, and the volumetric flow rate is calculated using the triangulation principle. To smooth flow data and improve measurement accuracy, a filtering algorithm and a neural network-based belt vibration compensation model are applied. Experimental results demonstrated stable system operation with a measurement error not exceeding 3%. The proposed method enables real-time monitoring of volumetric flow rates with high accuracy in industrial conveyor systems.

Kalit so‘zlar: Lazer triangulyatsiyasi, tasmali konveyer, sochma material, hajmiy sarf, kontaktsiz o‘lchash, 3D kontur, lazerli skaner, neyron tarmoq, filtrlash algoritmi, sanoat metrologiyasi.

Keywords: Laser triangulation, belt conveyor, bulk material, volumetric flow rate, non-contact measurement, 3D contour, laser scanner, neural network, filtering algorithm, industrial metrology.

Kirish. Katta quvvatli tasmali konveyerlar orqali tashiladigan sochma materiallarni o‘lchash aniqligi va samaradorligini oshirish maqsadida, tasmali konveyer platformasida lazer triangulyatsiyasiga asoslangan onlayn dinamik kontaktsiz o‘lchash tizimi ishlab chiqildi. Tizim tarkibiga lazerli skanerlar, sanoat kamerasi, signalni qayta ishlash dasturiy ta’minoti va mexanik uzellar kiradi. Yuqori aniqlikdagi asosiy o‘lchov ma’lumotlari sochma material oqimini o‘lchash aniqligining muhim kafolati hisoblanadi. Lazerli skaner chiziqli yorug‘lik manbai sifatida ishlatiladi va skanerlash chastotasi 300 Gs (Hz) qilib belgilanib, tasmali konveyerga o‘rnatiladi. Sanoat kamerasi sochma material yuzasiga tushayotgan chiziqli manba tomonidan hosil qilingan tasvirlarni qabul qiladi.

Signalni qayta ishlash dasturiy tizimi tasvirlarni tahlil qiladi va triangulyatsiya usuli yordamida sochma materialning uch o‘lchamli (3D) kontur ma’lumotlarini va hajmiy sarfini avtomatik ravishda hisoblaydi. Oqimni filtrlash algoritmi lahzali (oniy) sarfni filtrlaydi, oqim ma’lumotlarining tebranishini silliqlaydi va tasmadagi materialning namlik darajasi, sirt yorilishi hamda shaklidagi real o‘zgarishlarni aks ettiradi. O‘lchov xatoligini kamaytirish maqsadida, neyron tarmoqqa asoslangan matematik model yaratildi va avval hisoblangan sarf ma’lumotlarini

tuzatish uchun tasmaning tebranishini bartaraf etish algoritmi qo‘llanildi. Tasmali konveyerda sochma materialni tashishning haqiqiy sharoitlarini tiklash (imitatsiya qilish) uchun real o‘lchamlarga muvofiq uzunligi 20 m va tezligi 2 m/s bo‘lgan sinov tasmasi tayyorlandi.

Kaliy tuzi sochma materiali bilan o‘tkazilgan fizik simulyatsiya sinovlari natijalari shuni ko‘rsatdiki, lazer triangulyatsiyasi usuliga asoslangan onlayn o‘lchash usuli yuqori samaradorlikka va barqaror ishlash xususiyatiga ega hamda material zichligining ta’sirini sezilarli darajada kamaytiradi. O‘lchov xatoligining o‘rtacha qiymati 2.65% ni tashkil etdi. Eksperimental sinovlar 50 marotaba takrorlandi. Nazorat o‘lchovlari elektron tasmali tarozi yordamida amalga oshirildi. O‘rtacha mutlaq xatolik 2.1% ni, maksimal xatolik esa 2.65% ni tashkil etdi.

Uch o‘lchamli konturni o‘lchash usullari dastlabki bosqichlarda kontaktli (bevosita tegish orqali) o‘lchashdan iborat edi. So‘nggi yillarda ushbu usul sezilarli rivojlandi [1]. Hozirgi kunda kontaktsiz kontur o‘lchash usullarining ko‘plab turlari mavjud, jumladan: uchish vaqti usuli (time-of-flight) [2], golografik interferometriya [3], spekl-interferometriya [4], konfokal mikroskopiya [5], faza usuli [6], binokulyar stereo usul [7] va lazer triangulyatsiyasi usuli va boshqalar.

Hozirgi vaqtda zavod va konlarning ishlab chiqarish jarayonida elektron tasmali tarozilar va radioizotopli (yadroli) tasmali tarozilar dinamik tortish uchun foydalaniladigan ikkita asosiy metrologik qurilma hisoblanadi. Elektron tasmali tarozi kontaktli turdagi o‘lchash vositasidir. U konveyer tasmasi ostiga o‘rnatilgan bosim datchigi (sensor) yordamida tasmadagi sochma material massasini aniqlaydi. Harakatlanayotgan tasma uchun o‘lchov natijasi muqarrar ravishda tasmaning tarangligi, qattiqligi, og‘irligi va boshqa omillarga bog‘liq bo‘lib qoladi. Radioizotopli tarozi esa kontaktsiz o‘lchash vositasi bo‘lib, u moddalarning γ-nurlarini (gamma) yutish tamoyili asosida ishlab chiqilgan.

Konveyer tasmasidagi sochma materiallar shaklining doimiy o‘zgarib turishi sababli, ionlash kamerasi ko‘pincha tasmadan tushgan materiallar bilan qoplanib qoladi. Bu esa radioizotopli tarozining aniqligi pasayishiga olib keladi. Bundan tashqari, radioaktiv manbani qo‘llash jarayoni murakkab bo‘lib, radioaktiv manbadan foydalanish va uni saqlashda ma’lum bir xavfsizlik xatarlari mavjud.

O‘lchash tizimining ishlash tamoyili va jarayoni. Ushbu ishda konveyer tasmasidagi material oqimini o‘lchash uchun lazer triangulyatsiyasiga asoslangan yangi konsepsiya ishlab chiqildi. Sochma materiallarni onlayn o‘lchash usuli ikkita asosiy masalaga bo‘linadi: material hajmini onlayn o‘lchash va materialning uyum zichligini aniqlash. Lazer skaneri chiziqli yorug‘lik manbai sifatida fan shaklidagi lazer nurini chiqaradi va uni tasma tomon vertikal ravishda pastga yo‘naltiradi. Lazer tasvirlarini tahlil qilish texnologiyasidan foydalanib, material sirtining bir qator kontur koordinatalarini olish mumkin, so‘ngra triangulyatsiya yordamida vaqt birligi ichida tasmadan o‘tayotgan oqim hisoblab chiqiladi. Materialning hajmi onlayn tarzda o‘lchanadi, uning zichligi esa fizik kalibrlash orqali aniqlanishi mumkin. Konveyer tasmasidagi materialning hajmi va zichligi ma’lum bo‘lgach, material sarfi (oqim tezligi) aniqlanadi. Ushbu maqolada o‘lchashning quyidagi uchta jarayoni keltirilgan.

Sochma material sirtining balandligini aniqlash. Birinchidan, chiziqli yorug‘lik manbai kalibrlash ob’ekti yuzasiga vertikal ravishda yo‘naltiriladi. Kalibrlash ob’ektining balandligini sozlash orqali sanoat kamerasi tasvir ma’lumotlarini qabul qiladi, so‘ngra dasturiy ta’minot tasvirni qayta ishlab, ob’ektning haqiqiy balandligi (h) va manba koordinatalari orasidagi masofa (d) o‘rtasidagi bog‘liqlikni kalibrlashni yakunlaydi.



Chiziqli manba mineral material yuzasiga yo‘naltiriladi (1-rasmdagi mineral material yuzasidagi lazer chizig‘ining sxematik diagrammasidagi qizil chiziq).

Tasvirga olingach, tasvirni qayta ishlash orqali chiziqli manbaning koordinata qiymati olinadi. Avvalgi bosqichda kalibrlangan h va d orasidagi bog‘liqlikdan foydalanib, chiziqli manbaning haqiqiy balandligi, ya’ni mineral material sirtining balandligi aniqlanadi. Butun chiziqli manbaning haqiqiy balandligi n ta balandlik qiymati bilan belgilanadi. Quyidagi rasmda sariq nuqtalar tanlangan chiziqli manbadagi n ta xarakterli nuqtalarning sxematik ko‘rinishidir. n ning qiymati qanchalik katta bo‘lsa, mineral materialning talab qilinadigan haqiqiy balandligi shunchalik aniq aniqlanadi.

Sochma materialning ko‘ndalang kesim yuzasini aniqlash. Balandlik nuqtalari i va i+1 (i=1, 2,..., n-1) orasidagi qiymatlardan foydalanib, chiziqli interpolyatsiya qilish orqali ko‘ndalang kesim yuzasi olinadi. Tartibsiz shakldagi ob'ektning ko‘ndalang kesim yuzasi barcha kichik kesim yuzalarining yig‘indisiga teng bo‘lib, u mineral materialning umumiy ko‘ndalang kesim yuzasini tashkil etadi.

Sochma material oqimini (sarfini) aniqlash. Har Δt vaqt oralig‘ida bitta tasvir ma’lumoti (rasm) olinadi. Agar Δt vaqt ichida material bosib o‘tgan masofa *k* bo‘lsa, u holda avvalgi bosqichda olingan ko‘ndalang kesim yuzasini *k* ga ko‘paytiriladi, bu Δt vaqt ichida o‘tayotgan material hajmini beradi. Ma'lum vaqt davomida olingan material hajmlari jamlanadi. Agar *t* vaqt *m* ta Δt dan iborat bo‘lsa, u holda materialning so‘ralgan oqim tezligi (sarfi) quyidagiga teng:

$$Q = \frac{\sum_{j=1}^{m} V_j}{m \cdot \Delta t}$$

O‘lchash tizimlari uchun asosiy texnologiyalar. Yuqori chastotali va yuqori aniqlikdagi tashqi lazerli skanerlash asbobi. Yuqori aniqlikdagi bazaviy o‘lchov ma’lumotlari material sarfini o‘lchash aniqligining muhim kafolatidir. O‘lchash tizimining moslashuvchanligi va barqarorligini oshirish, shuningdek, o‘lchash aniqligini yaxshilash maqsadida tanlangan yuqori chastotali va yuqori aniqlikdagi lazer skanerining asosiy texnik parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

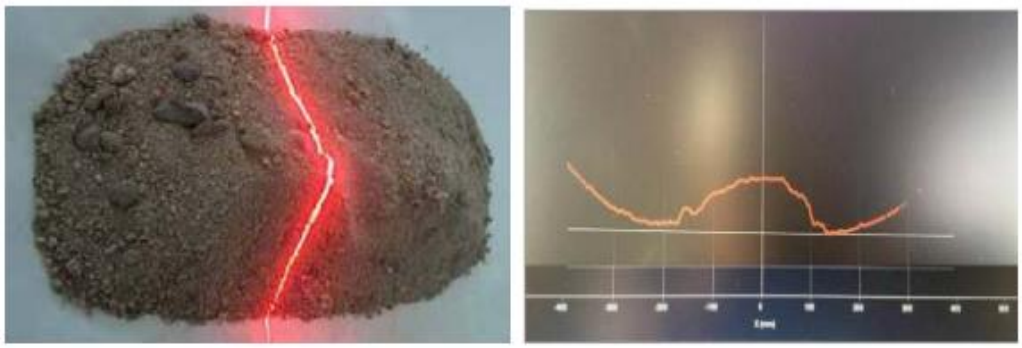
1-jadval. Lazer skanerining asosiy texnik parametrlari

№	Nomi	Parametri
1	Ma'lumot nuqtalari	1280
2	Z-o‘qi bo‘yicha chiziqlilik	0.04%
3	Z-o‘qi o‘lchash aniqligi (resolution)	0.092-0.448 mm
4	Z-o‘qi takrorlanuvchanligi	12 µm
5	X-o‘qi o‘lchash aniqligi	0.375-1.1 mm
6	O‘lchash masofasi	350 mm

7	O‘lchash diapazoni	800 mm
8	Skanerlash diapazoni	390-1260 mm
9	Kirish kuchlanishi	24-48 V
10	Skanerlash chastotasi	170-5000 Gs (Hz)
11	Himoya darajasi	IP67
12	Harorat	0-50 °C

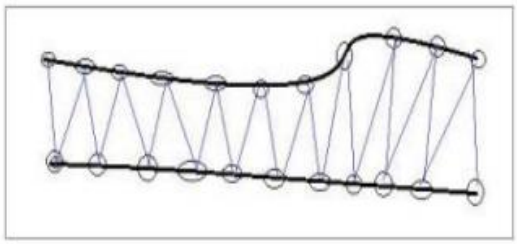
Haqiqiy ish sharoitlaridan kelib chiqib, skanerning skanerlash chastotasi 300 Gs qilib belgilandi. Tasmaning o‘rtacha tezligi 1.65 m/s bo‘lganda, skanerlangan materiallarning sirt kontur chiziqlari orasidagi masofa 8 mm ni, X-yo‘nalishi bo‘yicha (tasma harakatiga perpendikulyar) skanerlash nuqtalari orasidagi masofa esa 0.375 mm ni tashkil etadi. Aniqlik darajasi 0.5 mm dan kam. Skaner IP67 himoya darajasiga ega va ochiq havoda ishlashga mo‘ljallangan.

Hajmiy sarfni hisoblashda triangulyatsiya usuli. Fazo nuqtalarining triangulyatsiyasini amalga oshirishning ikki yo‘li mavjud: birinchisi - fazodagi nuqtalarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri triangulyatsiya qilish; ikkinchisi - fazodagi nuqtalarni tekislikka proyeksiyalash, ikki o‘lchovli ko‘rinishda triangulyatsiya qilish va so‘ngra qayta 3D fazoga o‘tkazish. Ikkinchi usul ancha sodda. Ikki o‘lchovli tasvirdagi xarakterli nuqtalarni triangulyatsiya algoritmi Shewchuk, 1995 asosidagi Delaunay triangulyatsiya algoritmi yordamida triangulyatsiya qilish 3-rasmda ko‘rsatilgan. So‘ngra fazodagi uch o‘lchovlilik tufayli nuqtalar xarakterli nuqtalar orqali hisoblanadi, shuning uchun ushbu bog‘liqlikka ko‘ra, ajratilgan ikki o‘lchovli nuqtalar uch o‘lchovli fazoga o‘tkaziladi va fazoviy nuqtalarning triangulyatsiyasi (4-rasm) amalga oshiriladi.

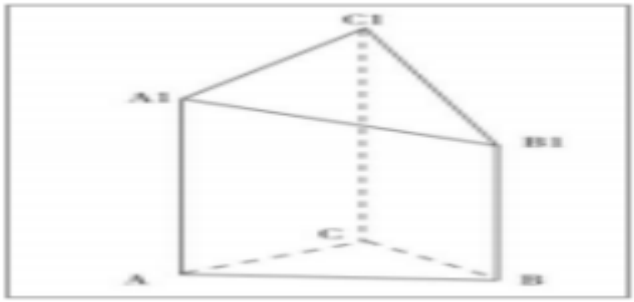


2-rasm. Material profili konturi va lazer konturi

Kontur chizig‘idagi skanerlash nuqtalari sonini N deb faraz qilsak, ikkita qo‘shni kontur chizig‘i X koordinatasi bo‘ylab minimal qiymatdan maksimal qiymatgacha triangulyatsiya qilinadi va natijada 2(N-1) ta qiya burchakli uchburchak prizmalar hosil bo‘ladi. Kontur chizig‘ining tasma harakati yo‘nalishi (Y yo‘nalishi) bo‘yicha masofasi - tasma tezligi va kontur chiziqlari orasidagi vaqt oralig‘ining ko‘paytmasiga teng. Ushbu 2(N-1) ta qiya burchakli uchburchak prizmalarning hajmini jamlash orqali ikkita kontur orasidagi material hajmini olish mumkin. Triangulyatsiya usuli 2-rasmda ko‘rsatilgan.



3-rasm. Triangulyatsiya interfeysi diagrammasi.



4-rasm. Qiya burchakli uchburchak prizma.

3-rasmdagi i-chi qiya burchakli uchburchak prizmaning hajmi quyidagiga teng deb faraz qilaylik:

$$dV_i = \frac{1}{3} S_{\Delta ABC}(Z_{A1} + Z_{B1} + Z_{C1})$$

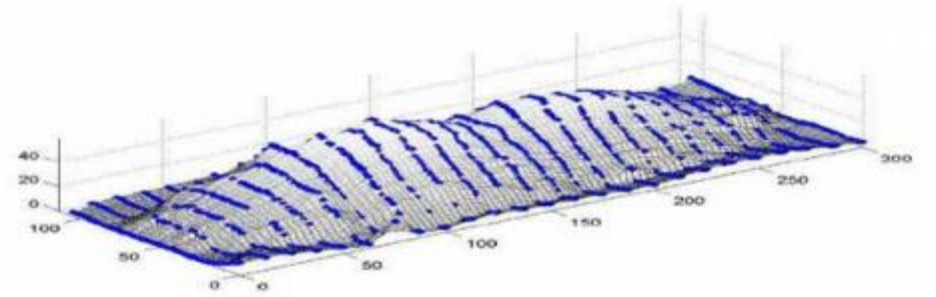
Ikkita kontur chizig‘i orasidagi umumiy hajm esa barcha prizmalar hajmining yig‘indisiga teng:

$$V = \sum_{i=1}^{2(N-1)} dV_i$$

Ikkita kontur chizig‘i orasidagi vaqt oralig‘i Δt ekanligini hisobga olsak, tasmadagi materialning lahzali (oniy) hajmiy sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \frac{V}{\Delta t}$$

5-rasmda ko‘rsatilganidek, yuqori chastotali skanerlash natijasida olingan tasvirlar to‘plamidagi xarakterli nuqtalar birlashtiriladi. Tasvirlar to‘plamidan olingan barcha xarakterli nuqtalar haqidagi ma'lumotlar triangulyatsiya usuli yordamida rekonstruksiya qilinib, uch o‘lchamli kontur shakli hosil qilinadi va shu tariqa hajmiy sarf hisoblanadi.

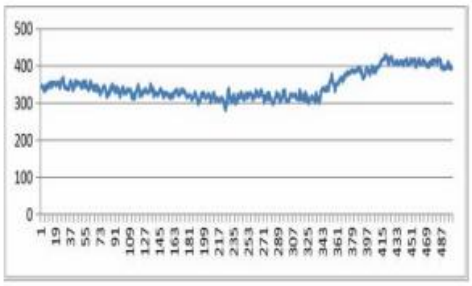


5-rasm. Rekonstruksiya qilingan 3D kontur grafikasi

Materialning lahzali (oniy) og‘irlik sarfi - lahzali hajmiy sarfni materialning uyum zichligiga ko‘paytirish orqali aniqlanadi.

Sarfni filtrlash algoritmi. Tasmali konveyerda tashish jarayonida materialning namlik darajasi o‘zgarib turishi sababli, material tasmaga tushayotganda uning sirtidagi yorilish darajasi turlicha bo‘ladi va shakli ham doimiy ravishda o‘zgarib turadi. Bu esa o‘lchanayotgan lahzali sarfning katta tebranishiga olib keladi (6-rasmda ko‘rsatilganidek). Lahzali sarfni filtrlashdan maqsad - sarf ma’lumotlarining tebranishini silliqlash va tasmadagi materialning real vaqtdagi haqiqiy o‘zgarishini aks ettirishdir.





Avvalo, lahzali sarf ma’lumotlari Δt vaqt birligi ichida jamlanadi va har bir Δt vaqt birligi uchun bitta haqiqiy sarf ma’lumoti hisoblanadi. Bu haqiqiy sarf ma’lumotlarining chiqish chastotasini pasaytirishga va tebranishlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Vaqt birligi ichida skanerlash natijasida olingan kontur chiziqlari soni M ta deb hisoblasak, ikkita qo‘shni kontur chizig‘i bitta lahzali sarf ma’lumotini hisoblash imkonini beradi va ularning umumiy soni M-1 tani tashkil etadi. U holda Δt vaqtidagi hajmiy sarf quyidagicha bo‘ladi:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{M-1} Vi}{\Delta t}$$

Filtrlash formulasi quyidagicha:

$$FR_k = \alpha_{k-2}F_{k-2} + \alpha_{k-1}F_{k-1} + \alpha_k F_k + \alpha_{k+1}F_{k+1} + \alpha_{k+2}F_{k+2}$$

7-rasmda ma'lum vaqt oralig‘i uchun filtrlangan sarf ma’lumotlari egri chizig‘i ko‘rsatilgan. Egri chiziqdagi "tikanli" (sakrashsimon) qiymatlar keskin kamaygan bo‘lib, bu tasmadagi material o‘zgarishini realroq aks ettiradi.

Neyron tarmoqqa asoslangan tasmaning tebranish (titrash) ta’sirini bartaraf etish algoritmi. Tasmada material tashilmayotgan vaqtda, lazer manbai tasma yuzasida yorug‘lik tasmasini hosil qiladi, bu "fon yorug‘lik tasmasi" (background bright band) deb ataladi. Ushbu yorug‘lik tasmasi bir qator nuqtalardan tashkil topganligi sababli, har bir nuqtaning geometrik koordinatalarini bir

qator o‘zgartirishlar orqali olish mumkin. Tasmada material bo‘lgan holatda esa, skaner ma’lum vaqt oralig‘ida material sirti kontur chiziqlarini (ya'ni yorug‘lik chiziqlarini) uzluksiz qabul qiladi va ularning geometrik koordinatalarini hisoblaydi.

Ularni fon yorug‘lik tasmalari bilan solishtirish orqali materialning bir qator ko‘ndalang kesimlari olinadi. 8-rasmda ko‘rsatilganidek, lazerli skanerlash natijasida olingan fon yorug‘lik tasmasi koordinatalari ma’lumotlari, ya’ni bo‘sh tasmaning kontur ma’lumotlari o‘lchov aniqligiga ta’sir qiluvchi muhim asosiy omil hisoblanadi.



8-rasm. Fon yorug‘lik tasmasi

Yuqori tezlikda harakatlanayotgan tasma roliklardan o‘tayotganida, aniq ko‘rinadigan yuqori-pastga tebranishlar (jitter) yuzaga keladi. Bu esa fon yorug‘ligi konturining Z koordinatasini yuqoriga va pastga siljishiga sabab bo‘ladi. Materialning ko‘ndalang kesimi hisoblanayotganda bu siljish og‘ishlarga va natijada o‘lchov xatoligiga olib keladi. Tasmada material bo‘lganida, u tasmaning pastki qismini (tubini) yopib qo‘yadi, shuning uchun fon yorug‘lik chizig‘ining koordinatalarini aniq olish imkoni bo‘lmaydi. Skanerning ko‘rish maydonini sozlash orqali skaner har doim material bilan yopilmaydigan tasmaning chekka qismidagi belgilangan sohani skanerlashi ta'minlanadi.

Tasma bo‘sh bo‘lgan vaqtda, belgilangan soha koordinatalari va fon yorug‘lik tasmasidagi markaziy nuqtaning Z koordinatasi o‘rtasida neyron tarmoq modeli o‘rnatiladi. Tasma material bilan qoplanganda, belgilangan sohaning koordinata o‘zgarishi aniqlanadi va neyron tarmoq modeli orqali fon yorug‘lik tasmasi markaziy nuqtasi Z koordinatasining o‘zgarishini bashorat qilish mumkin bo‘ladi. Shu tariqa tasma tebranishi (jitter) ta'siri bartaraf etiladi.

Neyron tarmog‘i belgilangan soha koordinatalari va fon yorug‘lik chizig‘idagi markaziy nuqtaning Z koordinatasi o‘rtasida matematik model yaratishning samarali usuli hisoblanadi. Shu yo‘l bilan o‘lchash jarayonida fon yorug‘lik tasmasi konturi koordinatasining o‘zgarishi belgilangan sohaning koordinata o‘zgarishiga qarab hisoblanadi va bu yuqorida hisoblangan sarf ma’lumotlarini tuzatish hamda o‘lchov xatoligini kamaytirish uchun foydalaniladi.

RBF tarmog‘i (radial bazis funksiyali neyron tarmog‘i) - modellashtirishning juda ommabop usulidir. RBF tarmog‘ini ko‘rib chiqaylik: u n ta kirishga, M ta yashirin tugunga va bitta chiqishga ega bo‘lib, Gaussning radial bazis funksiyalaridan foydalanadi. RBF tarmog‘ini qo‘llashdan oldin yashirin tugun ma’lumotlar markazini (soni, qiymati, kengayish konstantasi) va unga mos keladigan vaznlar to‘plamini aniqlash kerak.

$$f(x) = \sum_{i=1}^{N} w_i \exp\left(-\frac{\|x-c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right)$$

Bu yerda c_i- markaz vektori, σ_i- radial bazis funksiyaning kengayish parametri, wiw_iwi esa chiqish vazni hisoblanadi.

Joyidagi kalibrlash natijalariga ko‘ra, belgilangan sohadagi ketma-ket 10 ta skanerlash nuqtasining Z koordinatasi kirish vektori sifatida ishlatiladi. Tasma bo‘sh bo‘lganda markaziy nuqtaning Z koordinatasi maqsadli (target) qiymat hisoblanadi. Tasma 5 daqiqa davomida bo‘sh

ishlatiladiishlatiladi (bu vaqtda tasma taxminan ikki marta to‘liq aylanadi) va neyron tarmog‘ini o‘qitish uchun 15 000 ta ma’lumotlar to‘plami yig‘iladi. O‘qitish jarayoni quyidagicha kechadi:

1. Avval 50 ta ma’lumotlar to‘plami tasodifiy ravishda ma’lumotlar markazi vektori sifatida tanlanadi va masofa chegarasi Δ belgilanadi.

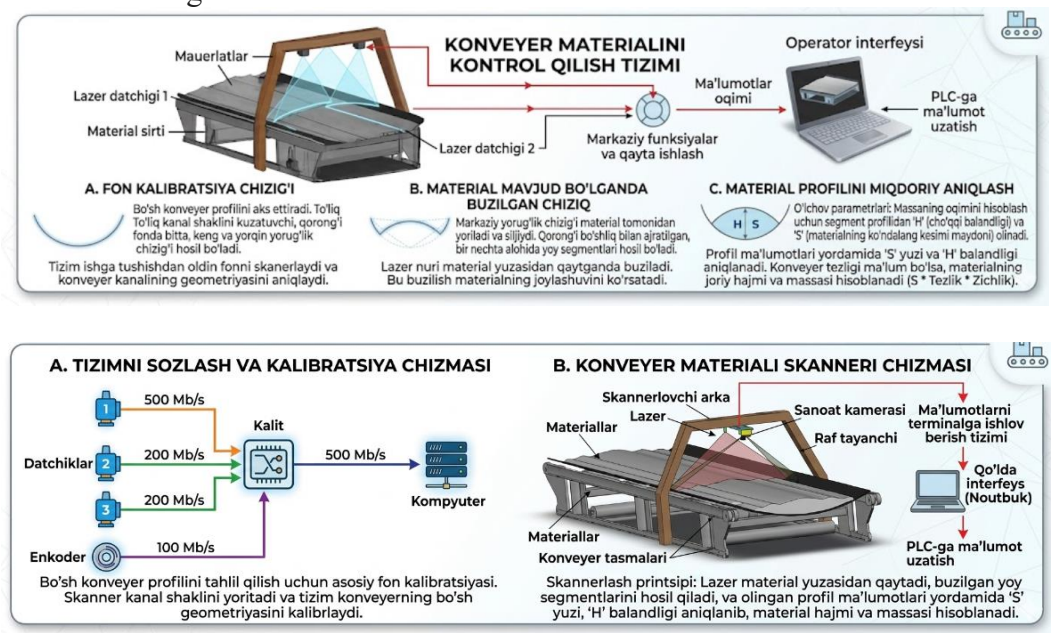
2. 50 ta ma’lumot markazi vektorlari orasidagi Evklid masofasi hisoblab chiqiladi va o‘xshashligi yuqori bo‘lgan vektorlar chiqarib tashlanadi.

3. Qolgan 14 950 ta ma’lumotlar to‘plamining Evklid masofasi hisoblanadi, ular 2-bosqichdagi qolgan vektorlar bilan solishtiriladi va masofasi Δ dan katta bo‘lgan vektorlar, ularning soni 50 taga yetguncha qo‘shib boriladi. Neyron tarmog‘idagi yashirin tugunlar soni 50 tani tashkil etadi.

4. Neyron tarmog‘ini o‘qitish ikki bosqichli yondashuvdan foydalanadi. G‘oya shundan iboratki: birinchi bosqichda nazoratsiz o‘qitish (unsupervised learning) usuli bilan RBF tarmog‘idagi h ta yashirin tugunlar markazi aniqlanadi va har bir markaz orasidagi masofaga qarab kengayish konstantasi belgilanadi. Ikkinchi bosqichda esa nazorat ostidagi o‘qitish (gradient usuli) orqali har bir yashirin tugunning chiqish vazni aniqlanadi.

Ma'lumotlar markazining kengayish konstantasi va yashirin tugunning chiqish vazni aniqlangandan so‘ng, f(X) neyron tarmoq modeli shakllantiriladi. Haqiqiy o‘lchash jarayonida X kirish vektori belgilangan sohadagi 10 ta ketma-ket nuqtaning Z koordinatasi bo‘lib, u neyron tarmog‘i chiqishida Z_x qiymatini beradi. Z_x - bu neyron tarmog‘i tomonidan bashorat qilingan markaziy nuqtaning Z koordinatasidir. Ushbu Z_x qiymati kontur chizig‘idagi barcha skanerlash nuqtalarining Z koordinatasidan ayriladi, so‘ngra real sarf ma’lumotlarini olish uchun triangulyatsiya, hajm hisoblash va filtrlash amallari bajariladi.

O‘lchash tizimining tuzilishi. Ushbu o‘lchash tizimi nafaqat transport tasmasidagi mayda zarralar oqimining hajmini o‘lchash, balki yirik hajmli materiallarning hajmiy sarfini o‘lchash talablariga javob beradigan qilib loyihalashtirilgan. Yirik materiallarni o‘lchashda lazer manbai quvvatini oshirish orqali tizimni sozlash mumkin. Tizimning harakatni boshqarish moduli parametrlari yirik materiallarning konturi va hajmini o‘lchash hamda hisoblashni amalga oshiradi. Bu 9-rasmda ko‘rsatilgan.



9-rasm. Sinov tizimining tuzilishi

Kompyuter ma’lumotlarini qayta ishlash dasturiy ta’minoti. O‘lchash tizimining haqiqiy ish sharoitlaridagi talablari va bozordagi ehtiyojlardan kelib chiqib, maxsus o‘lchash va

sinov dasturiy ta'minoti ishlab chiqildi. Ushbu dastur ishlab chiqarish talablariga muvofiq tizimning texnik parametrlarini sozlash imkonini beradi.

6. Xulosa. Lazer triangulyatsiyasi usuliga asoslangan onlayn dinamik kontaktsiz o'lchash tizimi sodda tuzilish, yuqori darajadagi avtomatlashtirish va real vaqt rejimida ishlash, yuqori aniqlikdagi 3D kontur rekonstruksiyasi va tasma tebranishini neyron tarmoq asosida kompensatsiya qilish imkonini beradi. Tizim o'lchash jarayonida chiziqli lazer manbaidan foydalanadi, bu esa an'anaviy nuqtali lazer manbalari bilan solishtirilganda o'lchash tizimini sezilarli darajada takomillashtiradi.

Zavodning tasmali konveyerida sochma materiallarni tashishning real ish sharoitlarida hajmiy sarf o'lchovining xatoligi **2.65% (≤ 3%)** ni tashkil etdi. Bir dona skanerlash ma'lumotini qayta ishlashning o'rtacha vaqti 18 ms ni tashkil etdi. Ushbu maqolada loyihalashtirilgan o'lchash tizimi zavod konveyerlari uchun qo'yilgan real vaqtdagi o'lchov talablariga to'liq javob beradi va sanoat metrologiyasi amaliyotida keng qo'llanilish istiqboliga ega.

ADABIYOTLAR

1. Besl, P. J. (1988). Active optical range imaging sensors. *Machine Vision and Applications, 1*(2), 127–152.
2. Hartley, R., & Zisserman, A. (2004). *Multiple view geometry in computer vision* (2nd ed.). Cambridge University Press.
3. Haykin, S. (2009). *Neural networks and learning machines* (3rd ed.). Pearson Education.
4. Kreis, T. (2005). *Handbook of holographic interferometry*. Wiley-VCH.
5. Li, X., & Wang, Y. (2019). Laser triangulation measurement technology for conveyor bulk material flow. *Measurement Science Review, 19*(4), 145–152.
6. Shewchuk, J. R. (1995). *Triangle: Engineering a 2D quality mesh generator and Delaunay triangulator*. Carnegie Mellon University.
7. Zhang, S. (2018). High-speed 3D shape measurement with structured light methods. *Optics and Lasers in Engineering, 106*, 119–131.

УДК:656.212.5:622.7

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПОГРУЗКИ РУДЫ В ГРУЗОВЫЕ ВАГОНЫ

Л.Н. Атакулов
заведующий кафедрой «КЭМ» Наманганского государственного технического университета, доктор технических наук, профессор.

Ж.Г. Сайфиев
базовый докторант Наманганского государственного технического университета.

Г.С. Валиев
начальник железнодорожного цеха рудоуправления «Кызылкум» Акционерного общества «Навоийский горно-металлургический комбинат» (АО «НГМК»).

Аннотация. В статье рассматриваются основные технологические проблемы, возникающие при погрузке руды в грузовые вагоны на горнодобывающих предприятиях. Особое внимание уделяется неравномерному распределению груза по объему вагона, потерям руды при погрузке, перегрузу и недогрузу подвижного состава, пылеобразованию, а также простоям погрузочного оборудования и железнодорожного транспорта. Проанализированы причины возникновения данных проблем, включая недостаточную точность дозирования, большую высоту падения материала, износ загрузочных устройств, нарушение технологического режима и недостаточный контроль процесса погрузки.

Annotatsiya. Maqolada konchilik korxonalarida rudani yuk vagonlariga yuklash jarayonida yuzaga keladigan asosiy texnologik muammolar ko‘rib chiqilgan. Yukning vagon hajmi bo‘yicha notekis taqsimlanishi, yuklash vaqtida ruda yo‘qotishlari, harakat tarkibining ortiqcha yoki kam yuklanishi, chang hosil bo‘lishi, shuningdek, yuklash uskunalari va temir yo‘l transportining bekor turib qolishiga alohida e’tibor qaratilgan. Mazkur muammolarning yuzaga kelish sabablari, jumladan, dozalash aniqligining yetarli emasligi, materialning katta balandlikdan tushishi, yuklash qurilmalarining yeyilishi, texnologik rejimning buzilishi va yuklash jarayoni ustidan nazoratning yetarli darajada olib borilmasligi tahlil qilingan.

Abstract. The article examines the main technological problems arising during the loading of ore into freight wagons at mining enterprises. Particular attention is paid to the uneven distribution of the load within the wagon, ore losses during loading, overloading and underloading of rolling stock, dust generation, as well as downtime of loading equipment and railway transport. The causes of these problems are analyzed, including insufficient dosing accuracy, excessive material drop height, wear of loading devices, violations of the technological operating conditions, and inadequate control of the loading process.

Ключевые слова: руда, грузовые вагоны, погрузочный пункт, технологические проблемы, потери руды, неравномерная загрузка, производительность, железнодорожный транспорт.

Kalit so‘zlar: ruda, yuk vagonlari, yuklash punkti, texnologik muammolar, ruda yo‘qotishlari, notekis yuklash, unumdorlik, temir yo‘l transporti.

Keywords: ore, freight wagons, loading point, technological problems, ore losses, uneven loading, productivity, railway transport.

Введение. Железнодорожный транспорт играет важную роль в технологической цепочке горнодобывающих предприятий. Эффективность перевозки руды во многом определяется качеством организации процесса погрузки. В условиях крупных карьеров объемы транспортируемой горной массы достигают миллионов тонн в год, поэтому даже незначительные отклонения в технологии погрузки приводят к существенным экономическим потерям. Одной из критических проблем в данном контексте является возникновение простоев подвижного состава в ожидании завершения погрузочных операций, что напрямую снижает коэффициент использования парка вагонов и эффективность работы экскаваторного оборудования [1]. Помимо простоев, значительное влияние на производительность оказывает несоответствие технических характеристик выемочно-погрузочного оборудования и вместимости кузовов вагонов, что затрудняет оптимизацию числа ковшей на один состав [2].

При погрузке вагоны руды наблюдается некоторые проблемы, которые влияют на производительность железнодорожного транспорта и снижению грузооборота горного предприятия. В статье рассматривается некоторые из них.

Неравномерное распределение груза

Одной из наиболее распространенных проблем является неравномерное распределение руды по объему вагона. В результате возникают повышенные нагрузки на отдельные элементы ходовой части и кузова вагона, что способствует ускоренному износу оборудования (Рис.1). Кроме того, смещение центра тяжести груза относительно продольной оси создает угрозу устойчивости подвижного состава при прохождении криволинейных участков железнодорожных путей, повышая риск схода вагонов [3].

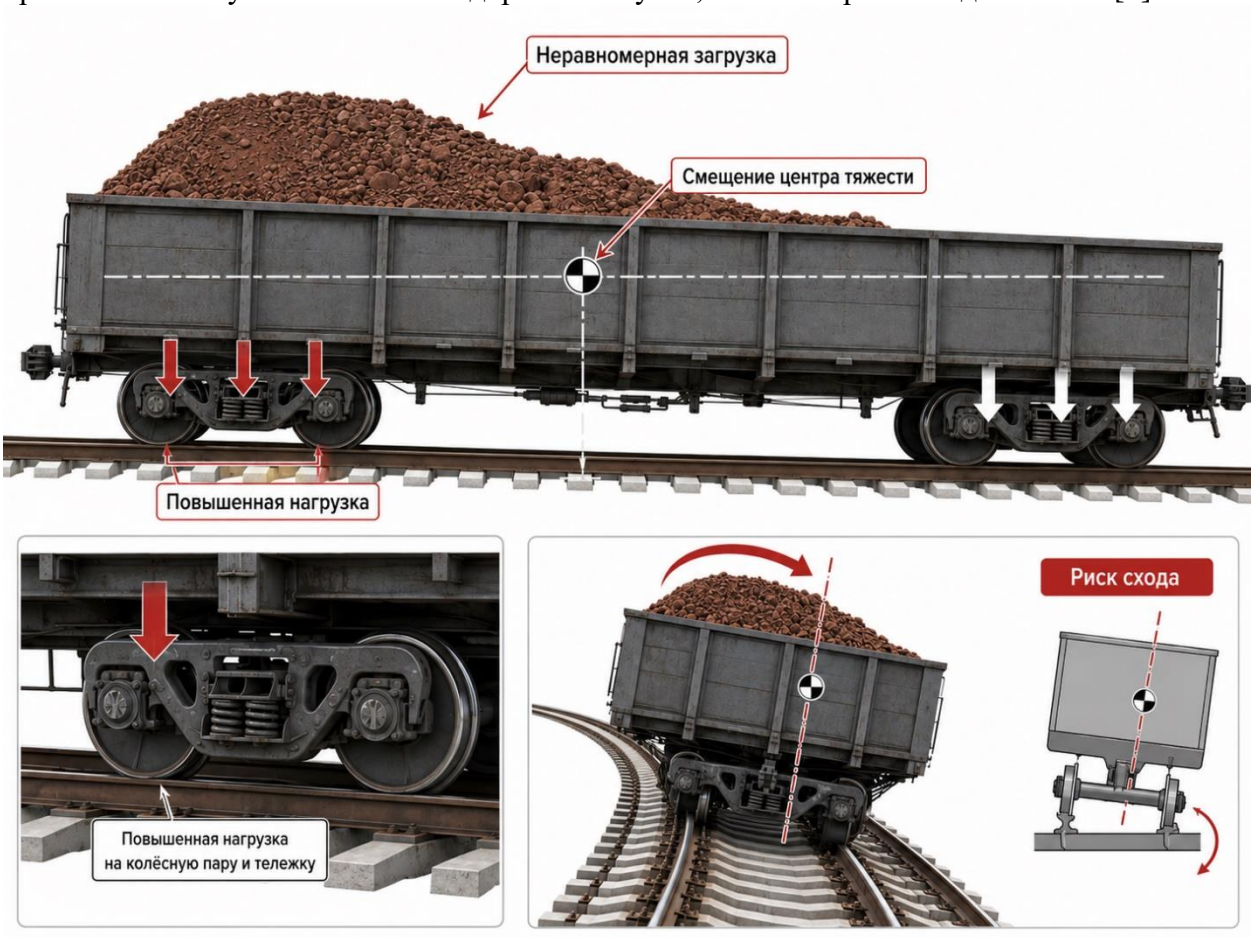


Рисунок 1. Влияние неравномерной загрузки руды на устойчивость грузового вагона

Представим, что вся руда в вагоне разделена на несколько частей. У каждой части есть:

- своя масса;
- свое расстояние от середины вагона.

Чем тяжелее часть груза и чем дальше она находится от середины, тем сильнее она смещает общий центр тяжести в свою сторону. Формула для нахождения центра тяжести груза - она показывает, в какую сторону сместилась основная масса руды в вагоне.

$$x_c = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \cdots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \cdots + m_n} \quad (1)$$

Где:

x_c — место, где находится общий центр тяжести груза;

m_1, m_2, m_3 — масса отдельных частей руды;

x_1, x_2, x_3 — расстояние этих частей руды от середины вагона;

m_n — последняя часть массы;

x_n — расстояние последней части от середины вагона.

$$\text{Центр тяжести} = \frac{\text{масса} \times \text{расстояние}}{\text{общая масса}} \quad (2)$$

Например, делить груз вагона 3 части:

Часть груза	Масса, т	Расстояние от середины вагона, м
1-часть	20	-1
2-часть	30	0
3-часть	50	1

Тогда:

$x_c = \frac{20\cdot(-1)+30\cdot0+50\cdot1}{20+30+50}$ $x_c = \frac{-20+0+50}{100}$ $x_c = 0{,}3$ м

Это значит, что центр тяжести сместился на **0,3 м** в сторону той части, где больше руды.

Просыпание руды на рельсы и риск схода думпкаров

Одной из существенных технологических проблем, возникающих при погрузке руды в карьерные думпкары, является просыпание отдельных кусков горной массы на железнодорожный путь. В процессе разгрузки ковша экскаватора часть материала может не попасть в кузов вагона и упасть на рельсы, шпалы или в междупутье. Дополнительное просыпание возможно также через верхние борта думпкара при его переполнении или неравномерной укладке груза.

После завершения загрузки локомотив перемещает состав для подачи следующего думпкара под рабочую зону экскаватора. При этом колесные пары вагонов могут наехать на куски руды, находящиеся на головке рельса. Попадание твердой горной породы в зону контакта «колесо–рельс» нарушает нормальное взаимодействие ходовой части с железнодорожным путем, вызывает кратковременный подъем колеса, увеличение ударной нагрузки и перекос тележки. Кроме того, систематические перегрузки вагонов сверх установленных норм не только ускоряют износ путевой инфраструктуры и колесных пар, но и критически повышают риск схода состава с рельсов [4].

Наиболее опасны крупные и прочные куски породы, которые не разрушаются под воздействием колеса. Их наличие на рельсах может привести к набеганию гребня колеса на головку рельса, потере направляющей способности колесной пары и сходу думпкара с пути. Вероятность возникновения аварийной ситуации возрастает при движении состава по криволинейным участкам, стрелочным переводам и при толкании вагонов локомотивом.

Таким образом, просыпание руды на железнодорожный путь снижает безопасность маневровых операций, увеличивает динамические нагрузки на ходовую часть вагонов и создает риск нарушения устойчивости подвижного состава.

Простои, возникающие при сходе думпкара с рельсов, оказывают прямое влияние на производительность карьерного транспорта и экскавационного оборудования. Во время аварийно-восстановительных работ прекращается подача порожних вагонов под погрузку, загруженный состав не может быть отправлен на разгрузку, а экскаватор вынужден простаивать из-за отсутствия транспортной ёмкости. Дополнительные потери времени связаны с остановкой движения, освобождением участка, установкой вагона обратно на рельсы, проверкой состояния пути и ходовой части, а также возобновлением маневровых операций.

Общее время одного аварийного простоя можно определить по формуле:

$$T_{\text{пр}} = t_{\text{обн}} + t_{\text{ост}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{восст}} + t_{\text{контр}} + t_{\text{пуск}} \quad (3)$$

где:

$t_{\text{обн}}$ — время обнаружения схода или препятствия на пути, ч;

$t_{\text{ост}}$ — время полной остановки состава и оборудования, ч;

$t_{\text{подг}}$ — время подготовки восстановительных средств и персонала, ч;

$t_{\text{восст}}$ — время установки колесных пар вагона обратно на рельсы, ч;

$t_{\text{контр}}$ — время осмотра и проверки состояния пути, колесных пар и тележки, ч;

$t_{\text{пуск}}$ — время возобновления движения и восстановления нормального режима работы, ч.

При нескольких аварийных случаях суммарное время простоев за рассматриваемый период определяется следующим образом:

$$T_{\Sigma\text{пр}} = \sum_{i=1}^{n} T_{\text{пр},i} \quad (4)$$

где:

n — количество случаев схода вагонов или вынужденной остановки состава.

Фактический фонд рабочего времени комплекса «экскаватор — железнодорожный транспорт» будет равен:

$$T_{\text{ф}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{пл}} - T_{\Sigma\text{пр}} \quad (5)$$

где:

$T_{\text{кал}}$ — календарный или сменный фонд времени; $T_{\text{пл}}$ — продолжительность плановых остановок, технического обслуживания и регламентированных перерывов.

Производительность экскаваторно-транспортного комплекса с учетом простоев можно определить по формуле:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{т}} \cdot \frac{T_{\text{ф}}}{T_{\text{кал}}} \quad (6)$$

где:

$Q_т$ — теоретическая производительность комплекса за рассматриваемый период, т/смену или м³/смену; $Q_ф$ — фактическая производительность с учетом простоев.

Коэффициент использования оборудования по времени определяется выражением:

$$K_н = \frac{T_ф}{T_{кал}} = 1 - \frac{T_{пл} + T_{\Sigma пр}}{T_{кал}} \quad (7)$$

Чем больше продолжительность аварийных простоев, тем меньше коэффициент использования экскаватора, локомотива и думпкаров. Потерю производительности вследствие простоев можно определить как:

$$\Delta Q = Q_т - Q_ф = q_ч \cdot T_{\Sigma пр} \quad (8)$$

где:

$q_ч$ — средняя часовая производительность экскаваторно-транспортного комплекса, т/ч или м³/ч.

Если необходимо отдельно определить простой экскаватора, то используется формула:

$$T_{пр.экс} = T_{ожид} + T_{восст} + T_{путь}, \quad (9)$$

где: $T_{ожид}$ — время ожидания подачи исправного состава; $T_{восст}$ — время возвращения вагонов на рельсы; $T_{путь}$ — время очистки и восстановления железнодорожного пути.

Объём недогруженной горной массы вследствие простоя экскаватора составляет:

$$\Delta V_{экс} = Q_{экс.ч} \cdot T_{пр.экс}, \quad (9)$$

где $Q_{экс.ч}$ — эксплуатационная часовая производительность экскаватора, м³/ч или т/ч.

Например, если часовая производительность экскаватора составляет 1 200 т/ч, а установка сошедшего думпкара обратно на рельсы вместе с проверкой пути занимает 2,5 часа, то потеря объёма погрузки составит:

$$\Delta Q = 1\,200 \cdot 2{,}5 = 3\,000 \text{ т.}$$

Следовательно, даже один случай схода думпкара способен вызвать значительное снижение сменной производительности карьера. При этом потери возникают не только из-за остановки железнодорожного состава, но и вследствие взаимосвязанного простоя экскаватора, локомотива, соседних вагонов, ремонтного персонала и вспомогательной техники. Поэтому предотвращение попадания кусков руды в зону контакта «колесо–рельс» позволяет сократить продолжительность внеплановых остановок, повысить коэффициент использования оборудования и увеличить фактический объём перевозки горной массы. Кроме того, при транспортировке мелкодисперсных фракций руды необходимо учитывать риски их выдувания, интенсивность которого напрямую зависит от размещения вагонов в составе и условий внешней среды [5]

Заключение

Проведённый анализ процесса погрузки горной массы экскаватором в думпкары показывает, что безопасность и производительность карьерного железнодорожного транспорта во многом зависят от качества выполнения погрузочных операций. К основным негативным факторам относятся неравномерное распределение горной массы в кузове

вагона, перегрузка думпкаров сверх допустимой нормы, а также просыпание кусков руды на железнодорожный путь.

Неравномерное размещение груза приводит к смещению центра тяжести думпкара и неодинаковому распределению нагрузок между колесными парами и тележками. При продольном смещении груза одна тележка воспринимает большую нагрузку, чем другая, а при поперечном смещении возникает разность нагрузок между колесами правой и левой сторон. Это способствует возникновению перекоса кузова и тележек, увеличению давления на отдельные колеса, усиленному износу колесных пар, буксовых узлов, рельсов и шпал. На криволинейных участках пути, стрелочных переводах и при толкании состава локомотивом неравномерная загрузка дополнительно снижает устойчивость вагона и повышает вероятность набегания гребня колеса на головку рельса.

Перегрузка думпкаров также отрицательно влияет на техническое состояние подвижного состава и железнодорожного пути. Превышение установленной грузоподъёмности увеличивает статические и динамические нагрузки на раму, кузов, тележки, колесные пары и элементы пути. При систематической перегрузке ускоряется износ оборудования, возрастает частота ремонтов и сокращается срок службы вагонов. Кроме того, перегруженный и неравномерно загруженный думпкар обладает меньшим запасом устойчивости при движении по неровным и криволинейным участкам.

Дополнительную опасность представляет просыпание руды на головки рельсов. При перемещении состава колесная пара может наехать на крупный и прочный кусок горной породы, который не разрушается под действием колеса. В результате возникает кратковременный подъём колеса, ударная нагрузка, перекос тележки и нарушение контакта в системе «колесо–рельс». Совместное воздействие препятствия на рельсе, неравномерной загрузки и перегрузки вагона значительно повышает риск схода думпкара с рельсов.

Возникновение подобных ситуаций приводит не только к повреждению техники, но и к существенным производственным потерям. При сходе вагона или вынужденной остановке состава затрачивается время на прекращение движения, прибытие ремонтной бригады, подготовку вспомогательной техники, установку колесных пар обратно на рельсы, очистку и восстановление пути, осмотр вагона и возобновление работы. В этот период простаивают локомотив, думпкары, экскаватор и вспомогательное оборудование. Сокращается фактический фонд рабочего времени, снижается коэффициент использования техники и уменьшается объём перевозки и погрузки горной массы.

Потери производительности находятся в прямой зависимости от продолжительности простоев и часовой производительности экскавационно-транспортного комплекса. Даже непродолжительная остановка высокопроизводительного экскаватора может привести к значительному недополучению объёма горной массы. При повторяющихся аварийных ситуациях суммарные потери за смену, месяц или год становятся существенными и отрицательно влияют на общую производительность карьера.

Таким образом, для повышения безопасности и эффективности работы карьерного железнодорожного транспорта необходимо обеспечить равномерное распределение горной массы по длине и ширине кузова, исключить превышение установленной грузоподъёмности думпкаров и предотвратить попадание кусков руды на головки рельсов. Целесообразно контролировать положение ковша при разгрузке, последовательность заполнения кузова, массу загружаемой породы, состояние железнодорожного пути и чистоту рельсов.

Применение предлагаемого устройства для удаления кусков руды перед колесными парами может рассматриваться как дополнительная мера повышения безопасности движения. Такое устройство позволяет очищать рабочую поверхность рельса

непосредственно перед прохождением колеса, уменьшать вероятность его подъёма и снижать динамические нагрузки на ходовую часть вагона. В сочетании с контролем равномерности загрузки и соблюдением норм грузоподъёмности это позволит сократить количество аварийных остановок, уменьшить продолжительность простоев, повысить коэффициент использования оборудования и увеличить общую производительность карьера.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разумова, К., Темченко, О., Maksymov, S. V., & Maksymova, O. (2021). Research of Duration Influence of Loading and Unloading Operations on the Use Efficiency of Technological Motor Transport on Open Pit Iron Mines. Science and Transport Progress, 24–38. https://doi.org/10.15802/stp2021/256794

2. Олимович, Я. Г. Г. К. Т. (2022b). ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА. Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research). https://doi.org/10.5281/zenodo.7073536

3. Козаченко, Д. М., BEREZOVYI, M., MALASHKIN, V., & KHYLKEVYCH, D. (2025). IMPROVED ANALYTICAL METHODS FOR ASSESSING TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF QUARRY RAILWAY TRANSPORT. Transport Systems and Transportation Technologies, 30, 5–12. https://doi.org/10.15802/tstt2025/340117

4. Denisenko, M. A., Isaeva, A., Sinyukin, A., & Kovalev, A. (2024). Models and a deformations simulation approach using ANSYS CAD for railway wagons weighing system. Scientific and Technical Journal of Information Technologies Mechanics and Optics, 24(2), 284–292. https://doi.org/10.17586/2226-1494-2024-24-2-284-292

5. Псеровская, Е. Д., & Овчинников, Р. А. (2025). ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВНОСТИ ПОЕЗДА НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ ОТ ВЫДУВАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ В ПОЛУВАГОНАХ МАРШРУТНЫМИ ОТПРАВКАМИ. Transport of the Urals, 33–39. https://doi.org/10.20291/1815-9400-2025-1-33-39

UO‘T: 625.76:629.11.012.8

AVTOGREYDERNING IKKI ERKINLIK DARAJASIGA EGA OSMA TIZIMI TEBRANISHINI MODELLASHTIRISH

T.I.Askarxodjaev
t.f.d., prof. Toshkent davlat transport universiteti

Sh.A.Pinaev
PhD. dots. Toshkent davlat transport universiteti

S.S.Azimov
kata o‘qituvchi, Toshkent davlat transport universiteti, kata o‘qituvchi.
sharofiddinpirnayev23061983@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada avtogreyder osma tizimining dinamik xususiyatlarini tadqiq etish masalasi ko‘rib chiqilgan. Avtogreyderning 1/4 qismi uchun ikki erkinlik darajali (2 DOF) matematik model ishlab chiqilib, ressorlangan va ressorlanmagan massalarning vertikal tebranishlari tahlil qilingan. Simulink dasturiy muhitida yaratilgan model yordamida ressorlangan va ressorlanmagan qismlarning ko‘chishi hamda tezlik o‘zgarishlari aniqlangan. Modellashtirish jarayonida sinusoidal, garmonik va pog‘onali (step) ko‘rinishdagi tashqi ta’sir signallaridan foydalanilgan. Olingan natijalar avtogreyder osma tizimining dinamik holatini baholash hamda tebranish jarayonlarini tahlil qilish imkonini beradi.

Abstract. This article examines the problem of investigating the dynamic characteristics of a motor grader's suspension system. A two-degree-of-freedom (2 DOF) mathematical model for a quarter of the motor grader was developed, and the vertical vibrations of the sprung and unsprung masses were analyzed. Using a model created in the Simulink software environment, the displacement and velocity changes of the sprung and unsprung parts were determined. During the modeling process, external input signals in sinusoidal, harmonic, and step forms were utilized. The results obtained allow for the evaluation of the dynamic state of the motor grader's suspension system and the analysis of vibration processes.

Kalit so‘zlar. avtogreyder, tebranish, dinamik tizim, matematik model, Simulink, osma tizim, vertikal tebranish.

Keywords: motor grader, vibration, dynamic system, mathematical model, Simulink, suspension system, vertical vibration.

Avtogreyder – pnevmog‘ildirakli yurish qismiga ega, otvalli ishchi organi bilan jihozlangan o‘ziyurar yer tekislash mashinasi bo‘lib, u gruntni massivdan qatlam-qatlam kesib oladi va uni qisqa masofalarga suradi.

Avtogreyder avtomobil va temiryo‘llar, aerodromlar, shuningdek, sanoat, fuqarolik, gidrotexnika va irrigatsiya inshootlari qurilishida qo‘llaniladi. Avtogreyderlar yordamida yuzalar profillanadi va rejalashtiriladi, balandligi 0,6 metrgacha bo‘lgan ko‘tarmalar hosil qilinadi, yo‘l asoslari uchun ariqchalar (novlar) ochiladi, grunt, chaqiqtosh, shag‘al va bog‘lovchi materiallar aralashtiriladi hamda tekislanadi.

Zamonaviy avtogreyderlarning umumiy komponovka sxemasi dvigatel va kabina mashinaning orqa qismida, otval va uning mexanizmlari esa g‘ildirak bazasining o‘rtasida joylashishini ko‘zda tutadi [1].

Avtogreyderlarning keng funksional imkoniyatlari ularning konstruktiv tuzilishi va yurish tizimining xususiyatlari bilan bevosita bog‘liqdir.

Konstruktiv tuzilishiga ko‘ra, ularning yurish qurilmalari ikki va uch o‘qli turlarga bo‘linadi. Barcha avtogreyderlarda oldingi o‘q g‘ildiraklari boshqariluvchi bo‘ladi, og‘ir turlarida esa ular yetakchi ham hisoblanadi. Yurish qurilmasining konstruktiv xususiyatlari AxBxC ko‘rinishidagi g‘ildirak formulasi orqali ifodalanadi. Bu yerda A, B va C mos ravishda boshqariluvchi, yetakchi va umumiy o‘qlar sonini bildiradi.

Yengil avtogreyderlar 1x2x3 va 1x2x2, o‘rta turdagilari 1x2x3 va 2x2x2, og‘ir va o‘ta og‘ir turdagilari esa 1x3x3 va 3x3x3 g‘ildirak formulasiga ega bo‘ladi.

O‘qlar sonining ortishi mashinaning loyihalash ishlarini bajarish qobiliyatini yaxshilaydi. Yetakchi o‘qlar sonining ko‘payishi mashinaning tortish imkoniyatini oshirsa, boshqariluvchi o‘qlar sonining ortishi uning manyovrchanligini yaxshilaydi. Biroq 1x3x3 va ayniqsa 3x3x3 g‘ildirak formulasiga ega avtogreyderlar konstruktiv jihatdan murakkab va ishlab chiqarish tannarxi yuqori bo‘lgani sababli, ular cheklangan miqdorda ishlab chiqariladi va umumiy miqdori 4% dan oshmaydi [1].

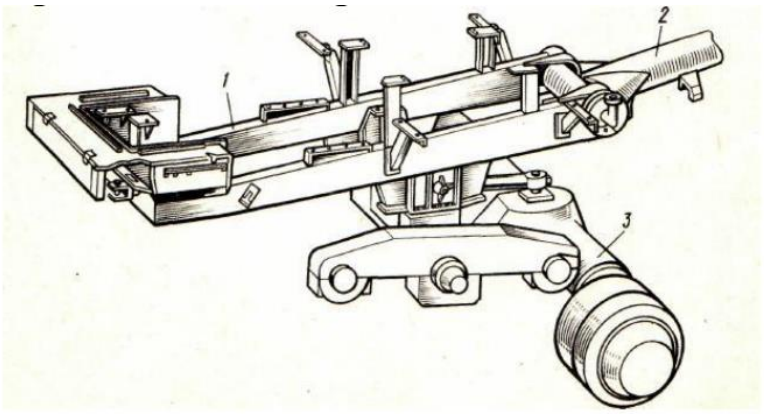
Qurilish sohasida eng keng tarqalgan tur — bu orqa qismida ikkita yetakchi o‘q va old qismida boshqariluvchi g‘ildirakli o‘qqa ega bo‘lgan uch o‘qli avtogreyder bo‘lib, u 1x2x3 g‘ildirak formulasiga ega.

Avtogreyderlarning old boshqariluvchi o‘qi uchlariga g‘ildiraklar sharnirlar yordamida biriktirilgan balkadan iborat. Avtogreyder old boshqariluvchi ko‘prigining asosiy xususiyati shundan iboratki, ayrim konstruksiyalarda har ikkala g‘ildirakni bir vaqtning o‘zida ham og‘dirish, ham burish imkoniyati mavjud (1-rasm).



1-rasm. Boshqariluvchi va og‘diriluvchi g‘ildiraklarga ega old ko‘prik

Avtogreyderning barcha boshqa uzellari o‘rnatiladigan asosiy ko‘taruvchi konstruksiyasi — bu butun mashina bo‘ylab uzunasiga joylashgan, vertikal tekislikda egilgan asosiy payvandlangan ramadir. Asosiy rama podmotor ramasi (1) va xrebetli balkadan (2) tashkil topgan (2-rasm) [2].



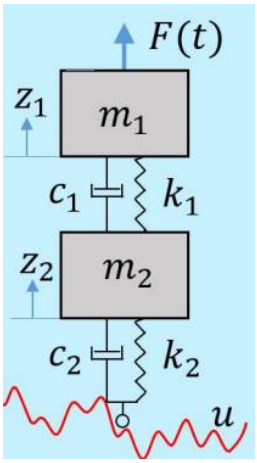
2-rasm. Balansirli osmaga ega avtogreyder ramasi
1 – podmotor ramasi, 2 – xrebetli balka, 3 – orqa ko‘prik.

Podmotor ramasi to‘rtburchak shaklga ega bo‘lib, uning yuqori qismiga dvigatel va kabina o‘rnatiladi, pastki qismi esa harakatlanish mexanizmining orqa yetakchi ko‘priklari (3) balansirli telejkasi bilan bog‘langan.

Balansirli osma va bort reduktorlariga ega orqa telejka to‘rt g‘ildirakli blokdan iborat bo‘lib, uning ko‘ndalang balkasiga asosiy uzatma o‘rnatilgan. Balkaning uchlarida sirpanish podshipniklariga g‘ildiraklarni harakatga keltirish uchun xizmat qiluvchi bort reduktorli balansirlar mahkamlangan. G‘ildiraklarni harakatga keltirish uzatmasi tishli yoki zanjirli tarzda bajariladi [1].

Yurish qismi elementlarining o‘zaro muvofiqlashgan ishlashi avtogreyder ramasiga tushadigan dinamik yuklamalarning xususiyatini belgilab beradi.

Avtogreyderning ikki erkinlik darajasiga ega osma tizimi chiziqli vertikal tebranishlarini ko‘rib chiqaylik (3-rasm).



3-rasm. Ikki erkinlik darajasiga ega osma tizimi

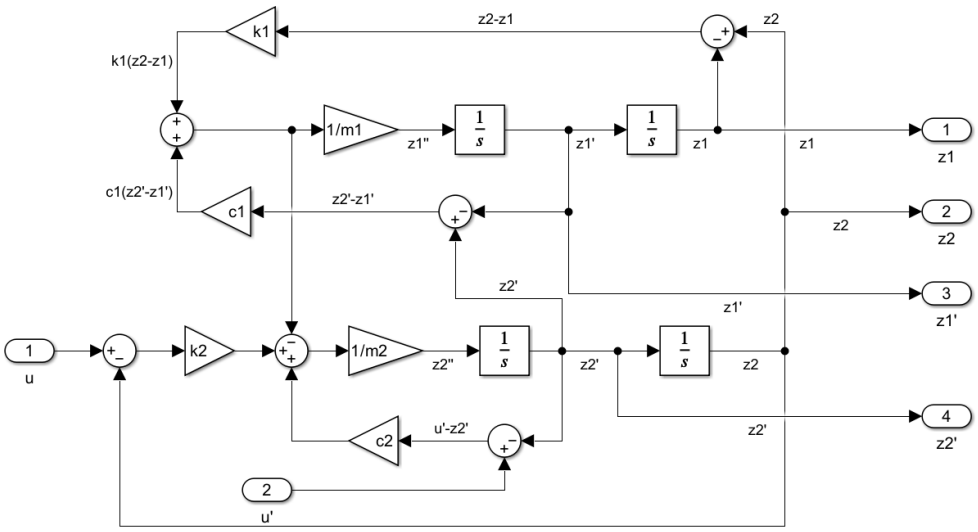
Avtogreyder konstruksiyasiga ta’sir etuvchi dinamik yuklamalarni tahlil qilish va operator ish o‘rnidagi tebranishlarni baholash uchun osma tizimining matematik modeli tuziladi.

Osmaga ta’sir qiluvchi kuchlar orqali avtogreyder ramasi va osma elementlarining tebranish dinamikasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{cases} m_1\ddot{z}_1 = c_1(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + k_1(z_2 - z_1), \\ m\ddot{z}_2 = k_2(u - z_2) + c_2(\dot{u} - \dot{z}_2) - k_1(z_2 - z_1) - c_1(\dot{z}_2 - \dot{z}_1). \end{cases} \quad (1)$$

Ikki erkinlik darajasiga ega tizim sifatida qaralgan ushbu modelda: m_1 – avtogreyder kuzovining chorak qismi massasi (ressoralangan), kg; m_2 – avtogreyder g‘ildiragi va osma elementlari massasi (ressoralanmagan), kg; k_1 – osma prujinasi bikrligi, N/m; k_2 – g‘ildirak va shinaning bikrligi, N/m; c_1 – amortizatorning so‘ndirish doimiysi, Ns/m; c_2 – g‘ildirak va shinaning so‘ndirish doimiysi, Ns/m; z_1 – avtogreyder kuzovining ko‘chishi, m; z_2 – g‘ildirakning ko‘chishi, m; u – yo‘l profilining o‘zgarishi, m.

(1) tenglamalar tizimining sonli yechimini olish va tizim dinamikasini vizual tahlil qilish uchun Simulink muhitida model yaratamiz (4-rasm).



4-rasm. Avtogreyder kuzovi va g‘ildiragi tebranishining Simulink modeli

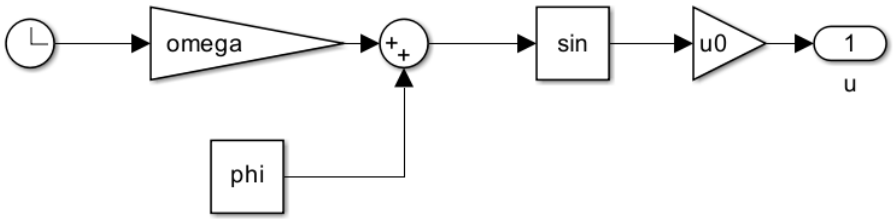
Yo‘l profilining o‘zgarishi modelga tebranishni uyg‘otuvchi kiruvchi kattalik sifatida qaraladi (5-rasm).

Yo‘l profili uchun sinusoidal, garmonik va qadam (step) turidagi signallar shakllantirildi.

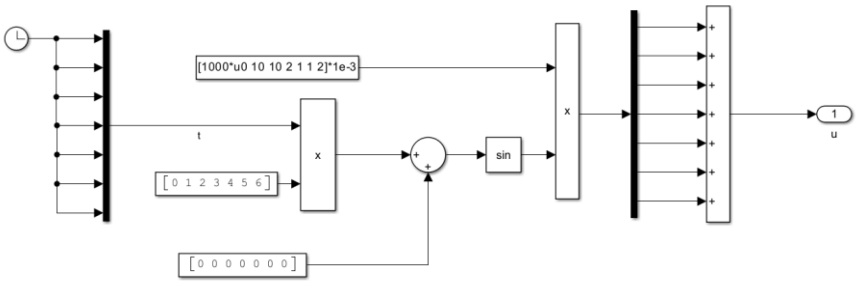
Har bir yo‘l notekisligi davriy yoki tasodifiy profilga ega. Aksariyat yo‘llar notekisligi tasodifiy xarakterda bo‘ladi. Vertikal tebranish dinamikasini o‘rganish uchun yo‘l notekisligining vertikal balandligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi sinus funksiyasi ko‘rinishida quyidagicha ifodalanadi:

$$u(t) = u_0 \, sin(\omega t + \pi), \qquad (2)$$

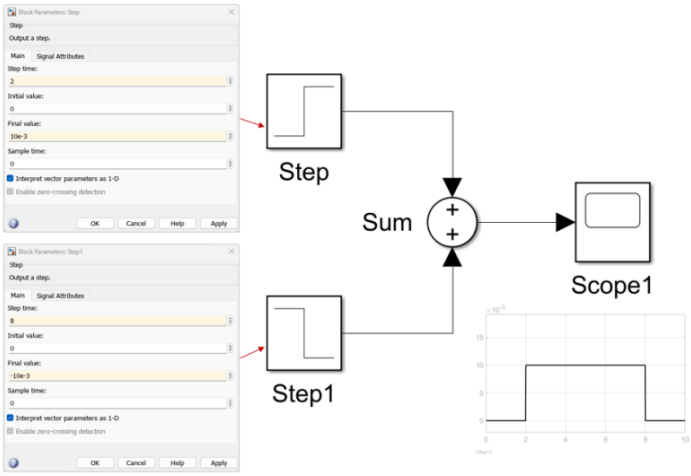
bu yerda $\omega = \frac{2\pi v}{L}$, – burchakli tezlik, rad/s; u – yo‘l notekisligining vertikal balandligi, m; u_0 – yo‘l notekisligining vertikal amplitudasi, m; L – yo‘l notekisligi to‘lqin uzunligi, m; v – avtogreyder tezligi, m/s.



5-rasm. Sinusoidal uyg‘otuvchi kirish kattaligi (signal)

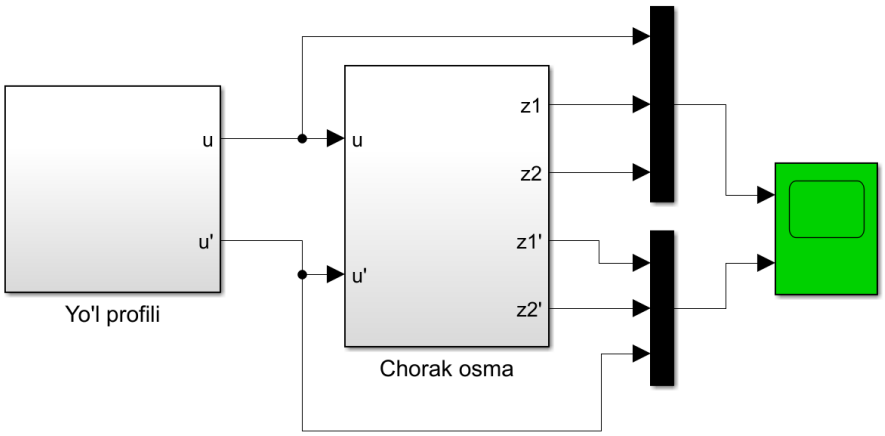


6-rasm. Garmonik uyg‘otuvchi kirish kattaligi (signal)



7-rasm. Pog‘onali (step) uyg‘otuvchi kirish kattaligi (signal)

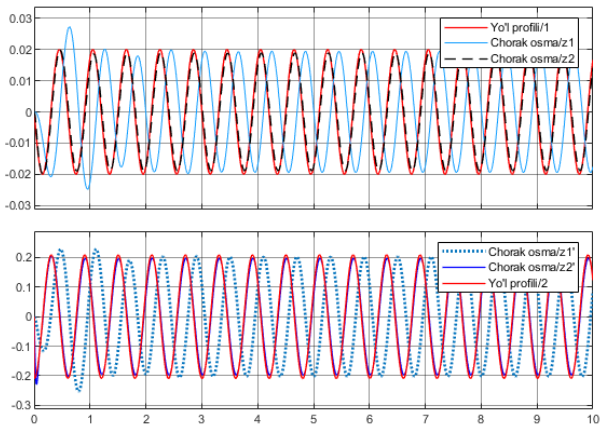
Model yo‘l profili generatori, tashqi qo‘zg‘atuvchi signal bloklari va osmaning chorak dinamik modelidan tashkil topgan. Yo‘l profili blokida sinusoidal, garmonik va pog‘onali (step) turdagi signallar shakllantirildi. Sinusoidal signal yo‘l mikrorelyefining davriy notekisligini ifodalasa, pog‘onali (step) signal g‘ildirakning keskin to‘siqdan o‘tish holatini modellashtiradi (7-rasm). [4]



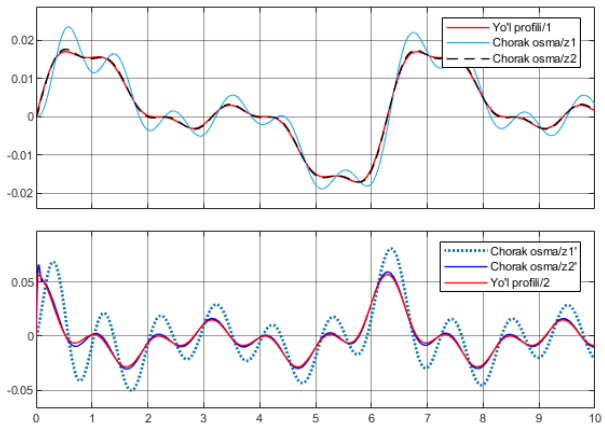
7-rasm. Ikki erkinlik darajasiga ega tizimning Simulink modeli

Tashqi ta’sir signali osma tizimining kirish qismiga uzatilib, model yordamida podressorlanuvchi massa va nopodressorlanuvchi massalarning ko‘chishlari hamda ularning tezliklari $\dot{z}_1$ va $\dot{z}_2$ aniqlandi.

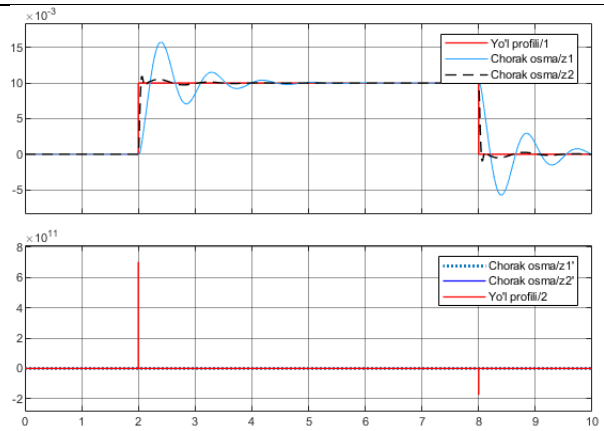
Modellashtirish natijasida sinusoidal va garmonik ta’sirlar ostida tizimning majburiy tebranishlari hosil bo‘lishi, tebranish amplitudasi esa tashqi ta’sir chastotasiga bog‘liq holda o‘zgarishi kuzatildi (8–9-rasmlar). “Step” signali ta’sirida esa tizimda o‘tkinchi tebranish jarayonlari yuzaga kelib, vaqt o‘tishi bilan so‘nishi aniqlandi (10-rasm).



8-rasm. Avtogreyder kuzovi va g‘ildiragining sinusoidal tebranishi



9-rasm. Avtogreyder kuzovi va g‘ildiragining garmonik tebranishi



10-rasm. Avtogreyder kuzovi va g‘ildiragining qadamli (step) tebranishi

$m_1 = 300kg, m_2 = 3900kg, c_1 = 8 \cdot 10^6, c_2 = 12 \cdot 10^6, k_1 = 8 \cdot 10^6, k_2 = 12 \cdot 10^6.$

Bu avtogreyder osma tizimining dinamik xususiyatlarini baholash, ressorlangan va ressorlanmagan qismlarining vertikal harakatini tahlil qilish hamda tebranishlarni kamaytirish bo‘yicha konstruktiv yechimlarni tanlash imkonini beradi.

Xulosa. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, dinamik tizimlarni differensial tenglamalar asosida modellashtirishda Simulink dasturiy muhiti yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, avtogreyder osma tizimlarining tebranish jarayonlarini tahlil qilish uchun qulay vosita hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Avtogreyderi. Ustroystvo, osnovnie rascheti. V.I. Balovnev, R.G. Danilov, G.V. Kustarev, N.D. Seliverstov. MADI, 2014 g. st. 144.
2. Ergonomika zemleroynix mashin. E.A. Suxarev. Rovno 2011 g.
3. Konstruksiya, raschet i ekspluatatsionnie svoystva transportnix sredstv. R.N. Safiullin, A.S. Afanasev, R.R. Safiullin. Moskva 2018 g. st. 312.
4. Modelirovaniye sistem v SIMULINK. D.I. Dik. Kurgan 2011 g. st. 36.

UO‘T: 664:005.6

OZIQ-OVQAT KORXONALARIDA MAHSULOT SIFATI VA XAVFSIZLIGINI BOSHQARISH FUNKSIYALARINI MODELLASHTIRISH HAMDA TAKOMILLASHTIRISHNING TASHKILIY-USLUBIY ASOSLARI

Bakiyev Elyorbek Elbek o‘g‘li
NamDTU tayanch doktoranti,
elyorbek.bakiyev@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada oziq-ovqat korxonalarida mahsulot sifati va xavfsizligini boshqarish funksiyalarini modellashtirish hamda ularni takomillashtirishning tashkiliy-uslubiy asoslari yoritilgan. Tadqiqotda tizimli yondashuv, jarayonli tahlil, funksional modellashtirish va ilmiy-normativ manbalar tahlilidan foydalanilgan. Natijada strategik, taktik, operatsion va analitik boshqaruv darajalarini qamrab oluvchi integrallashgan model ishlab chiqilgan. Modelda ISO 22000 va HACCP talablari, ichki audit, ikki konturli KPI baholash tizimi, PDCA-HACCP takomillashtirish konturi hamda ustuvorlik matritsasi o‘zaro bog‘langan holda asoslangan. Taklif etilgan model nomuvofiqliklarni erta aniqlash, auditga tayyorgarlikni yaxshilash, raqamli kuzatuvchanlikni kuchaytirish va mahsulot sifati hamda xavfsizligini barqaror ta’minlashga xizmat qiladi.

Аннотация. В данной статье освещены организационно-методические основы моделирования и совершенствования функций управления качеством и безопасностью продукции на предприятиях пищевой промышленности. В исследовании использованы системный подход, процессный анализ, функциональное моделирование, а также анализ научных и нормативных источников. В результате была разработана интегрированная модель, охватывающая стратегический, тактический, операционный и аналитический уровни управления. В модели обоснована взаимосвязь требований ISO 22000 и HACCP, внутреннего аудита, двухконтурной системы оценки KPI, контура совершенствования PDCA-HACCP, а также матрицы приоритетов. Предложенный модель способствует раннему выявлению несоответствий, повышению готовности к аудиту, усилению цифровой прослеживаемости и стабильному обеспечению качества и безопасности продукции.

Abstract. This article highlights the organizational and methodological foundations for modelling and improving product quality and safety management functions in food enterprises. The study uses a systems approach, process analysis, functional modelling, and analysis of scientific and regulatory sources. As a result, an integrated model covering strategic, tactical, operational, and analytical management levels was developed. The model substantiates the interconnection of ISO 22000 and HACCP requirements, internal audit, a dual-contour KPI evaluation system, the PDCA-HACCP improvement cycle, and a priority matrix. The proposed model serves to ensure early detection of nonconformities, improve audit readiness, strengthen digital traceability, and provide stable assurance of product quality and safety.

Kalit so‘zlar: oziq-ovqat korxonasi, mahsulot sifati, oziq-ovqat xavfsizligi, integrallashgan model, ISO 22000, HACCP, KPI, ichki audit, uzluksiz takomillashtirish.

Ключевые слова: предприятие пищевой промышленности, качество продукции, безопасность пищевой продукции, интегрированная модель, ISO 22000, HACCP, KPI, внутренний аудит, непрерывное совершенствование.

Keywords: food enterprise, product quality, food safety, integrated model, ISO 22000, HACCP, KPI, internal audit, continuous improvement.

Kirish

Zamonaviy oziq-ovqat bozori sharoitida mahsulotning xavfsizligi va sifati korxonaning ichki texnologik masalasi bo‘libgina qolmay, balki jamoat salomatligi, iste’molchi ishonchi, eksport salohiyati va raqobatbardoshlikni belgilovchi boshqaruv mezoniga aylandi. Jahonda har yili 600 millionga yaqin odam ifloslangan oziq-ovqat sabab kasallanadi va 420 ming kishi vafot etadi; bu esa xavflarni faqat tayyor mahsulot bosqichida emas, butun zanjir bo'ylab boshqarishni talab qiladi [1].

Xalqaro amaliyotda bunday yondashuvning asosini ISO 22000:2018 standarti va Codex Alimentariusning General Principles of Food Hygiene hujjati tashkil etadi. ISO 22000 oziq-ovqat zanjiridagi barcha tashkilotlar uchun oziq-ovqat xavfsizligi menejment tizimi talablarini belgilaydi hamda interaktiv kommunikatsiya, tizimli boshqaruv, PRP va HACCP tamoyillarini yagona karkasga birlashtiradi [2]. Codex esa oziq-ovqat gigiyenasi va xavfsizlik nazoratini belgilovchi bazaviy xalqaro hujjat sifatida zarur gigiyena choralari va nazoratlarini tavsiflaydi [3].

So‘nggi yillarda ilmiy manbalarda oziq-ovqat xavfsizligi menejmenti tizimlarini amaliyotga joriy etish, oziq-ovqat xavfsizligi madaniyatini shakllantirish, raqamli texnologiyalar, kuzatuvchanlik va Industry 4.0 vositalaridan foydalanishga doir tadqiqotlar ko‘lami sezilarli darajada oshdi. Biroq bu ishlarda ko‘proq alohida funksiyalar yoki alohida vositalar tahlil qilingan bo'lib, korxonaning strategik, taktik va operatsion darajalarida sifat va xavfsizlik funksiyalarini yagona tashkiliy-uslubiy modelga birlashtirish masalasi yetarli darajada tizimlashtirilmagan.

Ayniqsa, oziq-ovqat korxonalarida sifat bo‘yicha nazorat, xavfsizlik bo‘yicha nazorat, laboratoriya tekshiruvlari, ishlab chiqarish monitoringi, kalibrlash, ichki audit va boshqaruv tahlili ko‘pincha bir-biridan uzilgan holda yuritiladi. Natijada ma'lumotlar tarqoq bo'ladi, takror nazorat kuchayadi, takroriy nazorat jarayonlari ortadi, boshqaruv qarorlarini qabul qilish sustlashadi hamda nomuvofiqliklarning asosiy sabablari kech aniqlanadi. O‘zbekiston sharoitida ham oziq-ovqat xavfsizligi tizimini xalqaro tamoyillar bilan uyg'unlashtirish, riskga asoslangan yondashuvni kuchaytirish va institutsional hamkorlikni yaxshilash bo‘yicha yangi islohotlar davom etmoqda [14], [15].

Shundan kelib chiqib, mazkur maqolaning asosiy maqsadi oziq-ovqat korxonalarida mahsulot sifati va xavfsizligini boshqarish funksiyalarini modellashtirish, shuningdek, ularni takomillashtirishga qaratilgan tashkiliy-uslubiy asoslarni ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot vazifalari sifatida: a) boshqaruv funksiyalarini bosqichlar hamda boshqaruv darajalari bo‘yicha tizimli tartibga solish; b) sifat va xavfsizlikni integrallashgan boshqaruv tizimining asosiy markaziy bo‘g‘ini sifatida talqin qilish; c) monitoring va baholash uchun indikatorlar tizimini ishlab chiqish; d) takomillashtirishning ustuvor yo‘nalishlarini aniqlovchi amaliy modelni taklif etish belgilandi.

Materiallar va usullar

Tadqiqot konseptual-metodologik xususiyatga ega bo'lib, unda empirik kuzatuvdan ko'ra tizimli tahlil va modellashtirish usullariga ustuvor ahamiyat berildi. Tadqiqot obyekti sifatida oziq-ovqat korxonalarida mahsulot sifati va xavfsizligini boshqarish jarayonlari tanlandi, tadqiqot predmeti sifatida esa mazkur jarayonlarni ta’minlovchi boshqaruv funksiyalari, ularning o‘zaro bog’liqligi hamda takomillashtirish mexanizmlari belgilandi.

Tadqiqotning metodologik asosi beshta asosiy yo‘nalishdan tashkil topdi. Birinchidan, normativ-tizimli tahlil usuli orqali ISO 22000:2018, Codex hujjatlari, FSSC 22000 talablari hamda rasmiy islohot hujjatlaridagi talablar solishtirildi [2], [3], [16]. Ikkinchidan, ilmiy adabiyotlar kontent-tahlil usuli asosida o‘rganilib, oziq-ovqat xavfsizligi madaniyati, FSMS tizimini joriy etish, sifat va xavfsizlikni integrallashgan tarzda boshqarish, raqamlashtirish hamda KPI monitoringiga oid zamonaviy tadqiqotlar umumlashtirildi [4]–[13]. Uchinchidan, jarayonli yondashuv asosida boshqaruv funksiyalari ketma-ketligi va ulardagi kirish-chiqishlar aniqlashtirildi. To‘rtinchidan, funksional modellashtirish asosida strategik, taktik va operatsion

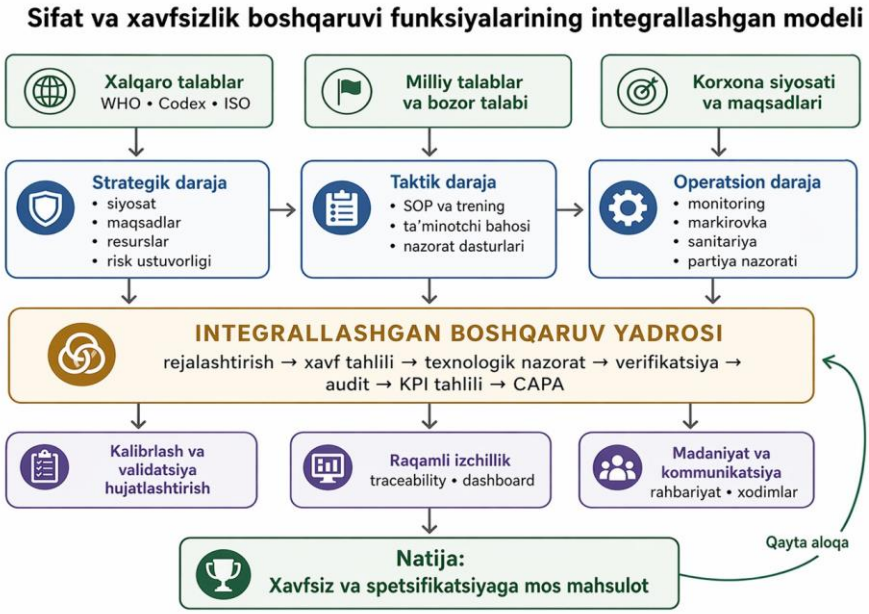
boshqaruv darajalari bo‘yicha integrallashgan model ishlab chiqildi. Beshinchidan, ekspert-analitik sintez usuli asosida amaliy tavsiyalar, ko‘rsatkichlar tizimi va takomillashtirishning ustuvor yo‘nalishlarini belgilovchi matritsa ishlab chiqildi.

Manbalarni tanlashda ikkita asosiy mezon qo‘llandi: birinchisi — 2011–2025-yillar davomida chop etilgan dolzarb hamda ilmiy ahamiyatga ega adabiyotlar; ikkinchisi — korxona darajasida amaliy qo‘llash imkoniyatini beruvchi me’yoriy-uslubiy hujjatlar tanlab olindi. Tahlil jarayonida boshqaruv funksiyalari maqsadga yo‘naltirilganligi, risklarga ta’sir ko‘rsatish darajasi, o‘lchash imkoniyati, mas’uliyat chegaralarining aniqligi, raqamlashtirishga tayyorligi hamda uzluksiz takomillashtirishga xizmat qilishi kabi mezonlar asosida baholandi.

Mazkur yondashuv sifat va xavfsizlik masalalarini alohida bo‘limlar faoliyati doirasida emas, balki yagona boshqaruv arxitekturasi sifatida talqin qilish imkonini berdi. Shu asosda korxonalar uchun universal xususiyatga ega, biroq amaliy sharoitga moslashtiriladigan model ishlab chiqildi.

Natijalar

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, oziq-ovqat korxonalarida mahsulot sifati va xavfsizligini boshqarish funksiyalari o‘zaro uzviy bog‘langan to‘rtta asosiy tarkibiy blok doirasida shakllanadi. Jumladan, birinchi blok tashqi normativ talablar (xalqaro va milliy standartlar) hamda korxonaning ichki siyosati va strategik maqsadlarini qamrab oladi. Ikkinchi blok integrallashgan funksional boshqaruv yadrosidan iborat bo‘lib, u rejalashtirish, xavflarni tahlil qilish, texnologik nazorat, verifikatsiya, audit, KPI tahlili va tuzatish hamda oldini olish choralarini (CAPA) o‘z ichiga oladi. Uchinchi blok ijro etish, monitoring, nazorat qilish va hujjatlashtirish mexanizmlarini ifodalaydi hamda u strategik, taktik va operatsion darajalarda amalga oshiriladigan boshqaruv faoliyatlarini, shuningdek, kalibrlash, validatsiya va raqamli izchillik (traceability) tizimlarini qamrab oladi. To‘rtinchi blok esa baholash, tahlil qilish va uzluksiz takomillashtirish konturini o‘z ichiga olib, ichki audit natijalari, ko‘rsatkichlar (KPI) monitoringi va qayta aloqa mexanizmlari asosida tizimni doimiy ravishda rivojlantirishni ta’minlaydi. Natijada “Sifat va xavfsizlik boshqaruvi funksiyalarining integrallashgan modeli” ishlab chiqildi va quyidagi 1-rasmda ifodalandi:



1-rasm. Sifat va xavfsizlik boshqaruvi funksiyalarining integrallashgan modeli
Manba: muallif ishlanmasi.

Izoh. 1-rasmda oziq-ovqat korxonalarida mahsulot sifati va xavfsizligini boshqarishning integratsiyalashgan funksional tuzilmasi aks ettirilgan. Unda me'yoriy talablar, boshqaruv funksiyalari, nazorat mexanizmlari va takomillashtirish konturi yagona tizim sifatida bog'langan. Rasmning amaliy ahamiyati shundaki, u korxona bo‘linmalari o‘rtasidagi axborot almashinuvini uyg‘unlashtirish va boshqaruv qarorlarini tizimli ravishda qabul qilishga yordam beradi. Mazkur modelning markazida iste'molchi talablariga javob beruvchi, xavfsiz va belgilangan spetsifikatsiyalarga to‘liq mos mahsulot ishlab chiqarish g‘oyasi yotadi.

Funksional boshqaruv yadrosi rejalashtirish, tashkillashtirish, resurslar bilan ta'minlash, xavf va nomuvofiqliklarni identifikatsiya qilish, texnologik nazorat, monitoring, izchillik (traceability), verifikatsiya, ichki audit, ma'lumotlarni tahlil qilish va tuzatuvchi-oldini oluvchi choralarni qamrab oladi. FSSC 22000 talablari ham sifat parametrlari, ularni boshqaruv ko‘rib chiqishida tahlil qilish, ichki auditga kiritish, miqdoriy nazorat va kalibrlash-verifikatsiya dasturini talab qiladi; bu esa sifat va xavfsizlikni amalda bitta boshqaruv maydoniga olib kiradi [16].

Taklif etilgan modelda boshqaruv darajalari aniq ajratildi. Strategik darajada korxonaning umumiy siyosati, sifat va xavfsizlik bo‘yicha maqsadlari, resurslardan foydalanish yo‘nalishlari hamda riskka asoslangan ustuvor vazifalar belgilanadi. Taktik darajada standart operatsion protseduralar, xodimlarni o‘qitish, ta'minotchilar faoliyatini baholash, laboratoriya va ishlab chiqarish nazorati dasturlari muvofiqlashtiriladi. Operatsion darajada esa real vaqt rejimidagi monitoring, partiyalar nazorati, markirovka, uskunalar holati, sanitariya talablari, o‘lchash jarayonlari va yozuvlarni yuritish amalga oshiriladi. Analitik konturda esa KPI, tendensiyalar, audit natijalari va iste'molchi shikoyatlari birlashtirilib, boshqaruv qarorlariga aylantiriladi [12], [13]. Ushbu taqsimotning umumlashtirilgan ko‘rinishi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Boshqaruv darajalari bo‘yicha asosiy funksiyalar, vositalar va kutiladigan natijalar

Daraja	Asosiy funksiyalar	Vositalar	Kutiladigan natija
Strategik	Siyosat va maqsadlar; riskga asoslangan ustuvorlik; resurslar va investitsiya qarorlari	Strategik xarita, risk reyestri, boshqaruv ko‘rib chiqishi	Yagona yo'nalish va ustuvor boshqaruv
Taktik	SOPlar, trening, ta'minotchi bahosi, audit dasturi, laboratoriya nazorati rejalari	HACCP jamoasi, yillik audit rejasi, trening matritsasi, spesifikatsiyalar	Jarayonlar barqarorligi va intizom
Operatsion	CCP/OPRP monitoringi, sanitariya, markirovka, partiya nazorati, o‘lchash va yozuvlar	Nazorat jadvallari, chek-list, kalibrlash protokoli, elektron yozuvlar	Xavfsiz va spetsifikatsiyaga mos mahsulot
Analitik	KPI monitoringi, trend tahlili, CAPA, iste'molchi fikri va reklamasiyalar tahlili	Dashboard, Pareto, 5 Why, root cause analysis	Tezkor qaror va uzluksiz takomillashtirish

Izoh. 1-jadvalda boshqaruv funksiyalarining turli darajalar kesimidagi taqsimoti tasvirlangan. Jadval ma'lumotlaridan ko‘rinadiki, strategik daraja korxona siyosati va resurs yo‘nalishlarini belgilashga, taktik daraja protseduralar hamda dasturlarni muvofiqlashtirishga, operatsion daraja kundalik nazorat jarayonlarini amalga oshirishga, analitik daraja esa olingan natijalarni tahlil qilib, qayta aloqa mexanizmini shakllantirishga xizmat qiladi.

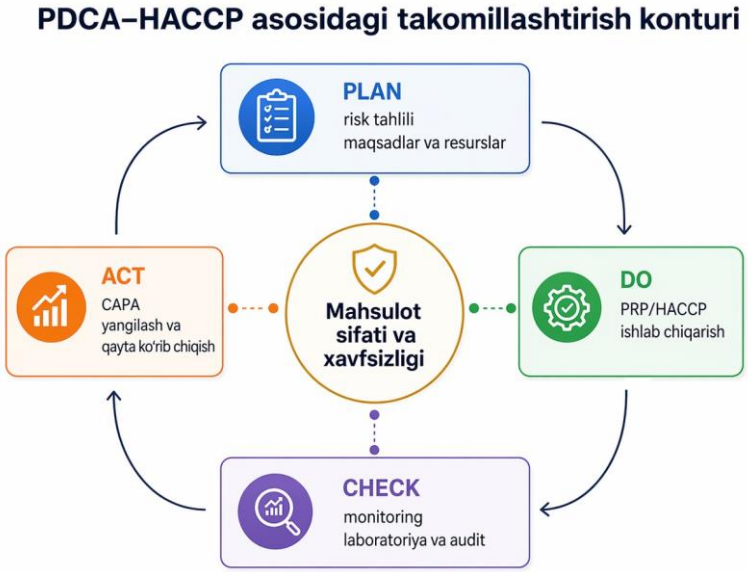
Ilmiy yangilik sifatida taklif etilgan model doirasida “ikki konturli baholash” mexanizmi joriy etildi. Birinchi kontur oldindan ogohlantiruvchi, ya’ni yetakchi ko‘rsatkichlarga asoslanib, xodimlarning treninglar bilan qamrab olinishi darajasi, PRP talablariga rioya etilishi, o‘lchov vositalarining kalibrlash tartibiga amal qilinishi, audit natijasida aniqlangan nomuvofiqliklar dinamikasi hamda raqamli yozuvlarning to‘liqligi kabi indikatorlarni qamrab oladi. Ikkinchi kontur esa kechikuvchi ko‘rsatkichlar — qaytarilgan partiyalar, laboratoriya nomuvofiqliklari, reklamasiyalar, qayta ishlash ulushi, yo‘qotishlar hajmi hamda yetkazib berishdagi kechikishlar kabi mezonlarni o‘z ichiga oladi. Mazkur ikki konturli KPI tizimining tarkibiy tuzilmasi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. Mahsulot sifati va xavfsizligini baholash uchun tavsiya etilgan ikki konturli KPI tizimi

Kontur	Ko'rsatkichlar namunasi	Ma'lumot manbai	Boshqaruv maqsadi
Yetakchi indikatorlar	Trening qamrovi; PRP bajarilishi; kalibrlash intizomi; auditda topilgan nomuvofiqliklar dinamikasi; yozuvlar to'liqligi	Audit hisobotlari, trening jurnali, kalibrlash reyestri, sanitar chek-list	Muammo kelib chiqishidan oldin ogohlantirish
Kechikuvchi indikatorlar	Qaytarilgan partiyalar; laboratoriya nomuvofiqliklari; reklamasiyalar; qayta ishlash ulushi; yo‘qotishlar	Laboratoriya protokoli, mijoz shikoyati, ishlab chiqarish hisobi, qayta ishlash dalolatnomasi	Yakuniy natijani baholash va iqtisodiy ta’sirni ko'rish

Izoh. 2-jadvalda yetakchi va kechikuvchi indikatorlar o‘rtasidagi funksional tafovut yoritilgan. Yetakchi indikatorlar ehtimoliy muammolarni oldindan aniqlashga xizmat qilsa, kechikuvchi indikatorlar esa tizimning yakuniy natijasini baholaydi. Shu sababli har ikki konturdan birgalikda foydalanish boshqaruv qarorlarining tezkorligi va aniqligini oshirishga yordam beradi.

Ikki konturli baholash mexanizmi amaliy jihatdan PDCA-HACCP sikli bilan uzviy bog‘liq holda ishlaydi; mazkur o‘zaro aloqadorlik 2-rasmda aks ettirilgan.



2-rasm. PDCA-HACCP asosidagi takomillashtirish konturi

Manba: muallif ishlanmasi.

Izoh. 2-rasm PDCA-HACCP asosidagi takomillashtirish konturini ifodalaydi. Unda rejalashtirish bosqichi korxona siyosati va maqsadlarini belgilashni, bajarish bosqichi PRP/HACCP talablari hamda operatsion jarayonlarni amalga oshirishni, tekshirish bosqichi monitoring va audit faoliyatini, ta’sir ko‘rsatish bosqichi esa CAPA choralarini qo‘llash va tizimni qayta ko‘rib chiqishni qamrab oladi. Mazkur sxema uzluksiz takomillashtirishning amaliy mexanizmini aks ettiradi.

Shuningdek, takomillashtirish yo‘nalishlarini belgilash uchun ustuvorlik matritsasi ishlab chiqildi. Agar mazkur jarayon xavfsizlikka ta’siri darajasi yuqori bo‘lib, bir vaqtning o‘zida boshqaruvdagi bo‘shliqlar ham yuqori baholansa, bunday jarayonlar eng avvalo standartlashtirish va raqamlashtirish choralarini talab etadi. Masalan, xom ashyoni qabul qilish, allergenlarni boshqarish, markirovka o‘zgarishlarini nazorat qilish, kritik parametrlarni o‘lchash hamda partiyalar bo‘yicha izchillikni ta’minlash ushbu toifaga mansubdir. Aksincha, xavfga ta’siri nisbatan past, biroq boshqaruvdagi bo‘shliqlar darajasi yuqori bo‘lgan jarayonlar ikkinchi darajali optimallashtirish obyektlari sifatida qaraladi. Mazkur yondashuv 3-rasmda aks ettirilgan.



3-rasm. Takomillashtirish ustuvorligi matritsasi

Manba: muallif ishlanmasi.

Izoh. 3-rasm takomillashtirish ustuvorligini aniqlash uchun foydalaniladigan matritsani aks ettiradi. Unda xavfsizlikka ta’sir darajasi va boshqaruvdagi bo‘shliqlar kesishmasi asosiy baholash mezoni sifatida qabul qilingan. Natijada korxona mavjud resurslarini, avvalo, eng muhim va kritik jarayonlarni takomillashtirishga yo‘naltirish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Raqamlashtirish bo‘yicha natijalar shuni ko'rsatadiki, zamonaviy tizimlar nafaqat yozuvlarni elektronlashtirish, balki xavfli nuqtalarni tezroq ko'rish, trendlarni aniqlash va boshqaruv tahlilini kuchaytirish imkonini beradi. FAO materiallarida raqamli tizimlar oziq-ovqat xavfsizligi holatini real vaqtga yaqin baholash, bazaviy ko‘rsatkichlarni shakllantirish va maqsadli chora ko'rish imkonini berishi ko'rsatilgan [9]. Shu bilan birga, FSMSni raqamlashtirish jarayonida xarajat, o'zgarishga qarshilik, maxsus kompetensiyalar yetishmasligi, tizim moslashuvchanligi va ma'lumot kiritish yuklamasi kabi cheklovlar saqlanib qoladi [10].

Sifat va xavfsizlikni birlashtiruvchi korporativ model ayniqsa kichik va o'rta oziq-ovqat korxonalari uchun muhimdir. Xitoy oziq-ovqat korxonalarida o'tkazilgan tadqiqotlar integrallashgan sifat va xavfsizlik boshqaruvida yetakchilik, trening va ta'lim, xodimlar ishtiroki

hamda jamoaviy ishlashning operatsion samaradorlikka sezilarli ta’sirini ko'rsatdi [7]. Boshqa tadqiqotlarda ham kichik va o‘rta korxonalarda asosiy cheklov omillari sifatida resurslar yetishmovchiligi, hujjatlashtirish yuklamasining yuqoriligi hamda kadrlar malakasi bilan bog‘liq muammolar qayd etilgan. [5].

Muhokama

Muhokama natijalari shuni ko'rsatadiki, oziq-ovqat korxonalarida sifat va xavfsizlik funksiyalarini alohida-alohida boshqarish amaliyoti endilikda yetarli emas. Zamonaviy FSMS yondashuvi xavflarni oldindan ko'rish, qarorlarni dalillarga asoslash va funksiyalar o'rtasidagi uzilishlarni kamaytirishni talab qiladi [4]. Shu bois modellashtirishning asosiy maqsadi jarayonlarni oddiy ro‘yxat shaklida ko‘rsatish emas, balki ular o’rtasidagi boshqaruv aloqalari, mas'uliyat chegaralari va axborot oqimlarini izchil tizimga keltirishdan iborat bo'ladi.

Taklif etilgan modelning afzalligi shundan iboratki, u sifatni faqat tayyor mahsulot talablari bilan, xavfsizlikni esa faqat HACCP nazorat nuqtalari bilan chegaralab qo‘ymaydi. Aksincha, mazkur model mahsulot spetsifikatsiyasi, sanitariya-gigiyena talablari, xom ashyo ustidan nazorat, miqdoriy monitoring, kalibrlash jarayonlari, ichki audit, rahbariyat tomonidan ko‘rib chiqish hamda iste’molchi fikr-mulohazalarini yagona integratsiyalashgan boshqaruv tizimiga birlashtiradi. Bu yondashuv FSSC 22000 hujjatlarida sifat nazoratining oziq-ovqat xavfsizligi auditi bilan sinergiyada talqin qilinishi bilan hamohangdir [16].

Oziq-ovqat xavfsizligi madaniyati bo‘yicha adabiyotlar rahbariyatning real ishtiroki, xodimlar bilan kommunikatsiya, xulq-atvor va ko'p madaniyatli ishchi kuchiga mos boshqaruv usullarini samarali tizimning muhim sharti sifatida ko'rsatadi [6]. Shu bois, taklif etilgan modelda tashkiliy-uslubiy asoslar tarkibiga faqat protseduralar va hujjatlashtirilgan yozuvlar emas, balki korporativ madaniyat, xodimlarni o‘qitish (treninglar), ichki kommunikatsiya hamda mas’uliyatni aniq taqsimlash mexanizmlari ham kiritilgan.

Raqamli izchillikni ta’minlash va ma’lumotlarga tayangan monitoring mexanizmlarini model tarkibiga kiritish ham metodologik nuqtayi nazardan muhim ahamiyat kasb etadi. OECD mamlakatlari tahliliga bag'ishlangan tadqiqotlar raqamli traceability tizimlari oziq-ovqat xavfsizligi hodisalariga tezkor javob berish, shaffoflikni oshirish va ta'minot zanjiri bo'ylab ishonchni kuchaytirishini ko'rsatadi [8]. Process mining va Industry 4.0 vositalari esa sifat menejmentidagi yashirin og'ishlarni erta aniqlash, nomuvofiq mahsulotlarning oldini olish va qaror qabul qilishni dalillash imkonini kengaytiradi [11], [13].

O‘zbekiston uchun mazkur modelning amaliy ahamiyati shundaki, u davom etayotgan institutsional islohotlar, Codex bilan uyg'unlashtirish va riskga asoslangan nazoratga o'tish jarayonlari bilan mos keladi [14], [15]. Ya'ni korxona darajasida amalga oshiriladigan modellashtirish davlat miqyosidagi islohotlar bilan uzviy bog‘liq holda olib borilsa, me’yoriy talablar, korxonaning ichki boshqaruv tizimi hamda bozor ehtiyojlari o‘rtasida yaxlit va muvozanatli muvofiqlashtirish mexanizmi shakllanadi.

Xulosa va amaliy takliflar

Xulosa qilib aytganda, oziq-ovqat korxonalarida mahsulot sifati va xavfsizligini samarali ta’minlash uchun boshqaruv funksiyalarini alohida-alohida ro‘yxat tarzida emas, balki o‘zaro uzviy bog‘langan tashkiliy-uslubiy tizim ko‘rinishida modellashtirish maqsadga muvofiqdir. Tadqiqot natijasida ishlab chiqilgan integrallashgan model sifat va xavfsizlikka oid normativ talablar, resurslar, operatsion nazorat, audit jarayonlari, baholash indikatorlari hamda uzluksiz takomillashtirish mexanizmlarini yagona boshqaruv arxitekturasiga birlashtiradi. Mazkur yondashuv korxona ichida mas’uliyat chegaralarini va axborot oqimlarini aniq belgilab beradi, takroriy nazorat jarayonlarini qisqartiradi hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilish tezkorligini oshiradi.

Tadqiqot natijalariga tayangan holda bir qator amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Birinchidan, oziq-ovqat korxonalarida sifat va xavfsizlikni ta’minlashga qaratilgan yagona integrallashgan siyosat hamda unga mos KPI pasportlarini joriy etish maqsadga muvofiqdir. Ikkinchidan, xom ashyo qabul qilish, allergen boshqaruvi, markirovka almashinuvi, kalibrlash-verifikatsiya, kritik parametrlar monitoringi va partiya izchilligiga oid protseduralar ustuvor ravishda standartlashtirilishi kerak. Uchinchidan, ichki audit dasturlari faqat sanitariya-gigiyena holatini tekshirish bilan cheklanmasdan, sifat ko‘rsatkichlarining bajarilishi, miqdoriy nazorat natijalari, ma’lumotlarning ishonchliligi hamda trend tahlilini ham qamrab olishi lozim. To'rtinchidan, xodimlarni o‘qitish tizimi ularga faqat “nima qilish kerak”ligini emas, balki “nima uchun buni bajarish zarur”ligini ham tushuntiradigan sifat va xavfsizlik madaniyatini shakllantirishga yo‘naltirilishi kerak. Beshinchidan, raqamli yozuvlar va traceability bo‘yicha bosqichma-bosqich raqamlashtirish dasturi ishlab chiqilishi maqsadga muvofiq.

Taklif etilgan modelning amaliy natijasi sifatida quyidagilar kutiladi: nomuvofiq mahsulotlar ulushi va qayta ishlash bilan bog‘liq xarajatlar kamayadi, audit jarayonlariga tayyorgarlik darajasi oshadi, mahsulot partiyalari bo‘yicha tezkor kuzatuvchanlik kuchayadi, iste’molchi shikoyatlarini tizimli tahlil qilish va ularning takrorlanishining oldini olish imkoniyati kengayadi. Shuningdek, laboratoriya natijalari va ishlab chiqarish ma’lumotlari o‘rtasidagi axborot uzilishlari bartaraf etiladi. Eng muhimi, sifat va xavfsizlikni boshqarish tizimi korxona uchun oddiy nazorat vositasidan chiqib, uning strategik ustunligini ta’minlovchi muhim raqobat omiliga aylanadi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda mazkur modelni alohida tarmoqlar — sut, yog‘-moy, ichimliklar, go‘sht-sut va konserva mahsulotlari ishlab chiqaruvchi korxonalarda pilot loyiha sifatida sinovdan o‘tkazish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, modelning funksional bloklari bo‘yicha og‘irlik koeffitsientlarini aniqlash va uning iqtisodiy samaradorligini real korxona ko‘rsatkichlari asosida baholash keyingi tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlari sifatida qaralishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. World Health Organization. Food safety. – Geneva: WHO, 2024.
2. International Organization for Standardization. ISO 22000:2018 Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. – Geneva: ISO, 2018.
3. Codex Alimentarius Commission. General Principles of Food Hygiene (CXC 1-1969). – Rome: FAO/WHO, 2022.
4. Nguyen T.T.B., Li D. A systematic literature review of food safety management system implementation in global supply chains // British Food Journal. – 2022. – Vol. 124, №10. – P. 3014–3031. DOI: 10.1108/BFJ-05-2021-0476.
5. Lee J.C., Neonaki M., Alexopoulos A., Varzakas T. Case Studies of Small-Medium Food Enterprises around the World: Major Constraints and Benefits from the Implementation of Food Safety Management Systems // Foods. – 2023. – Vol. 12, №17. – 3218. DOI: 10.3390/foods12173218.
6. Pai A.S., Jaiswal S., Jaiswal A.K. A Comprehensive Review of Food Safety Culture in the Food Industry: Leadership, Organizational Commitment, and Multicultural Dynamics // Foods. – 2024. – Vol. 13, №24. – 4078. DOI: 10.3390/foods13244078.
7. Zhu B., Abdul Talib H.H.A. Integrated Quality and Food Safety Management Implementation in China’s Food Processing SMEs in China // International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences. – 2024. – Vol. 13, №4. – P. 268–285. DOI: 10.6007/IJAREMS/v13-i4/23288.
8. Charlebois S., Latif N., Ilahi I., Sarker B., Music J., Vezeau J. Digital Traceability in Agri-Food Supply Chains: A Comparative Analysis of OECD Member Countries // Foods. – 2024. – Vol. 13, №7. – 1075. DOI: 10.3390/foods13071075.

9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Digitalization of the food control system to measure food safety in Georgia. – Budapest: FAO, 2024.

10. Sartoni M., Semercioz Oduncuoglu A.S., Guidi A., Annosi M.C., Luning P.A. Towards digitalisation of food safety management systems – enablers and constraints // Food Control. – 2025. – Vol. 168. – 110952. DOI: 10.1016/j.foodcont.2024.110952.

11. Peres F.A.P., Bondarczuk B.A., Gomes L.C., Jardim L.C., Corrêa R.G.F., Baierle I.C. Advances in Food Quality Management Driven by Industry 4.0: A Systematic Review-Based Framework // Foods. – 2025. – Vol. 14, №14. – 2429. DOI: 10.3390/foods14142429.

12. Djekic I., Smigic N. Revisiting Key Performance Indicators That Evaluate Food Safety Management Systems: A Short Review // Foods. – 2025. – Vol. 14, №21. – 3742. DOI: 10.3390/foods14213742.

13. Loacker P., Pöchtrager S., Fikar C., Grenzfurtner W. Process mining-enhanced quality management in food processing industries // International Journal of Productivity and Performance Management. – 2025. – Vol. 74, №4. – P. 1326–1346. DOI: 10.1108/IJPPM-06-2024-0377.

14. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Uzbekistan launches new project to strengthen food safety. – Rome: FAO, 2025.

15. Government of Uzbekistan. Measures to Ensure Economic Stability Discussed. – Tashkent: gov.uz, 2025.

16. Foundation FSSC. Scheme Interpretation Article: Quality Control. FSSC 22000 Version 6. – October, 2023.

UO‘T: 004.93:902

QADIMIY KERAMIKADAGI BARMOQ IZLARI ORQALI SHAXSNI INDIVIDUAL XUSUSIYATLARINI ANIQLASH

Madraximova Muyassarxon Boqijonovna
katta o‘qituvchi, Namangan davlat texnika universiteti
e-mail: m.b.madrahimova@gmail.com

Akmalov Kamoliddin Kodirovich
stajyor o‘qituvchi, Namangan davlat texnika universiteti
e-mail: kom240681@gmail.com)

Baxodirova Gulmira Shuxratjonovna
Talaba, Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Zamonaviy axborot texnologiyalari arxeologiya va madaniy merosni saqlash sohalarini tubdan o‘zgartirmoqda. Ushbu maqola qadimiy keramika buyumlaridagi barmoq izlari (paleodermatogliflar) orqali kulolning yoshi va jinsini aniqlashning innovatsion usulini ko‘rib chiqadi. Ushbu yondashuv biologik forensika, raqamli tasvirlash texnologiyalari va sun’iy intellekt imkoniyatlarini birlashtirib, qadimiy jamiyatlarning mehnat taqsimoti, gender rollari va ijtimoiy tuzilishini buzmasdan o‘rganishga imkon beradi.

O‘zbekiston kontekstida mavzu ayniqsa dolzarb: neolit davridan rivojlangan sopolchilik an’analari (Afrasiab, Termiz, Xorazm, Nurtepa) orqali ajdodlarimizning hayoti va mehnat munosabatlarini raqamli rekonstruksiya qilish mumkin. Maqola axborot texnologiyalari mutaxassislari va arxeologlar hamkorligida mahalliy sopol namunalarini skanerlab, maxsus sun’iy intellekt modellarini yaratish va global raqamli bazalarga qo‘shish orqali O‘zbekistonni “raqamli arxeologiya” sohasida yetakchi o‘ringa olib chiqish istiqbollarini ta’kidlaydi. Natijada, qadimiy madaniy meros nafaqat saqlanadi, balki zamonaviy texnologiyalar yordamida yangi ilmiy va ijtimoiy ma’noga ega bo‘ladi.

Аннотация. Современные информационные технологии коренным образом трансформируют археологию и сферу сохранения культурного наследия. В данной статье рассматривается инновационный метод определения возраста и пола древних гончаров по отпечаткам пальцев (палеодерматоглифам), сохранившимся на керамических изделиях. Этот подход объединяет методы биологической криминалистики, цифровой визуализации и искусственного интеллекта, что позволяет изучать распределение труда, гендерные роли и социальную структуру древних обществ без повреждения археологических артефактов. В контексте Узбекистана данная тема особенно актуальна, поскольку развитые с эпохи неолита традиции гончарного ремесла (Афрасиаб, Термез, Хорезм, Нуртепа) позволяют проводить цифровую реконструкцию жизни и трудовой деятельности наших предков. В статье подчеркиваются перспективы сотрудничества специалистов в области информационных технологий и археологов по сканированию местных керамических образцов, созданию специализированных моделей искусственного интеллекта и их интеграции в глобальные цифровые базы данных. В результате культурное наследие не только сохраняется, но и приобретает новое научное и социальное значение благодаря современным технологиям.

Abstract. Modern information technologies are fundamentally transforming archaeology and cultural heritage preservation. This article examines an innovative method for determining the age and sex of ancient potters through fingerprints (paleodermatoglyphs) preserved on ceramic artifacts. The approach integrates biological forensics, digital imaging technologies, and artificial

intelligence, enabling researchers to investigate labor distribution, gender roles, and social structures of ancient societies without damaging archaeological materials. In the context of Uzbekistan, the topic is particularly relevant due to the long-standing pottery traditions dating back to the Neolithic period in sites such as Afrasiab, Termez, Khorezm, and Nurtepa, which provide opportunities for digitally reconstructing the lives and labor practices of our ancestors. The article highlights the prospects of collaboration between information technology specialists and archaeologists in scanning local ceramic samples, developing specialized artificial intelligence models, and integrating them into global digital databases. As a result, cultural heritage can not only be preserved but also enriched with new scientific and social significance through modern technologies.

Kalit so‘zlar: paleodermatoglifika, qadimiy keramika, barmoq izlari tahlili, ridge density (RD), mean ridge breadth (MRB), sun’iy intellekt arxeologiyada, raqamli tasvirlash, 3D skanerlash, gender mehnat taqsimoti, O‘zbekiston sopolchiligi, raqamli madaniy meros, Bayesian modeling, non-destruktiv tadqiqot.

Ключевые слова: палеодерматоглифика, древняя керамика, анализ отпечатков пальцев, ridge density (RD), mean ridge breadth (MRB), искусственный интеллект в археологии, цифровая визуализация, 3D-сканирование, гендерное разделение труда, гончарство Узбекистана, цифровое культурное наследие, Bayesian modeling, неразрушающие исследования.

Keywords: paleodermatoglyphics, ancient ceramics, fingerprint analysis, ridge density (RD), mean ridge breadth (MRB), artificial intelligence in archaeology, digital imaging, 3D scanning, gender-based division of labor, Uzbek pottery traditions, digital cultural heritage, Bayesian modeling, non-destructive research.

Zamonaviy axborot texnologiyalari arxeologiya va madaniy merosni saqlash sohalarini tubdan o‘zgartirmoqda. Qadimiy keramika buyumlaridagi barmoq izlari (paleodermatogliflar) orqali kulolning yoshi va jinsini aniqlash usuli shunday innovatsiyalardan biri bo‘lib, u biologik forensika, raqamli tasvirlash va sun’iy intellekt (SI) imkoniyatlarini birlashtiradi. Bu usul nafaqat qadimiy jamiyatlarning mehnat taqsimoti va gender rollarini ochib beradi, balki madaniy merosni buzmasdan o‘rganishda yangi imkoniyatlar yaratadi. O‘zbekiston kabi qadimiy kulolchilik an’analari boy mamlakat uchun bu mavzu ayniqsa dolzarb: neolit davridan boshlab rivojlangan sopolchilik (Afrasiab, Termiz, Xorazm va Nurtepa yodgorliklari) orqali ajdodlarimizning hayoti, ijtimoiy tuzilishi va mehnat munosabatlarini raqamli texnologiyalar yordamida rekonstruksiya qilish mumkin.

Inson barmoq izlaridagi epidermal chiziqlar (friction ridges) zichligi va kengligi tug‘ilishdan oldin shakllanadi va yosh hamda jinsga qarab o‘zgaradi. Forensik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki:

- **Ridge density (RD – chiziqlar zichligi)**: Ayollar va bolalarda yuqori (25 mm² ga 15,6 dan ortiq chiziq), erkaklarda pastroq.
- **Mean ridge breadth (MRB – o‘rtacha chiziq kengligi)**: Bolalarda 0,37 mm dan kichik, balog‘atga yetgan erkaklarda 0,52 mm dan katta. Ayollar va o‘smir erkaklar oralig‘i qisman mos keladi.

Qadimiy keramikada loyga bosilgan barmoq izlari (masalan, sopol idishlarni shakllantirish jarayonida) saqlanib qoladi. Arxeologlar bu izlarni stereomikroskop yordamida o‘lchab, kulolning biologik profilini aniqlaydi. Dastlabki tadqiqotlar (1960-yillardan) individual izlarni farqlashga qaratilgan bo‘lsa, so‘nggi yillarda (Kantner 2019, Fowler 2020, Burchill 2023) jamiyat darajasidagi demografik tahlilga o‘tildi. Masalan:

- Chako kanyonida (AQSh, 10–11-asrlar) 985 ta sopol parchasida erkak va ayollar teng ishtirok etgani aniqlandi – bu an’anaviy “ayollar ishi” stereotipini rad etdi.
- Suriyaning Hama shahrida (4500 yillik) bolalar mehnati ko‘pligi ochildi.

- Isroilning Tell es-Safi/Gath yodgorligida erkaklar ustunligi ko‘rsatildi.

Bu usul arxeologiyada mehnat taqsimoti, bolalar mehnati va gender tengligi haqida yangi ma’lumotlar beradi.

An’anaviy usullar qo‘lda o‘lchov va cheklangan aniqlikka ega. Axborot texnologiyalari bu muammoni hal qiladi:

1. **Raqamli tasvirlash va 3D skanerlash** Yuqori aniqlikdagi kameralar, Reflectance Transformation Imaging (RTI) va 3D skanerlar (laser yoki fotogrametriya) keramika yuzasidagi izlarni buzmasdan raqamlashtiradi. Bu izlarni virtual modelga aylantirib, chiziqlar strukturasini aniq o‘lchaydi.
2. **Kompyuter ko‘rishi va tasvirni qayta ishlash** OpenCV yoki ImageJ dasturlari yordamida avtomatik ravishda ridge detection (chiziqlar aniqlash), MRB va RD hisoblash amalga oshiriladi. Loy qisqarishi (2–12%) va biologik farqlarni hisobga oluvchi kalibrlash algoritmlari qo‘llaniladi.
3. **Sun’iy intellekt va mashina o‘qitish**
    - **CNN (Convolutional Neural Networks)**: Sopol rasmlaridan barmoq izlarini avtomatik ajratish va klassifikatsiya qilish (masalan, ArchAIDE loyihasi kabi).
    - **Bayesian mixture modeling**: Burchill (2023) taklif qilgan ochiq kodli R/JAGS modeli jamiyat darajasida yosh va jins nisbati, noaniqlik darajasini hisoblaydi. Bu individual izlardagi xatolarni kamaytiradi.
    - **AFIS (Automated Fingerprint Identification System)** moslashtirilgan versiyalari: Forensikadan olingan algoritmlar arxeologik bazalarga qo‘llaniladi.
4. **Big Data va raqamli bazalar** Global arxeologik izlar bazasi yaratilishi mumkin – O‘zbekiston uchun mahalliy sopol namunalarini skanerlab, SI modelini o‘qitish orqali milliy madaniy merosni raqamlashtirish.

Bu texnologiyalar tadqiqot tezligini oshiradi, subyektiv xatolarni kamaytiradi va katta hajmdagi materiallarni tahlil qilish imkonini beradi.

Qadimiy keramikadagi barmoq izlari orqali shaxs yoshi va jinsini aniqlash axborot texnologiyalarining arxeologiyaga integratsiyasi misolidir. Bu usul nafaqat o‘tmishni ochib beradi, balki kelajakda O‘zbekiston arxeologik yodgorliklarini raqamli platformalarda saqlash va tahlil qilish uchun asos bo‘ladi. Kelgusida mahalliy sopol namunalarini skanerlab, maxsus SI modelini yaratish va xalqaro bazalarga qo‘shish orqali O‘zbekiston global “raqamli arxeologiya”da yetakchi o‘rin egallashi mumkin.

Ushbu yo‘nalishdagi tadqiqotlar davom etishi kerak: Axborot texnologiyalari mutaxassislari, arxeologlar hamkorligida. Natijada, qadimiy merosimiz nafaqat saqlanadi, balki zamonaviy texnologiyalar orqali yangi ma’noga ega bo‘ladi.

ADABIYOTLAR

1. Burchill, A. T., Sanders, A., & Morgan, T. J. H. (2023). Inferring the age and sex of ancient potters from fingerprint ridge densities: a data-driven, Bayesian mixture modelling approach. *MethodsX, 10*, 102289. https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102289 (yoki PMC: PMC10428107). — Ridge density (RD) va Bayesian modeling orqali yosh va jinsni aniqlashning zamonaviy usuli, ochiq kodli model taklifi.

2. Kantner, J., et al. (2019). Reconstructing sexual divisions of labor from fingerprints on Ancestral Puebloan pottery. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 116*(25), 12220–12225. https://doi.org/10.1073/pnas.1901367116. — Chaco Canyon (AQSh) sopollaridagi 985 ta namunada erkak va ayollar mehnat taqsimotini ko‘rsatgan tadqiqot; “ayollar ishi” stereotipini rad etgan ish.

3. Fowler, K. D., et al. (2020). Fingerprint evidence for the division of labour and learning pottery-making at Early Bronze Age Tell eṣ-Ṣâfi/Gath, Israel. *PLOS ONE, 15*(4), e0231046. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231046. — Tell es-Safi/Gath yodgorligida (Isroil) barmoq izlari orqali yosh, jins va mehnat taqsimotini tahlil qilgan; bolalar va o‘smirlar ishtiroki haqida ma’lumot.

4. Sanders, A. (2015). Fingerprints, sex, state, and the organization of the Tell Leilan ceramic industry. *Journal of Archaeological Science, 57*, 223–238. https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.02.009. — Suriyadagi Tell Leilan sopollarida ridge density orqali jinsni aniqlash va davlat shakllanishi bilan bog‘liq gender rollari.

5. Fowler, K. D., Walker, E., Greenfield, H. J., Ross, J., & Maeir, A. M. (2019). The identity of potters in early states: determination of the age and sex of fingerprints on Early Bronze Age pottery from Tell eṣ-Ṣâfi/Gath, Israel. *Journal of Anthropological Archaeology* (tegishli maqola).

O‘zbekiston va madaniy meros bilan bog‘liq manbalar:

6. UNESCO (2023). Ceramic arts in Uzbekistan. Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity. https://ich.unesco.org/en/RL/ceramic-arts-in-uzbekistan-01989. — O‘zbekiston sopolchilik san’ati 2023-yilda UNESCO ro‘yxatiga kiritilgani haqida rasmiy ma’lumot. Bu maqolada dolzarblikni ta’kidlash uchun ishlatilgan.

7. Rakhimov, M. K. va boshqalar. *Artistic ceramics of Uzbekistan* (UNESCO nashrlari, turli yillar) — O‘zbekiston sopolchilik tarixi va texnologiyasi haqida umumiy manbalar.

UO‘T: 621.311.22:697.34:620.9

PORSHENLI KOGENERATSION ISSIQLIK MARKAZLARIDA ELEKTR VA ISSIQLIK YUKLAMALARINI MUVOFIQLASHTIRISH ASOSIDA GAZ SARFINI KAMAYTIRISH MEXANIZMI

Zokirov Shohjahon Shokir o‘g‘li
Toshkent davlat texnika universiteti
zokirov.shohjahon@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola porshenli kogeneratsion issiqlik markazida gaz ta’minoti cheklanganda elektr va issiqlik yuklamalari o‘rtasidagi nomutanosiblikni bartaraf etish masalasiga bag‘ishlangan. Tadqiqotda ko‘rib chiqiladigan asosiy yechim — issiqlik akkumulyatsiyasi, yuklama grafigini siljitish va qurilmani optimal yuklama oralig‘ida ishlatish orqali umumiy foydali ish koeffitsiyentini saqlab qolishdir. Maqolada energiya balansi asosida gaz porshenli kogeneratsion qurilmaning samaradorlik ko‘rsatkichlari baholanadi, past yuklama rejimlarining salbiy ta’siri tushuntiriladi va issiqlik talabini vaqt bo‘yicha boshqarish modeli taklif etiladi. Shartli hisob-kitob asosida issiqlik akkumulyatori qo‘llanganda qurilmani uzoq muddat past yuklamada ishlatish o‘rniga qisqaroq vaqt davomida yuqori samarali rejimda ishlatish mumkinligi ko‘rsatiladi. Ushbu yondashuv gaz sarfini kamaytirish, ishlab chiqarilgan foydali energiya ulushini oshirish va kogeneratsion markazning ekspluatatsion barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Аннотация. Статья посвящена решению проблемы несоответствия электрической и тепловой нагрузки поршневого когенерационного теплового центра при ограниченном газоснабжении. В качестве основного решения рассматривается применение тепловой аккумуляции, перенос части нагрузки во времени и работа установки в оптимальном диапазоне нагрузки. На основе энергетического баланса оцениваются показатели эффективности газопоршневой когенерационной установки, объясняется отрицательное влияние длительной работы на малой нагрузке и предлагается модель управления тепловым спросом. Условный расчет показывает, что использование теплового аккумулятора позволяет заменить длительную низкоэффективную работу установки более короткой работой в экономичном режиме. Такой подход способствует снижению расхода газа, повышению доли полезно используемой энергии и улучшению эксплуатационной устойчивости когенерационного центра.

Annotation. This article is devoted to solving the mismatch between electrical and thermal loads in a reciprocating-engine cogeneration heat center under limited gas supply. The proposed solution combines thermal storage, partial load shifting, and operation of the unit within an optimal load range. Based on an energy balance approach, the efficiency indicators of a gas-engine cogeneration unit are evaluated, the negative impact of long-term low-load operation is explained, and a heat demand management model is proposed. A sample calculation demonstrates that the use of a thermal storage tank can replace prolonged low-efficiency operation with shorter operation at a more efficient load level. This approach reduces gas consumption, increases the share of useful energy, and improves operational stability.

Kalit so‘zlar: *energiya balansi, issiqlik akkumulyatori, gaz porshenli qurilma, optimal* yuklama, kogeneratsion samaradorlik, issiqlik grafigi, yuklama siljitish.

Ключевые слова: энергетический баланс, тепловой аккумулятор, газопоршневая установка, оптимальная нагрузка, эффективность когенерации, тепловой график, перенос нагрузки.

Keywords: energy balance, thermal storage, gas reciprocating unit, optimal load, cogeneration efficiency, heat load curve, load shifting.

Kirish

Porshenli kogeneratsion issiqlik markazlarining amaliy samaradorligi ularning nominal ko‘rsatkichlariga emas, balki real yuklama sharoitida qanday boshqarilishiga bog‘liq. Qurilma katalogida yuqori elektr va issiqlik samaradorligi ko‘rsatilgan bo‘lishi mumkin, ammo obyektning elektr va issiqlik talabi vaqt bo‘yicha bir-biriga mos kelmasa, bu imkoniyatdan to‘liq foydalanilmaydi. Ayniqsa, gaz ta’minoti cheklangan sharoitda bu nomutanosiblik yanada kuchayadi.

Ko‘plab obyektlarda elektr yuklamasi kunduzgi ish vaqti bilan, issiqlik yuklamasi esa tashqi havo harorati, isitish jadvali yoki issiq suv iste’moli bilan belgilanadi. Ba’zi soatlarda elektr talabi yuqori, issiqlik talabi past bo‘ladi; boshqa soatlarda esa aksincha, issiqlik talabi ko‘tarilib, elektr iste’moli kamayadi. Kogeneratsion qurilma esa bir vaqtning o‘zida elektr va issiqlik ishlab chiqaradi. Shuning uchun ikki yuklama turining moslashmasligi foydali issiqlikning yo‘qotilishiga yoki elektr ishlab chiqarish rejimining cheklanishiga olib keladi.

Mazkur maqolada ko‘rib chiqiladigan yechim shundan iboratki, gaz cheklangan sharoitda qurilmani doimiy past yuklamada ushlab turish emas, balki issiqlik akkumulyatsiyasi va yuklama grafigini boshqarish orqali uni optimal samaradorlik oralig‘ida ishlatish kerak. Bu yondashuv nafaqat gazni tejaydi, balki dvigatelning texnik holatini saqlash va chiqindi issiqlikdan to‘liq foydalanish imkonini beradi.

Energiya balansi va samaradorlik mezonlari

Kogeneratsion markazning umumiy energetik samaradorligi yoqilg‘i bilan kirgan energiyaning qancha qismi foydali elektr va issiqlikka aylanganini ko‘rsatadi. Umumiy samaradorlik

$$Q_{ak} = c \cdot m \cdot \Delta t$$

ifodasi orqali aniqlanadi. Bu yerda E_{el} ishlab chiqarilgan elektr energiyasi, Q_{foy} foydali ishlatilgan issiqlik, Q_{yoq} esa gaz yoqilg‘isi bilan kirgan umumiy energiya miqdoridir.

Gaz porshenli qurilmalarda elektr samaradorligi odatda dvigatel yuklanishiga bog‘liq bo‘ladi. Juda past yuklamada mexanik va issiqlik yo‘qotishlarining nisbiy ulushi ortadi, yonish jarayoni barqarorligi pasayadi, ishlab chiqarilgan 1 kW·soat elektr energiyasiga to‘g‘ri keladigan gaz sarfi oshadi. Shu sababli gaz cheklangan vaziyatda qurilmani shunchaki “kamroq gaz bilan uzoqroq ishlatish” har doim ham to‘g‘ri yechim emas.

Issiqlik samaradorligi ham foydali ishlatilgan issiqlik miqdoriga bog‘liq. Agar chiqindi gazlar issiqligi, dvigatel sovitish suvi va moy sovitgichdan olingan issiqlik to‘liq ishlatilmasa, kogeneratsiyaning ustunligi kamayadi. Demak, optimal yechim elektr ishlab chiqarish bilan birga issiqlikni maksimal darajada foydali ishlatishni ham nazarda tutishi kerak.

Maqolada taklif qilinayotgan yechim uchta asosiy qismdan iborat. Birinchi qism — kogeneratsion qurilmani optimal yuklama oralig‘ida ishlatish. Amaliyotda gaz porshenli qurilmalarning iqtisodiy jihatdan maqbul yuklama oralig‘i ko‘pincha nominal quvvatning 65–90 foizi atrofida bo‘ladi. Aniq qiymat qurilma turiga bog‘liq bo‘lsa-da, umumiy qoida shundan iboratki, juda past yuklama uzoq davom etmasligi kerak.

Ikkinchi qism — issiqlik akkumulyatoridan foydalanish. Issiqlik akkumulyatori odatda issiq suv sig‘imi ko‘rinishida bo‘lib, u ortiqcha issiqlikni vaqtincha to‘playdi va keyinchalik talab oshgan paytda tizimga qaytaradi. Bunda kogeneratsion qurilma issiqlik talabi past soatlarda ham foydali issiqlikni yo‘qotmaydi, balki uni zaxira sifatida saqlaydi.

Uchinchi qism — yuklama grafigini siljitish. Masalan, ayrim yordamchi elektr yuklamalarini gaz limiti yuqori bo‘lgan davrga, issiq suv tayyorlashni esa tungi yoki past elektr talabli soatlarga ko‘chirish mumkin. Bu usul energiya iste’molining umumiy hajmini keskin kamaytirmaydi, lekin uning vaqt bo‘yicha taqsimotini kogeneratsion qurilmaning samarali ish rejimiga moslashtiradi.

Taklif etilgan boshqaruv modeli quyidagi mantiqqa asoslanadi: agar elektr va issiqlik talabi bir vaqtning o‘zida yuqori bo‘lsa, qurilma maksimal ruxsat etilgan samarali rejimda ishlaydi; agar issiqlik talabi past, elektr talabi yuqori bo‘lsa, ortiqcha issiqlik akkumulyatorga uzatiladi; agar elektr talabi past, issiqlik talabi yuqori bo‘lsa, avval akkumulyatordagi issiqlikdan foydalaniladi, keyin qurilma ishga tushiriladi. Shu tariqa gaz sarfi va foydali energiya ishlab chiqarish o‘rtasidagi nisbat yaxshilanadi.

Namunaviy hisob-kitob

Faraz qilaylik, kogeneratsion qurilmaning nominal elektr quvvati 800 kW, foydali issiqlik quvvati 900 kW, nominal gaz sarfi 225 m3/soat bo‘lsin. Gaz limiti tufayli qurilmani sutka davomida 24 soat past yuklamada ishlatish o‘rniga uni 16 soat davomida 75 foiz yuklamada ishlatish varianti ko‘rib chiqiladi. Birinchi variantda qurilma 50 foiz yuklamada 24 soat ishlaydi. Elektr ishlab chiqarish 800 · 0,50 · 24 = 9600 kW·soat bo‘ladi. Agar past yuklama tufayli umumiy samaradorlik pasaysa, gazdan foydalanish samarasi kamayadi.

Ikkinchi variantda qurilma 75 foiz yuklamada 16 soat ishlaydi. Elektr ishlab chiqarish 800 · 0,75 · 16 = 9600 kW·soat bo‘ladi. Demak, elektr energiyasi miqdori bir xil qoladi, lekin qurilma samaradorligi yuqoriroq yuklama oralig‘ida ishlaydi. Shu bilan birga 900 · 0,75 · 16 = 10800 kW·soat issiqlik hosil bo‘ladi. Agar shu issiqlikning bir qismi akkumulyatorga yig‘ilsa, qurilma ishlamay turgan soatlarda ham issiqlik ta’minoti uzluksiz davom etadi.

Issiqlik akkumulyatorining zarur sig‘imi soddalashtirilgan holda

$$Q_{ak} = c \cdot m \cdot \Delta t$$

formula orqali aniqlanishi mumkin. Bu yerda c suvning issiqlik sig‘imi, m suv massasi, Δt esa akkumulyatordagi foydalaniladigan harorat farqidir. Masalan, 20 m3 suv sig‘imli akkumulyator va 30 °C foydali harorat farqi qabul qilinsa, zaxira issiqlik miqdori taxminan 20 000 kg · 4,187 kJ/(kg·°C) · 30 °C = 2 512 200 kJ yoki 698 kW·soatni tashkil etadi. Bu miqdor qisqa muddatli issiqlik tanqisligini qoplash yoki qurilmaning past samarali rejimga tushishini oldini olish uchun yetarli bo‘lishi mumkin.

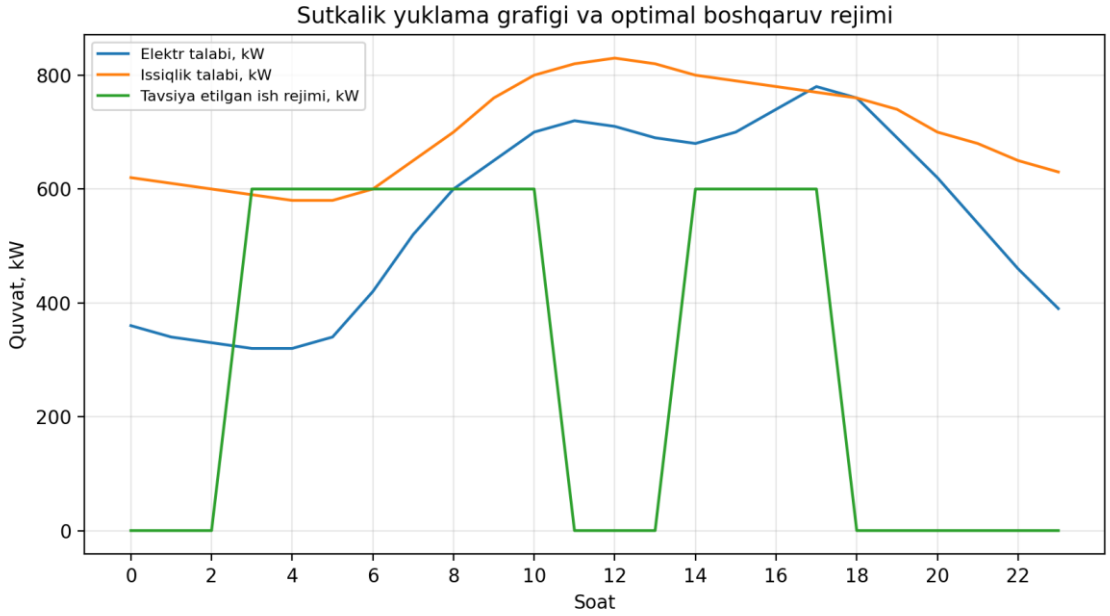
Hisob-kitobdan ko‘rinadiki, gaz cheklangan sharoitda vaqt bo‘yicha boshqaruv va akkumulyatsiya qurilmaning umumiy ishlab chiqarish hajmini kamaytirmagan holda uning samaradorligini oshirishi mumkin. Asosiy farq shundaki, energiya ishlab chiqarish va iste’mol qilish vaqti bir-biriga qattiq bog‘lanib qolmaydi.

Boshqaruv algoritmi

1-jadval.

Ikki xil boshqaruv variantining taqqoslanishi

Ko‘rsatkich	**1-variant: 50% yuklama, 24 soat**	**2-variant: 75% yuklama, 16 soat + akkumulyatsiya**
Ish vaqti, soat/sutka	24	16
O‘rtacha quvvat, kW	400	600
Elektr ishlab chiqarish, kW·soat	9600	9600
Foydali issiqlikdan foydalanish darajasi, %	72	88
Nisbiy gaz sarfi, m³/kW·soat	0,31	0,27
Umumiy samaradorlik, %	74	82



1-rasm. Sutkalik yuklama grafigi va kogeneratsion qurilmaning tavsiya etilgan ish rejimi

Izoh: jadval va diagrammadan ko‘rinadiki, qurilmani 24 soat past yuklamada ishlatishdan ko‘ra, uni qisqaroq vaqt davomida samarali yuklama oralig‘ida ishlatish foydaliroqdir. Issiqlik akkumulyatori qo‘llanganda ishlab chiqarilgan issiqlik ortiqcha vaqtda zaxiralanadi va yuqori talab paytida ishlatiladi.

Issiqlik akkumulyatsiyasi asosidagi boshqaruv algoritmi quyidagi ketma-ketlikda tashkil etiladi. Avval sutkalik elektr va issiqlik yuklama grafigi tuziladi. Keyin gaz limiti bo‘yicha qurilmaning maksimal ishlash vaqti hamda ruxsat etilgan yuklama oralig‘i aniqlanadi. So‘ngra elektr talabi yuqori bo‘lgan davrlar issiqlik talabi bilan solishtiriladi. Agar ikki talab bir vaqtga to‘g‘ri kelsa, kogeneratsion qurilma ishga tushiriladi. Agar issiqlik talabi past bo‘lsa, issiqlik akkumulyatori zaryadlanadi.

Keyingi bosqichda akkumulyatordagi issiqlik zaxirasi nazorat qilinadi. Zaxira minimal ruxsat etilgan qiymatdan pastga tushsa, qurilma qayta ishga tushiriladi yoki issiqlik yuklamasi vaqtincha kamaytiriladi. Agar zaxira maksimal qiymatga yaqinlashsa, qurilmaning issiqlik ishlab chiqarishi cheklanadi yoki ortiqcha issiqlik boshqa foydali ehtiyojga yo‘naltiriladi. Bunday boshqaruv issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiradi.

Algoritmni avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimiga kiritish mumkin. Bunda har bir soat uchun elektr yuklama, issiqlik yuklama, gaz limiti, akkumulyator zaryadi va qurilmaning ruxsat etilgan yuklama oralig‘i ma’lumotlari olinadi. Tizim maqsad funksiyasi sifatida foydali energiya ulushini maksimal qilish va gaz sarfini limitdan oshirmaslikni belgilaydi.

Amaliy muhokama

Taklif etilgan yechimning muhim afzalligi shundaki, u energiya ishlab chiqarish tizimini iste’mol grafigiga passiv bog‘lab qo‘ymaydi. Aksincha, akkumulyatsiya orqali ishlab chiqarish va iste’mol orasida moslashuvchanlik hosil qiladi. Bu ayniqsa qish mavsumida, gaz bosimi pasayganda yoki obyektning energiya talabi notekis bo‘lganda muhim ahamiyatga ega.

Biroq issiqlik akkumulyatorini tanlashda iqtisodiy va texnik cheklovlar ham mavjud. Juda kichik sig‘im yetarli samara bermaydi, juda katta sig‘im esa kapital xarajatlarni oshiradi va joy talab qiladi. Shuning uchun akkumulyator sig‘imi obyektning sutkalik issiqlik grafigi, gaz limiti davri, qurilma quvvati va issiqlik tarmog‘i harorat rejimi asosida tanlanishi kerak.

Shuningdek, issiqlik akkumulyatsiyasi elektr yuklamani to‘liq hal qilmaydi. Agar elektr talabi keskin yuqori bo‘lsa, yordamchi yuklamalarni siljitish, zaxira manbalar yoki tarmoq bilan parallel ishlash variantlari ham ko‘rib chiqilishi kerak. Demak, maqolada taklif etilgan yechim kompleks yuklama boshqaruvining muhim qismi hisoblanadi.

Amaliy tavsiyalar

1. Elektr va issiqlik yuklamalari sutkalik grafik asosida alohida tahlil qilinishi, kogeneratsion qurilmaning ishlash vaqti esa ushbu grafiklarning mos kelgan davrlariga bog‘lanishi kerak.

2. Issiqlik akkumulyatori sig‘imi obyektning kamida bir necha soatlik issiqlik ehtiyojini qoplaydigan darajada tanlansa, gaz limiti paytida tizim ancha barqaror ishlaydi.

3. Qurilmani uzoq vaqt past yuklamada ishlatishdan qochish, uning o‘rniga samarali yuklama oralig‘ida ishlatish va ortiqcha issiqlikni zaxiralash tavsiya etiladi.

Xulosa va takliflar

Gaz ta’minoti cheklangan sharoitda porshenli kogeneratsion issiqlik markazining samaradorligini oshirish uchun elektr va issiqlik yuklamalarini alohida emas, balki yagona energiya balansi sifatida boshqarish zarur. Maqolada issiqlik akkumulyatsiyasi, yuklama grafigini vaqt bo‘yicha siljitish va qurilmani optimal yuklama oralig‘ida ishlatish yechim sifatida taklif etildi.

Namunaviy hisob-kitob shuni ko‘rsatadiki, qurilmani uzoq vaqt past yuklamada ishlatish o‘rniga qisqaroq vaqt davomida samarali rejimda ishlatish elektr ishlab chiqarish hajmini saqlagan holda gazdan foydalanish samaradorligini oshiradi. Issiqlik akkumulyatori esa issiqlik ta’minotining uzluksizligini ta’minlab, ortiqcha issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiradi. Mazkur yondashuv kogeneratsion markazlarning gaz cheklangan sharoitdagi amaliy barqarorligini oshirish uchun muhim yechim hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. U.S. Department of Energy. Combined Heat and Power: A Clean Energy Solution. DOE/EE, Washington, DC, 2012.

2. U.S. Environmental Protection Agency. Combined Heat and Power Partnership: CHP Benefits and Applications. Washington, DC.

3. International Energy Agency. Co-generation and Renewables: Solutions for a Low-carbon Energy Future. Paris: IEA, 2011.

4. Kavvadias K., Jimenez Navarro J.P., Thomassen G. Case Study on the Impact of Cogeneration and Thermal Storage on the Flexibility of the Power System. European Commission JRC, 2017.

5. Ju Y., Li P., Hong T. Benefits through Space Heating and Thermal Storage with Demand Response Control. Buildings, 2023.

6. Qin X., Guo Y., Shen X., Sun H. Increasing the Flexibility of Combined Heat and Power Systems through Optimal Dispatch with Variable Mass Flow. Applied Energy, 2020.

7. Jiang Y., Wan C., Botterud A., Song Y., Shahidehpour M. Convex Relaxation of Combined Heat and Power Dispatch. IEEE Transactions on Power Systems, 2021.

8. Horlock J.H. Cogeneration – Combined Heat and Power. Pergamon Press, 1987.

9. Beith R. Small and Micro Combined Heat and Power Systems. Woodhead Publishing, 2011.

10. ASHRAE Handbook: HVAC Systems and Equipment. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, latest edition.

11. ISO 50006:2014. Energy Management Systems – Measuring Energy Performance Using Energy Baselines and Energy Performance Indicators. ISO, Geneva.

12. EDUCOGEN. The European Educational Tool on Cogeneration. Brussels, 2001.
13. Eurostat. Combined Heat and Power Generation Reporting Instructions. Luxembourg, 2017.
14. U.S. EPA. Catalog of CHP Technologies. Full Report. Washington, DC, 2017.
15. O‘zbekiston Respublikasining “Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risida”gi O‘RQ-539-sonli Qonuni. 21.05.2019.
16. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi energiya samaradorligi va energiya tejashga oid me’yoriy-huquqiy hujjatlar to‘plami. Toshkent.
17. Allaev Q.R. Energetika. O‘quv qo‘llanma. Toshkent.
18. Majidov T.Sh. Noan’anaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari. O‘quv qo‘llanma. Toshkent.
19. Бродянский В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа. Москва: Энергия, 1973.
20. Аметистов Е.В., Григорьев В.А., Емцев Б.Т. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Москва: МЭИ, 2004.
21. Гуров В.А., Кудинов А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Москва: Инфра-М, 2018.
22. Долинский А.А., Басок Б.И. Когенерационные технологии в системах теплоснабжения. Киев: Наукова думка, 2015.

UO‘T: 681.518.5

UZLUKSIZ ISHLAB CHIQARISHDA MONITORING VA NAZORAT TIZIMLARINING MUAMMOLARI, TAKOMILLASHTIRISH YO‘NALISHLARI

Xusainova Xusnidaxon Saloyidinovna
Namangan davlat texnika universiteti “Oliy matematika kafedrasi katta o‘qituvchisi .
xusnidaxonxusainova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llanilayotgan monitoring va nazorat tizimlarining mavjud muammolari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Zamonaviy sanoat korxonalarida raqamlashtirish, avtomatlashtirish va sanoat interneti (IIoT) texnologiyalarining keng joriy etilishi monitoring tizimlarining imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirgan bo‘lsa-da, ma’lumotlarni qayta ishlash tezligi, prognozlash imkoniyatlari, integratsiya darajasi va kiberxavfsizlik sohasidagi kamchiliklar saqlanib qolmoqda. Maqolada ushbu muammolarni bartaraf etish uchun sun’iy intellekt, mashinaviy o‘qitish, raqamli egizaklar (Digital Twin) va sanoat interneti texnologiyalariga asoslangan takomillashtirish yo‘nalishlari taklif etiladi.

Аннотация. В данной статье проводится научный анализ существующих проблем систем мониторинга и управления, используемых в непрерывных производственных процессах. Несмотря на широкое внедрение цифровизации, автоматизации и технологий промышленного интернета вещей (IIoT) в современных промышленных предприятиях, значительно расширившее возможности систем мониторинга, сохраняются недостатки в скорости обработки данных, возможностях прогнозирования, уровне интеграции и кибербезопасности. В статье предлагаются направления улучшения, основанные на искусственном интеллекте, машинном обучении, цифровых двойниках (цифровых двойниках) и технологиях промышленного интернета, для преодоления этих проблем.

Abstract. This article scientifically analyzes the existing problems of monitoring and control systems used in continuous production processes. Although the widespread introduction of digitalization, automation and industrial Internet of Things (IIoT) technologies in modern industrial enterprises has significantly expanded the capabilities of monitoring systems, shortcomings in the field of data processing speed, forecasting capabilities, level of integration and cybersecurity remain. The article proposes areas of improvement based on artificial intelligence, machine learning, digital twins and industrial Internet technologies to overcome these problems.

Kalit so‘zlar: uzluksiz ishlab chiqarish, monitoring tizimlari, nazorat tizimlari, sanoat interneti, raqamli egizak, sun’iy intellekt, kiberxavfsizlik.

Ключевые слова: непрерывное производство, системы мониторинга, системы управления, промышленный интернет, цифровой двойник, искусственный интеллект,

Keywords: continuous production, monitoring systems, control systems, industrial internet, digital twin, artificial intelligence, cybersecurity

KIRISH

Sanoat korxonalarida uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlari mahsulot sifati, ishlab chiqarish unumdorligi va texnologik xavfsizlikni ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, kimyo, neft-gaz, energetika, metallurgiya va oziq-ovqat sanoati kabi sohalarda texnologik jarayonlarning uzluksizligi korxonaning iqtisodiy samaradorligi va raqobatbardoshligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Bunday ishlab chiqarish tizimlarida texnologik parametrlarni real vaqt rejimida kuzatish, tahlil qilish va boshqarish monitoring hamda nazorat tizimlari orqali amalga oshiriladi.[1]

Zamonaviy ishlab chiqarish muhitida ushbu tizimlar texnologik jarayonlarning barqaror ishlashini ta’minlash, avariyaviy holatlarning oldini olish va inson omili bilan bog‘liq xatolarni

kamaytirishda muhim vosita sifatida qaralmoqda. So‘nggi yillarda sanoat korxonalarida raqamlashtirish, avtomatlashtirish va sanoat interneti (Industrial Internet of Things – IIoT) texnologiyalarining keng joriy etilishi monitoring va nazorat tizimlarining imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Biroq, mavjud tizimlar texnologik taraqqiyotga qaramasdan qator muammolarni saqlab qolmoqda.[2]

Monitoring va nazorat tizimlarining zamonaviy holati

Sanoat korxonalarida monitoring va nazorat tizimlari texnologik jarayonlarni boshqarishning markaziy elementi hisoblanadi. Ushbu tizimlar sensorlar, kontrollerlar, boshqaruv bloklari va dasturiy ta’minotdan iborat murakkab kompleks sifatida ishlaydi. Zamonaviy ishlab chiqarishda SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimlari, DCS (Distributed Control System) va PLC (Programmable Logic Controller) asosidagi tizimlar keng qo‘llaniladi.

Monostori (2014) ta’kidlashicha, kiber-fizik ishlab chiqarish tizimlari (Cyber-Physical Production Systems) rivojlanishi bilan monitoring va nazorat tizimlari yangi bosqichga ko‘tarilmoqda. Ushbu tizimlar fizik jarayonlarni raqamli modellar bilan bog‘laydi va real vaqt rejimida o‘zaro ta’sir qilish imkonini beradi.

Mavjud muammolar

Ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish muammolari

Tadqiqotchilar ta’kidlashicha, zamonaviy monitoring tizimlarining asosiy kamchiliklaridan biri katta hajmdagi ma’lumotlarni samarali qayta ishlash va ulardan boshqaruv qarorlarini qabul qilishda foydalanish imkoniyatlarining cheklanganligidir. Lee va hamkorlari (2015) sanoatning "Industry 4.0" konsepsiyasiga o‘tishi sharoitida ishlab chiqarish tizimlari ulkan hajmdagi ma’lumotlarni hosil qilayotganini, biroq ushbu ma’lumotlarning katta qismi amaliy qarorlar qabul qilish jarayonida to‘liq foydalanilmayotganini qayd etganlar. Natijada monitoring tizimlari ma’lumotlarni yig‘ish vazifasini bajarsa-da, ularni intellektual tahlil qilish va nosozliklarni oldindan aniqlash imkoniyatlari yetarli darajada rivojlanmagan.

Chiang va Zhang (2016) sanoatning raqamli transformatsiyasi sharoitida "Big Data" texnologiyalaridan samarali foydalanish monitoring tizimlarining aniqligi va tezkorligini oshirish uchun muhim omil ekanligini ta’kidlaydilar. Ulaming fikricha, katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlashning samarasizligi ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish imkoniyatlarini cheklaydi.

Eskirgan apparat va dasturiy platformalar

Ko‘plab korxonalarda foydalanilayotgan nazorat tizimlari eskirgan apparat va dasturiy platformalarga asoslangan bo‘lib, ular zamonaviy ishlab chiqarish talablariga to‘liq javob bermaydi. Qin va Badgwell (2003) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ko‘plab sanoat korxonalarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining samaradorligi sensorlardan olinadigan ma’lumotlarning sifatiga va boshqaruv algoritmlarining moslashuvchanligiga bevosita bog‘liq ekanligi ko‘rsatib berilgan. Sensorlarning kalibrovka xatolari yoki texnik nosozliklari noto‘g‘ri boshqaruv qarorlariga sabab bo‘lishi mumkin

Kiberxavfsizlik tahdidlari

Monitoring va nazorat tizimlarining yana bir muhim muammosi kiberxavfsizlik bilan bog‘liq. Raqamli texnologiyalarning keng joriy etilishi ishlab chiqarish tizimlarini tashqi tarmoqlar bilan integratsiyalash imkonini bergan bo‘lsa-da, bu holat kiberhujumlar xavfini ham oshirmoqda. Humayed va boshqalar (2017) sanoat boshqaruv tizimlari (ICS) va SCADA tizimlariga qarshi amalga oshirilayotgan kiberhujumlar soni ortib borayotganini hamda bunday tahdidlar ishlab chiqarishning to‘xtab qolishi yoki texnologik avariyalarga sabab bo‘lishi mumkinligini ta’kidlaganlar.

Real vaqt rejimidagi kechikishlar

Uzluksiz ishlab chiqarishda monitoring va nazorat tizimlari samaradorligini pasaytiruvchi omillardan biri ma’lumotlarning real vaqt rejimida uzatilishi va qayta ishlanishidagi kechikishlardir. Murakkab texnologik jarayonlarda hatto soniyaning kichik ulushlaridagi kechikishlar ham mahsulot sifatining pasayishiga yoki energiya resurslarining ortiqcha sarflanishiga olib kelishi mumkin.

Takomillashtirish yo‘nalishlari

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mavjud monitoring va nazorat tizimlari texnologik jarayonlarni nazorat qilishda muhim rol o‘ynayotgan bo‘lsa-da, ularning ma’lumotlarni qayta ishlash tezligi, prognozlash imkoniyatlari, integratsiya darajasi va kiberxavfsizlik jihatlarida bir qator kamchiliklari mavjud. Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun quyidagi yondashuvlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy va amaliy vazifa hisoblanadi:

Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish texnologiyalari

Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish algoritmlari monitoring tizimlarining prognozlash imkoniyatlarini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Ushbu texnologiyalar yordamida nosozliklarni oldindan aniqlash, texnologik parametrlarning optimallashtirilgan qiymatlarini hisoblash va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatik boshqarish imkoniyatlari paydo bo‘ladi.

Raqamli egizaklar (Digital Twin) texnologiyasi

Raqamli egizaklar texnologiyasi fizik jarayonlarning raqamli nusxalarini yaratish va ular yordamida real vaqt rejimida simulyatsiya va tahlillar o‘tkazish imkonini beradi. Bu yondashuv texnologik jarayonlarni chuqurroq tushunish, muammoli holatlarni oldindan bashorat qilish va samarali boshqaruv qarorlarini ishlab chiqishga yordam beradi.

Sanoat interneti (IIoT) va bulutli hisoblash texnologiyalari

IIoT texnologiyalari sensorlar, kontrollerlar va boshqaruv tizimlari o‘rtasida samarali ma’lumot almashishni ta’minlaydi. Bulutli hisoblash platformalari esa katta hajmdagi ma’lumotlarni saqlash, qayta ishlash va tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Kiberxavfsizlik choralarini kuchaytirish

Zamonaviy kriptografik usullar, tarmoq segmentatsiyasi, multi-faktorli autentifikatsiya va doimiy monitoring asosida sanoat tizimlarining kiberxavfsizligini ta’minlash strategiyalarini ishlab chiqish zarur.

XULOSA

Uzluksiz ishlab chiqarishda monitoring va nazorat tizimlari mahsulot sifati, ishlab chiqarish unumdorligi va texnologik xavfsizlikni ta’minlashda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Biroq, mavjud tizimlar ma’lumotlarni qayta ishlash tezligi, prognozlash imkoniyatlari, integratsiya darajasi va kiberxavfsizlik jihatlarida bir qator kamchiliklarga ega.

Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun sun’iy intellekt, mashinaviy o‘qitish, raqamli egizaklar va sanoat interneti texnologiyalariga asoslangan yangi yondashuvlarni ishlab chiqish va joriy etish muhim ahamiyatga ega. Kelgusida ushbu texnologiyalarning sanoat monitoring tizimlariga integratsiyasi bo‘yicha amaliy tadqiqotlarni davom ettirish, shuningdek, ularning iqtisodiy samaradorligini baholash bo‘yicha ishlarni olib borish maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR

1. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
2. Qin, S. J., & Badgwell, T. A. (2003). A Survey of Industrial Model Predictive Control Technology. *Control Engineering Practice*, 11(7), 733–764.
3. Humayed, A., Lin, J., Li, F., & Luo, B. (2017). Cyber-Physical Systems Security—A Survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(6), 1802–1831.
4. Chiang, L., & Zhang, B. (2016). Process Monitoring, Fault Diagnosis, and Prognosis in the Big Data Era: Basic Concepts, Methods, and Challenges. *ACS Symposium Series*,1245,1–19.

UO‘T: 004.8:658.5.

ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARIDA PROGNOZLASH VA MA’LUMOTLARNI TAHLIL QILISH MODELLARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH.

XusainovaXusnidaxon Saloyidinovna
Namangan davlat texnika universiteti “Oliy matematika “
kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ishlab chiqarishda prognozlash va ma’lumotlarni tahlil qilish modellari — zamonaviy iqtisodiyotning ajralmas qismi hisoblanadi. Ular kompaniyalarga bozor talabini, resurslarni va jarayonlarni yaxshiroq tushunishga yordam beradi. Ushbu modellar yordamida kelajakdagi o‘zgarishlarni oldindan aytib berish mumkin, bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini samarali rejalashtirish imkonini beradi.

Аннотация. Модели прогнозирования и анализа данных в производстве являются неотъемлемой частью современной экономики. Они помогают компаниям лучше понимать рыночный спрос, ресурсы и процессы. С помощью этих моделей можно предсказывать будущие изменения, что позволяет эффективно планировать производственные процессы.

Annotation. Forecasting and data analysis models in production are an integral part of the modern economy. They assist companies in better understanding market demand, resources, and processes. Utilizing these models allows for the anticipation of future changes, enabling more effective planning of production processes

Kalit so‘zlar: Prognozlash, modellar, strategik, , regressiya, analitika, strategiya, raqobat.

Ключевые слова: прогнозирование, модели, стратегическое планирование, регрессионный анализ, аналитика, стратегия, конкуренция.

Keywords: Forecasting, models, strategic, regression, analytics, strategy, competition.

Prognozlash — bu kelajakdagi voqealarni, tendentsiyalarni va holatlarni oldindan aytib berishga qaratilgan tizimli jarayondir. U ishlab chiqarishda ehtiyojlarni aniqlash, xarajatlarni rejalashtirish va resurslarni taqsimlash kabi muhim vazifalarni hal qilish uchun ishlatiladi. Prognozlash jarayonida dastlabki ma’lumotlar yig‘iladi — bu o‘tgan davrdagi sotuvlar, iste’mol ma’lumotlari, bozor dinamikasi va boshqa statistik ko‘rsatkichlardir. Statistik usullar yordamida ma’lumotlar tahlil qilinadi, bu esa o‘tgan davrlar bo‘yicha trendlar va izchilliklarni aniqlashga yordam beradi. Tahlil jarayonida muhim statistik ko‘rsatkichlar, masalan, o‘rtacha, median, dispersiya va standart og‘ish kabi ma’lumotlar foydalaniladi. Ushbu ma’lumotlar asosida, statistik xulosalar orqali kelajakdagi ehtimollar keltiriladi.[1]Olingan natijalar asosida matematik modellar quriladi. Bular orasida regressiya tahlili keng tarqalgan, u bog‘lanishlarni tushunishga yordam beradi, masalan, xarajatlar va daromad o‘rtasidagi munosabatlarni o‘rganishda. Vaqt qatorlari modeli esa vaqt o‘zgarishlari nuqtai nazaridan ma’lumotlarni tahlil qilishga mo‘ljallangan, bu orqaga qarab vaqt bo‘yicha ma’lumotlar asosida kelajagini taxmin qiladi. Sezon tarzi modellari esa yil va oy bo‘yicha ko‘rsatkichlarni farqlash uchun ishlatiladi, masalan, mavsumiy xaridlar yoki turizm faoliyatidagi o‘zgarishlarni aniqlashda foydali. Statistika va modellar qo‘shilishi natijasida korxonalar ko‘proq ishonch bilan keladigan tendensiyalarni oldindan belgilashlari va strategiyalarini yanada samarali yo‘naltirishlari mumkin.Mashina o‘rgatish texnikalari murakkab ma’lumotlar to‘plamlarini samarali tarzda tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu usullar, o‘z navbatida, katta hajmdagi ma’lumotlardan ko‘p o‘rganish jarayonini amalga oshirish va avtomatik prognozlar yaratish uchun juda foydalidir.[2]

Nazorat ostida o‘rgatishda modelga ma’lum bir natijaga yetish uchun ma’lumotlar kiritiladi,masalan, sinflar yoki kategoriya belgilari bo‘yicha. Nazoratsiz o‘rgatish esa ko‘rsatmalar bo‘lmagan chog‘da ma’lumotlardan umumiy tushunchalarni aniqlashga qaratilgan, bu klasterizatsiya va asosiy komponentlarni tahlil qilishni o‘z ichiga oladi. Kuchli o‘rgatishda esa

agent muammolarni hal qilish uchun muayyan maqsadlarga sarflanadigan vaqtni va resurslarni optimallashtirish orqali o‘rganadi.Mashina o‘rgatish salohiyati oziq-ovqat sanoati, moliya, sog‘liqni saqlash, va marketing kabi sohalarda katta muvaffaqiyatga erishishimizga yordam beradi. Misol uchun, mijozlar xulq-atvorini tahlil qilib, shaxsiy takliflar yaratish, yoki tibbiy ma’lumotlarni qayta ishlab, kasalliklarni oldindan aniqlashda qo‘llaniladi. Yana bir misol sifatida, avtomatik tarjima va nutqni tanish texnologiyalari mashina o‘rgatish orqali rivojlanmoqda. Bu texnologiyalar kelajakda ko‘plab sohalarda yangiliklar kiritishi, samaradorlikni oshirishi va qaror qabul qilish jarayonlarini osonlashtirishi kutilmoqda.Natijada, prognozlash jarayoni kompaniyalar uchun strategik qarorlarni qabul qilishda asosiy rol o‘ynaydi va raqobatbardosh ustunlikni ta’minlaydi.

Ma’lumotlarni tahlil qilish modellariga kelsak, ular ma’lumotlarni yig‘ish, tozalash va tahlil qilish jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Birinchi navbatda, ma’lumotlar yig‘ish jarayoni turli manbalardan, masalan, sensorlar, onlayn platformalar yoki tadqiqotlardan to‘planadi. Keyin, tozalash bosqichida, berilgan ma’lumotlardagi noaniqliklar, takrorlar va xatolar aniqlanadi va tuzatiladi. Tahlil jarayoni esa ma’lumotlardan foydali ma’lumotlarni olishga qaratilgan. Bu jarayonda statistik usullar, mashina o‘rgatish algoritmlari va ma’lumotlarni vizualizatsiya qilish texnikalari qo‘llaniladi. Masalan, ishlab chiqarishda ma’lumotlar bazasidan foydalanish.Ishlab chiqarish bo‘yicha ma’lumotlar bazasi, kompaniya yoki tadbirkorlik faoliyatini boshqarishda mahsulotlar, xizmatlar va ichki jarayonlarga oid ma’lumotlar to‘plamini anglatadi. Bu ma’lumotlar bazasi, arxivlashing, qidirish, tahlil etish va ma’lumotlarni ishlashning boshqa jarayonlarini o‘tkazishni tashkil etadi.Bu ma’lumotlar bazasidan foydalanish, iste’molchilarga arz etilgan ma’lumotlarni tez va sodda usulda topish va olishlarini ta’minlaydi. Istalgan paytda, kompaniya rahbarlari, xodimlar va boshqa shaxslar, ma’lumotlar bazasidan foydalanib, faoliyatlarini yaxshilashga yordam beradi va qaror qabul qilish jarayonlarini soddalashtiradi.Ma’lumotlar bazasidan foydalanish, kompaniyangizning faolliklarini yaxshilash, musterilar bilan taalluqli ko‘rsatmalarni takomillashtirish va yangi strategiyalarni rivojlantirish imkoniyatini beradi. Bu esa, kompaniyangizni rivojlantirish va muvafaqqiyatini rag‘batlantirishga yordam beradi. jarayonlarini yanada samarali qilishga yordam beradi. Bu, mahsulot sifatini nazorat qilish, xarajatlarni minimallashtirish, va ishlab chiqarishda muammolarni aniqlashga imkon beradi

Ishlab chiqarishda prognozlash va ma’lumotlarni tahlil qilish zamonaviy iqtisodiyotning muhim qismidir. Ushbu modellar bozor talabini tushunish va ishlab chiqarish jarayonlarini rejalashtirishga yordam beradi. Prognozlash kelajakdagi voqealarni oldindan aytish jarayonidir, u o‘tgan ma’lumotlarga asoslangan tahlillarni o‘z ichiga oladi. Statistik usullar yordamida trendlar va izchilliklar aniqlanadi, bu esa muhim ko‘rsatkichlar, masalan, dispersiya va standart og‘ishdan foydalanadi. Regressiya tahlili xarajatlar va daromadlar o‘rtasidagi bog‘lanishni aniqlashda, vaqt qatorlari esa vaqt o‘zgarishlarini tahlil qilishda qo‘llaniladi. Mashina o‘rgatish texnikalari murakkab ma’lumotlarni tahlil qilishda samarali vosita bo‘lib, nazorat ostida, nazoratsiz va kuchli o‘rgatish usullarini o‘z ichiga oladi. Bu yondashuvlar korxonalarga mustaqil ravishda prognozlar tuzish imkonini beradi.Mashina o‘rgatish salohiyati nafaqat oziq-ovqat sanoati, moliya, sog‘liqni saqlash, va marketing kabi sohalarda, balki umuman zamonaviy iqtisodiyot va texnologik taraqqiyotda katta rol o‘ynaydi. Mijozlarning xulq-atvorini tahlil qilish orqali shaxsiy takliflar yaratish, kasalliklarni oldindan aniqlash uchun tibbiy ma’lumotlarni qayta ishlash kabi misollar, mashina o‘rgatish texnologiyalarining amaliy qo‘llanilishining samaradorligini ko‘rsatadi. Avtomatik tarjima va nutqni tanish texnologiyalari, odamlar o‘rtasida muloqotni osonlashtirib, global aloqalarni mustahkamlashga yordam beradi.Ma’lumotlarni tahlil qilish jarayoni esa, kompaniyalar uchun strategik qarorlarni qabul qilishda muhim ahamiyatga ega. Bu jarayonda ma’lumotlar yig‘ish, tozalash va tahlil qilish bosqichlari katta rol o‘ynaydi. Foydali ma’lumotlarni

olish uchun statistik usullar, mashina o‘rgatish algoritmlari va vizualizatsiya texnikalari qo‘llaniladi. Natijada, bu jarayonlar mahsulot sifatini nazorat qilish, xarajatlarni kamaytirish va ishlab chiqarishdagi muammolarni aniqlashga yordam beradi.Kelajakda mashina o‘rgatish va ma’lumotlar tahlili texnologiyalari ko‘plab sohalarda innovatsiyalar kiritadi, samaradorlikni oshiradi va qaror qabul qilish jarayonini yengillashtiradi. Shu bilan birga, bu jarayonlar orqali kompaniyalar raqobatbardosh ustunlikka ega bo‘lish imkoniyatiga ega bo‘ladi, bu esa biznesni rivojlantirish va foyda olish jarayonini tezlashtiradi.

ADABIYOTLAR

1. W. Edwards Deming - "Out of the Crisis": ishlab chiqarishda sifatni oshirish va statistik sifat nazorati haqida.
2. Michael Hammer - "Reengineering the Corporation": biznes jarayonlarini qayta ko‘rib chiqish va ma’lumotlarni samarali boshqarish haqida.
3. David E. Rumelhart, Geoffrey E. Hinton, and Ronald J. Williams - "Learning Representations by Back-Propagating Errors": sun’iy intellekt va ma’lumotlarning qayta ishlanishi bo‘yicha asosiy tushunchalar.
4. Peter F. Drucker - "The Effective Executive": samarali boshqaruv va prognozlash strategiyalari
5. Toshpo‘latov D. - "Ishlab chiqarish menejmenti: nazariya va amaliyot": ishlab chiqarish jarayonlarida menejment va prognozlash haqida.
6. Abdumavlonov A. - "Biznesda ma’lumotlarni qayta ishlash va ularni analiz qilish": ma’lumotlarni boshqarish bo‘yicha zamonaviy yondashuvlar.
7. Sirojiddinov S. - "Iqtisodiy prognozlash asoslari": iqtisodiy prognozlar va ularning ishlab chiqarishga ta’siri.
8. Pulatov Sh. - "Ishlab chiqarishni rejalashtirish va nazorat qilish": rejalashtirish konseptsiyalari va amaliyoti haqida.

UO‘T: 622.7:669.3

YOSHLIK KONI MIS RUDALARINING TEXNOLOGIK TADQIQOTLARI

Abdullayeva Dilnoza Ochilboy qizi.
ToshDTU 1-kurs magistranti
dabdullaeva787@gmail.com,*orcid. org/0009-0002-1710-9435*

Gazibekova Umida Raximovna.
ToshDTU 1-kurs tayanch doktaranti.
umidagazibekova737@gmail.com, orcid.org/0009-0008-2417-2305

Mamayunusov Rovshanbek Baxtiyor o‘g‘li
ToshDTU 1-kurs magistranti
mamayunusovrovshanbek3@gmail.com

Annatatsiya. Ushbu ishda dastlabki xomashyoning moddiy tarkibi hamda foydali minerallarni flotatsiya usulida ajratish jarayoni o‘rganildi. Tadqiqotlarda yangi X133 ko’pik xosil qiluvchi flotoreagent qo‘llanildi. Olingan natijalarga ko‘ra, X133 va T 92 ko’pik xosil qiluvchilar T -80 ga nisbatan misning ajralish foiz ko’rsatkichini oshirdi.

Abstract. This study investigated the material composition of the initial raw ore and the process of separating valuable minerals by flotation. A new frothing flotation reagent, X133, was used in the experiments. According to the research results, the X133 and T-92 frother increased the copper recovery rate compared to the conventional T-80 frother, demonstrating higher efficiency in the flotation process.

Аннотация. В данной работе изучены вещественный состав исходного сырья и процесс разделения полезных минералов методом флотации. В ходе исследований был применён новый пенообразующий флотореагент X133 и T-92. Полученные результаты показали, что флотореагент X133 обеспечивает более высокий показатель извлечения меди по сравнению с традиционным пенообразователем T-80. Это свидетельствует о его эффективности при флотационном обогащении медных руд.

Kalit so‘zlar: sulfidli mis rudalari, maydalash darajasi, ruda namunalari, kollektiv flotatsiya, X133,T-92 ,T-80 maydalash, yig‘uvchi reagent, ruda.

Keywords: copper ore, flotation, frother, X133, T-92,T-80 copper recovery, flotation reagents, mineral processing.

Ключевые слова: медная руда, флотация, пенообразователь, X133, T-92, T-80 извлечение меди, флотореагенты, обогащение полезных ископаемых.

Kirish

O‘zbekiston Respublikasi xalq xo‘jaligi oldida turgan vazifalarning muvaffaqiyatli hal etilishi ko‘plab omillarga, jumladan, tog‘-kon sanoatining rivojlanish sur’atlariga bog‘liq. Mazkur tarmoq oldida foydali qazilmalarni qazib olish hajmini minimal xarajatlar bilan oshirish vazifasi turibdi.

Respublikamizda ikkita yirik korxona – Navoiy va Olmaliq kon-metallurgiya kombinatlari faoliyat yuritadi. Xomashyo zaxiralari va qazib olish ko‘lami bo‘yicha ular dunyoning yetakchi o‘nta korxonasi qatoridan o‘rin olgan.

Yangi turdagi reagentlardan foydalangan holda mis rudalarini boyitish texnologiyasini ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotlarning maqsadi Yoshlik koni mis rudalarining moddiy tarkibi va boyitilish xususiyatlarini an’anaviy hamda yangi mahalliy reagentlar qo‘llagan holda o‘rganishdan iborat.

Tadqiqot uchun olingan texnologik namuna birlamchi sulfidli mis-molibden rudasidan iborat. Namunadagi foydali komponentlar miqdori quyidagicha: mis – 0,47 %, molibden – 0,0025 %, oltin – 0,20 g/t. Rudadagi misning deyarli barchasi xalkopirit va qisman bornit sulfid minerallari ko‘rinishida uchraydi.

Misning asosiy qismi xalkopirit, bornit,xalkazin,kovellin,malaxit,azurit,kuprit minerallari tarkibida uchraydi. Molibden esa molibdenit shaklida mavjud.Bundan tashqari kamroq uchraydigan molibden minerallari Vulfenit,Pauellit xisoblanadi. Noruda minerallari asosan kvars, seritsit, dala shpati, xlorit va karbonatlardan tashkil topgan. Rudada seritsit va xloritning yuqori miqdorda mavjudligi, ularning mayda va yupqa tangachasimon agregatlar hosil qilishi rudaning texnologik xossalarini yomonlashtiradi. Sanoat ahamiyatiga ega bo‘lgan asosiy mineral – xalkopirit donalarining juda mayda o‘lchamda bo‘lishi hamda boshqa minerallar bilan zich va nozik o‘sganligi yuqori sifatli konsentrat olishni murakkablashtiradi.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi

Mis-molibden rudalarini boyitishda flotatsiya usuli asosiy texnologik jarayonlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonning samaradorligi ko‘p jihatdan qo‘llaniladigan reagentlar, xususan ko‘pik hosil qiluvchilarning xossalariga bog‘liq. Xorijiy tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan ilmiy ishlarda flotatsiya jarayonida ko‘pik hosil qiluvchi reagentlarning mineral zarrachalarining ajralishiga, ko‘pikning barqarorligiga va konsentrat sifatiga ta'siri keng o‘rganilgan.

Mahalliy olimlar va ishlab chiqarish mutaxassislari tomonidan ham Olmaliq konlari rudalarini boyitishda qo‘llaniladigan reagentlarning texnologik ko‘rsatkichlarga ta'siri bo‘yicha qator tadqiqotlar amalga oshirilgan. Mazkur ishlarda T-80 reagenti flotatsiya jarayonida samarali ko‘pik hosil qiluvchi reagent sifatida tavsiflanib, uning qo‘llanilishi natijasida qimmatbaho komponentlarning ajralish ko‘rsatkichlari yaxshilanishi qayd etilgan.

Shu bilan birga, reagentlar assortimentini kengaytirish, import o‘rnini bosuvchi mahsulotlardan foydalanish hamda texnologik va iqtisodiy samaradorlikni oshirish maqsadida yangi reagentlarni tadqiq etish dolzarb masala bo‘lib qolmoqda. Xususan, T-92 va X-133 reagentlari flotatsiya jarayonida qo‘llash uchun istiqbolli reagentlar sifatida qiziqish uyg‘otmoqda. Biroq mavjud ilmiy manbalarda ushbu reagentlarning T-80 reagentiga nisbatan samaradorligi bo‘yicha ma'lumotlar cheklangan.

Mazkur tadqiqotda T-92 va X-133 reagentlarining mis-molibden rudalarini flotatsiyalash jarayonidagi ta'siri T-80 reagenti bilan taqqoslab o‘rganildi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi yangi reagentlarning texnologik ko‘rsatkichlarga ta'sirini kompleks baholash hamda ularni amaliyotda qo‘llash imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

Flotatsiyaning optimal rejimi:

Rudani flotatsion boyitish jarayonida quyidagi optimal flotatsiya rejimi aniqlandi:

I-bosqich maydalash mahsulotining yirikligi:

−0,074 mm sinf ulushi – 70 %

Reagentlar sarfi

Maydalash jarayonida:

Ohak – 2.400 g/t

Asosiy flotatsiyada:

Natriy sulfidi (Na_2S) – 50 g/t

Ksantogenatlar aralashmasi (butil va izopropil ksantogenatlari) – 20 g/t

T-80 ko‘pik hosil qiluvchi reagent – 26 g/t

Nazorat flotatsiyasida:

Natriy sulfidi (Na_2S) – 11 g/t

Ksantogenatlar aralashmasi – 3,5 g/t

Mis konsentratini qayta tozalash sikli

Qo‘shimcha maydalash darajasi: −0,074 mm sinfning 98 % gacha
Asosiy flotatsiya davomiyligi – 14 daqiqa
Nazorat flotatsiyasi davomiyligi – 7 daqiqa
Birinchi qayta tozalash davomiyligi – 5,0 daqiqa
Ikkinchi qayta tozalash davomiyligi – 3,0 daqiqa

Jadval-1

Mahsulot nomi	Chiqish, %	Tarkibi, %		Ajralib chiqishi, %	
		(Cu)	(S)	(Cu)	(S)
a) Ochiq sikldagi flotatsiya natijalari					
Konsentrat	1,5	24,81	32,91	82,7	17,3
Oraliq mahsulot-1	6,7	0,17	1,50	2,4	3,0
Oraliq mahsulot-2	2,0	0,80	5,20	3,0	2,8
Oraliq mahsulot-3	6,5	0,19	17,17	3,0	34,6
Chiqindi	81,1	0,05	1,50	6,4	36,7
Ruda	100,0	0,45	3,45	100,0	100,0
b) Uzluksiz jarayon tamoyili bo‘yicha flotatsiya natijalari					
Konsentrat	1,8	19,77	34,54	84,7	15,3
Chiqindi	95,1	0,059	2,53	11,3	80,0
Ruda	100	0,45	3,45	100	100

1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, T-80 reagenti qo‘llanilganda ochiq siklda tarkibida **24,81 % mis** va **32,91 % oltingugurt** bo‘lgan sifatli mis konsentrati olingan. Bunda misning ajralib chiqish darajasi **82,7 %** ni tashkil etgan.

Uzluksiz jarayon tamoyili asosida olib borilgan tajribalarda esa tarkibida **19,77 % mis** va **34,54 % oltingugurt** bo‘lgan mis konsentrati olinib, misning ajralib chiqishi **84,7 %** ga yetgan. Bu ko‘rsatkich ochiq sikldagi natijalarga nisbatan yuqoriroq bo‘lib, uzluksiz jarayonning samaradorligini tasdiqlaydi.

Mazkur ishda ko‘pik hosil qiluvchi reagent sifatida yangi T-92va X-133 reagentlaridan foydalanish taklif etildi. Turli ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar ishtirokida olib borilgan flotatsiya tajribalarining natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

Flotatsiyaning optimal rejimi:

Rudani flotatsion boyitish jarayonida quyidagi optimal flotatsiya rejimi aniqlandi:

I-bosqich maydalash mahsulotining yirikligi:
−0,074 mm sinf ulushi – 70 %
Reagentlar sarfi
Maydalash jarayonida:
Ohak – 2.400 g/t
Asosiy flotatsiyada:
Natriy sulfidi (Na_2S) – 50 g/t
Ksantogenatlar aralashmasi (butil va izopropil ksantogenatlari) – 20 g/t
X-133 ko‘pik hosil qiluvchi reagent – 22g/t
Nazorat flotatsiyasida:
Natriy sulfidi (Na_2S) – 11 g/t
Ksantogenatlar aralashmasi – 3,5 g/t
Mis konsentratini qayta tozalash sikli
Qo‘shimcha maydalash darajasi: −0,074 mm sinfning 98 % gacha

Asosiy flotatsiya davomiyligi – 14 daqiqa
Nazorat flotatsiyasi davomiyligi – 7 daqiqa
Birinchi qayta tozalash davomiyligi – 5,0 daqiqa
Ikkinchi qayta tozalash davomiyligi – 3,0 daqiqa

Rudani turli xil ko‘pik hosil qiluvchi reagentlar ishtirokida flotatsiya qilish natijalari.

Jadval- 2.

Mahsulot nomi	Chiqish, %	Tarkibi, %		Ajralib chiqishi, %		
		(Cu)	(S)	(Cu)	(S)	
a) Ochiq sikldagi flotatsiya natijalari						
Konsentrat	1,5	24,81	32,91	82,7	17,3	T-80-26
Oraliq mahsulot-1	6,7	0,17	1,50	2,4	3,0	
Oraliq mahsulot-2	2,0	0,80	5,20	3,0	2,8	
Oraliq mahsulot-3	6,5	0,19	17,17	3,0	34,6	
Chiqindi	81,1	0,05	1,50	6,4	36,7	
Ruda	100,0	0,45	3,45	100,0	100,0	
Konsentrat	1,5	19,15	40,8	83,4	16,6	T-92-24
Oraliq mahsulot-1	7,7	0,18	1,58	2,5	3,2	
Oraliq mahsulot-2	5,0	0,83	6,20	3,6	3,8	
Oraliq mahsulot-3	7,7	0,19	17,35	3,8	35,4	
Chiqindi	83,1	0,04	1,60	6,7	40	
Ruda	100	0,47	3,5	100	100	
Konsentrat	1,5	18,88	39,13	88,6	11,1	X-133-22
Oraliq mahsulot-1	7,9	0,23	2,25	3,3	4,1	
Oraliq mahsulot-2	5,9	0,85	7,73	4,9	4,8	
Oraliq mahsulot-3	4,5	0,54	17,76	5,6	36,5	
Chiqindi	85,3	0,04	1,72	7,6	42,4	
Ruda	100	0,43	3,46	100	100	
b) Uzluksiz jarayon tamoyili bo‘yicha flotatsiya natijalari						
Konsentrat	1,7	20,77	38,54	83,7	16,3	T-80-26
Chiqindi	97,1	0,056	2,83	12,3	80,4	
Ruda	100	0,45	3,45	100	100	
Konsentrat	1,8	18,13	39,73	85,8	14,2	T-92-24
Chiqindi	98,4	0,045	2,89	14,2	82,5	
Ruda	100	0,45	3,45	100	100	
Konsentrat	1,8	17,58	40,94	89,6	10,4	X-133-22
Chiqindi	98,0	0,040	2,52	6,4	19,6	
Ruda	100	0,42	3,4	100	100	

2-jadval ma’lumotlarining tahlili shuni ko‘rsatadiki, Yoshlik koni rudasini flotatsion boyitishda yangi T-92 va X-133 ko‘pik hosil qiluvchi reagentlari qo‘llanilganda olingan texnologik ko‘rsatkichlar T-80 reagentidan foydalanilgandagi natijalarga yaqin bo‘lib, mazkur reagentlarni T-80 ning samarali muqobili sifatida qo‘llash mumkin.

Tadqiqot natijalari

Ochiq siklda o‘tkazilgan tajribalarda tarkibida 18,88 % mis va 39,13 % oltingugurt bo‘lgan mis konsentrati olindi. Misning ajralib chiqish darajasi 88,6 % ni tashkil etdi.Uzluksiz jarayon

tamoyili asosida o‘tkazilgan tajribalarda tarkibida 17,58 % mis va 40,94 % oltingugurt bo‘lgan mis konsentrati olinib, misning ajralib chiqish darajasi 89,6 % ga yetdi.

T-92 ko‘pik hosil qiluvchi reagent o‘rniga yangi X133 reagenti sinovdan o‘tkazildi. Tadqiqot natijalari ushbu reagentning texnologik ko‘rsatkichlari T-80 ga nisbatan samaraliroq deb topildi.

Xulosa

Yoshlik koni mis rudalarini flotatsion boyitishda yangi turdagi reagent T-92, Tarkibida dioksan spirtlari, efirlari hamda bir atomli, ikki atomli va uch atomli spirtlar aralashmasi mavjud. X133 yuqori samaradorlik ko‘rsatdi.U aralash spirtlar va glikol asosidagi reagent bo’lib,flotatsiya jarayonida barqaror ko’pik hosil qilishga yordam beradi.Bu esa ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va misning ko’proq ajratib olinishiga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Kaxarovna G.K. va boshqalar. Kalmakir va Sari-Cheku konlari rudalarini mahalliy reagentlar yordamida boyitish natijalari.
2. Axmedov X., Bekpo‘latov J.M., Salijonova G.K. Oltin saqlovchi sulfidli rudalarni qayta ishlash texnologiyasi.
3. Mis-molibden rudalarini boyitishda yangi flotoreagentlardan foydalanish.
4. Yoshlik koni mis rudalarining moddiy tarkibini o‘rganish.
5. Polimetall rudalarni boyitish bo‘yicha tadqiqotlar.
6.Bekpo‘latov J.M. Tog‘-kon xomashyolarini boyitish nazariyasi va amaliyoti.
7.Salijonova G.K. Mis-molibden rudalarini flotatsion boyitish texnologiyasi.
8. Ahmedov X. Flotatsiya jarayonlarida reagentlar ta'siri.
9. Wills B.A. Mineral Processing Technology.
10.Fuerstenau M.C. Froth Flotation: A Century of Innovation.
11.Bulatovic S.M. Handbook of Flotation Reagents.
12.Klimpel R.R. Reagent Optimization in Sulfide Ore Flotation.
13.Gaudin A.M. Principles of Mineral Dressing.

УДК 621.383

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Жураханов Мухаммадмирзо
Наманганский государственный технический университет

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasi energetika sektorining hozirgi holati tahlil qilinadi. Davlat tomonidan belgilangan energetika siyosatining va O‘zbekiston elektr energetikasi sanoatini 2030 yilgacha rivojlantirishning asosiy maqsadi iqtisodiy o‘sish va sanoatning mavjud ishlab chiqarish, ilmiy va texnik salohiyatidan foydalanish orqali aholining turmush darajasini yaxshilash uchun barqaror energiya ta’minoti hisoblanadi. 2017-2025 yillarda respublika bo‘ylab 76 ming kilometr elektr uzatish liniyalari va 24 mingta transformator modernizatsiya qilindi, 787 km magistral tarmoqlar, 29,5 ming km taqsimlash tarmoqlari, asosiy podstansiyalardagi 9 ta transformator va 10 270 ta transformator punktlari to‘liq ta'mirlandi, 8,6 ming km elektr uzatish tarmoqlari, 2,3 mingta transformator punktlari va 28 ta podstansiya modernizatsiya qilindi va rekonstruksiya qilindi, natijada 954 ta tumandagi 800 mingdan ortiq xonadonlarning elektr energiyasi ta’minoti yaxshilandi. Hozirda O‘zbekiston Respublikasida 15 ta quyosh va 5 ta shamol elektr stantsiyalari faoliyat yuritmoqda. 2026-yil boshidan beri ushbu stansiyalar tomonidan ishlab chiqarilgan energiya 1 milliard kVt·soatga yetdi.

Аннотация. В настоящей работе сделан анализ нынешного состояния энергетической отрасли Республики Узбекистан. Главной целью энергетической политики электроэнергетики Узбекистана на период до 2030 года, определяемой государством, является устойчивое энергообеспечение экономического роста и повышение качества жизни населения на основе использования имеющегося производственного и научно-технического потенциала отрасли. В период 2017-2025 годов по всей республике было модернизировано 76 тысяч километров линий электропередачи и 24 тысячи трансформаторов, полностью отремонтированы магистральные сети - 787 км, распределительные сети - 29,5 тыс. км, трансформаторы на главных подстанциях - 9, трансформаторные точки – 10270, модернизировано и реконструировано сети электропередачи - 8,6 тыс. км, трансформаторные точки - 2,3 тыс., подстанции – 28, в результате чего улучшилось электроснабжение более 800 тысяч домохозяйств в 954 районах. В настоящее время в Республике Узбекистан функционируют 15 солнечных и 5 ветровых электростанций. С начала 2026 года объём энергии, выработанной этими станциями, достиг 1 млрд кВт·ч.

установленной мощностью 5582 МВт, которые вырабатывают «зелёную» энергию

Abstract. This article analyzes the current state of the energy sector of the Republic of Uzbekistan. The main goal of the energy policy for the development of the electric power industry of Uzbekistan for the period up to 2030, determined by the state, is sustainable energy supply for economic growth and improving the quality of life of the population through the use of the existing production, scientific and technical potential of the industry. In the period 2017-2025, 76 thousand kilometers of power transmission lines and 24 thousand transformers were modernized throughout the republic, 787 km of trunk networks, 29.5 thousand km of distribution networks, 9 transformers at main substations, and 10,270 transformer points were completely repaired, 8.6 thousand km of power transmission networks, 2.3 thousand transformer points, and 28 substations were modernized and reconstructed, resulting in improved electricity supply to more than 800 thousand households in 954 districts. Currently, 15 solar and 5 wind power plants are operating in the Republic of Uzbekistan. Since the beginning of 2026, the energy generated by these plants has reached 1 billion kWh.

Kalit so‘z: Energetika, quyosh energetikasi, shamol elektr stansiyasi, tadqiqotlar, elektr energiyasi, iste’mol, tadqiqot, tahlil.

Ключевые слова: Энергетика, солнечная энергетика, ветровая электростанция, исследования, электроэнергия, потребление, исследование, анализ.

Keywords: Energy, solar energy, wind power plant, research, electricity, consumption, research, analysis.

Введение. В настоящее время численность населения во всем мире стремительно растет большими темпами [2]. По данным Национального комитета по статистике в январе 2026 года количество населения Республики Узбекистан составила около 38 млн, а это в свою очередь доказывает, что растёт спрос на электроэнергию [3]. Все это требует искать новые источники энергии [4]. Рост спроса стимулирует стремительное развитие станций на основе альтернативной энергии [5]. Это, в первую очередь, связано с загрязняющим эффектом тепловых станций [6]. Электроэнергетика является базовой отраслью экономики Узбекистана, стратегически важной для государства, поэтому особое внимание уделяется ее развитию. От её состояния и развития зависят соответствующие темпы роста других отраслей хозяйства, стабильность их работы. Электроэнергетика создает предпосылки для применения новых технологий, увеличения производительности труда, обеспечивает наряду с другими факторами современный комфортный уровень жизни прежде всего для населения [1].

Узбекистан в последние годы показывает устойчивый темп роста ВВП на уровне 8,0%. В обозримой перспективе предусматривается сохранение тенденции ежегодного прироста ВВП на достигнутом уровне, с реализацией мер по созданию новых крупных производств, развитию малого и среднего бизнеса, индивидуального предпринимательства, а также транспортной инфраструктуры. Эти обстоятельства потребуют адекватного роста энергопотребления в производственном секторе [1]. К тому же, устойчивый рост численности населения и уровня его доходов приведет к увеличению энергопотребления и в бытовом секторе. Главной целью энергетической политики и высшим приоритетом развития электроэнергетики Узбекистана на период до 2030 года и далее, определяемой государством, является устойчивое энергообеспечение экономического роста и повышение качества жизни населения на основе максимально эффективного использования имеющегося производственного и научно-технического потенциала отрасли. Энергетическая стратегия ставит задачу долгосрочного обеспечения энергетической независимости и безопасности, повышения энергетической эффективности, и снижения воздействия энергетики на окружающую среду. Для решения этих задач требуется разработка и внедрение новых технологий, основанных на научных достижениях, обеспечивающих более безопасную, экологически чистую энергетику [16]

Именно поэтому, наблюдается рост научных исследований по энергетической отрасли [7]. Кроме того, строятся новые станции не сжигающие топлива для борьбы с изменением климата, модернизируются электрические сети и т.д., что и наблюдается на практике [8]. Например, в работе расматривается сушка хлопка с помощью Солнца и исследуется сушильные барабаны [9]. В исследованиях практически была изучена фотоэлектрическая батарея (ФБ), которая была установлена на первой фотоэлектрической станции (ФЭС) [10]. В работе исследованы электрические параметры ФБ под названием HANWHA [15]. В исследовании разработано принципиальная схема, которая позволяет автоматизировать процесс очистки ФБ [16].

В целом, можно отметить, что наблюдается рост исследований в основном по возобновляемой энергетике. Это связано с тем, что в условиях глобального изменения климата одним из решений – электрические станции на основе ВИЭ разной мощности [11].

В климатических условиях Узбекистана в летних месяцах наблюдается жара, а зимой холод с минимальными осадками, особенно за последние годы [12]. Солнечная радиация достигает 2100 кВт·ч/м²·год на севере страны, что доказывает о высоком потенциале фотоэлектрической генерации [13]. Поэтому солнечная энергетика (СЭ) переживает стремительный рост по всей стране, что заметно наблюдается на практике [14].

В последние годы в регионах проводилась масштабная работа по обеспечению потребителей стабильным и качественным электроснабжением. В частности, в период 2017-2025 годов по всей республике было модернизировано 76 тысяч километров линий электропередачи и 24 тысячи трансформаторов. Эти показатели в несколько раз превышают объем работ, проведенных в первые годы независимости, и свидетельствуют о том, что реформы в секторе проводятся на последовательной и систематической основе. В Республике в 2025 году полностью отремонтированные сети: Магистральные сети - 787 км, распределительные сети - 29,5 тыс. км, трансформаторы на главных подстанциях - 9, трансформаторные точки - 10270. Модернизировано и реконструировано: сети электропередачи - 8,6 тыс. км, трансформаторные точки - 2,3 тыс., подстанции – 28, в результате чего улучшилось электроснабжение более 800 тысяч домохозяйств в 954 районах. Работы по дальнейшему совершенствованию и модернизации электросетей будут продолжаться до 2030 года. В рамках этой работы планируется построить около 10 тысяч километров высоковольтных линий электропередачи и 53 крупные подстанции. В результате технические потери сократятся на 5-6 % [17].

С 1 апреля 2023 года по программе «Солнечный дом» за каждый киловатт•час (кВт·ч) энергии, произведенной на ФБ, установленных на принадлежащих физическим лицам объектах, излишки от собственного потребления которой переданы в единую электроэнергетическую систему, выделяется по 1 000 сумов субсидии из Государственного бюджета. Например, в 2025 году 45381 физическое лицо получило субсидии из Государственного бюджета в размере 209 млрд 201 млн сумов за солнечную энергию, переданную в электрические сети. В январе было выработано 8 млрд 228 млн кВт·ч ЭЭ, что на 686 млн кВт·ч, или 9 %, больше по сравнению с аналогичным периодом 2025 года. Поставка: за этот период потребителям республики было поставлено 6 млрд 527 млн кВт·ч ЭЭ. Этот показатель на 313 млн кВт·ч, или 5 %, превышает уровень аналогичного периода 2025 года [17].

С начала 2026 года объём ЭЭ, выработанной солнечными и ветровыми электростанциями, достиг 1 млрд кВт·ч. Следует отметить, что в настоящее время в стране функционируют 15 ФЭС и 5 ветровых электростанций (ВЭС) общей установленной мощностью 5582 МВт, которые вырабатывают «зелёную» энергию. Как известно, в 2022 году, когда в стране началось широкое внедрение ВИЭ, солнечные ФЭС в Навоийской и Самаркандской областях выработали 434 млн кВт·ч ЭЭ, а в 2023 году — 576,9 млн кВт·ч. Если в 2024 году общий объём энергии, выработанной 9 солнечными и 1 ветровой станцией, составил 4 млрд 860 млн кВт·ч, то в 2025 году объём ЭЭ, выработанной всеми ФЭС и ВЭС, достиг 10,5 млрд кВт·ч. С начала 2026 года по состоянию 13 февраля фотоэлектрические станции выработали 396 млн кВт·ч, а ветровые электростанции — 604 млн кВт·ч. в совокупности это составляет 1 млрд кВт·ч ЭЭ. По сравнению с аналогичным периодом 2025 года объём энергии, выработанной солнечными и ВЭС, увеличился на 400 млн кВт·ч (40 %) [17].

На рис.1 приводится показатели выработки энергии электростанциями Узбекистана за последние 10 лет. В 2025 году выработка ЭЭ составила больше относительно 2016 года на 27,7 млрд кВт·ч или 46 %. Согласно анализу международных экспертов, Узбекистан входит в число наиболее энергоемких стран. В частности, почти 50 % конечного

потребления энергии в нашей стране приходится на здания, а расход энергии на квадратный метр в несколько раз выше, чем в европейских странах. В этой связи в



Рис.1. Выработка ЭЭ за 2016-2025 годы

прошлом году было создано отдельное агентство для осуществления системных реформ в области энерго-эффективности. На новую структуру возложена задача по сокращению к 2030 году энергопотребления в экономике как минимум на 20 %, а в государственных учреждениях и социальных организациях – на 15 % [17].

Как видно из графика, тенденция выработки ЭЭ идёт только вверх. Например, в 2026 году было выработано 86,7 млрд кВт·ч энергии, что на 5,2 млрд кВт·ч больше по сравнению с 2025 годом или на 6,38 % [17].

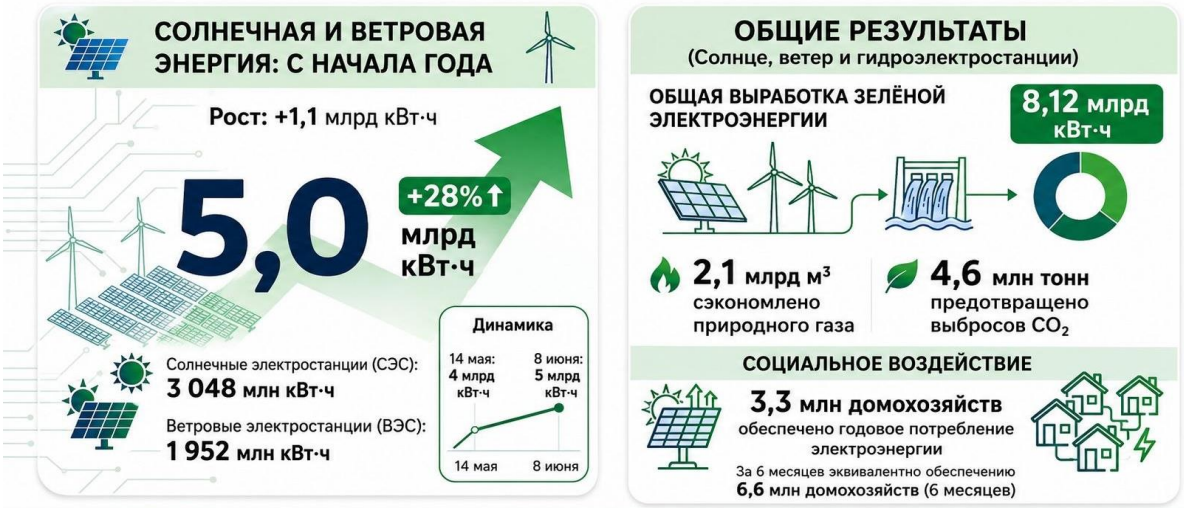


Рис.2. Состояние «зеленой энергетики» Узбекистана от 01.01-08.06.2026 год

Сегодня в нашей стране действуют крупные объекты «зеленой» энергетики общей мощностью 8 ГВт. Из них 5,6 ГВт приходится на солнечные и ветряные станции, а 2,4ГВТ— на ГЭС. «Зеленая» энергия достигла 5 млрд кВт·ч — это на 28% больше, чем за аналогичный период прошлого года (рис.2). По состоянию 8 июня, объем ЭЭ, выработанной солнечными и ВЭС в Узбекистане с начала 2026 года, достиг 5 млрд кВт·ч. В частности, солнечными ФЭС выработано 3 млрд 48 млн кВт·ч, ВЭС— 1 млрд 952 млн кВт·ч, всего 5 млрд кВт·ч ЭЭ. С начала 2026 года объем энергии, произведенной этими электростанциями, увеличился на 1,1 млрд кВт·ч, или на 28% по сравнению с аналогичным периодом 2025 года. В результате достигнута экономия 1,3 млрд кубометров природного газа, предотвращен выброс в атмосферу 2,9 млн тонн вредных веществ. Кроме того, с начала текущего года по состоянию на 8 июня все гидро-, солнечные и ветряные станции Узбекистана выработали 8 млрд 120 млн кВт·ч ЭЭ. В результате: достигнута экономия 2,1 млрд кубометров природного газа, предотвращен выброс в атмосферу более 4,6 млн тонн

вредных веществ. Данный объём энергии соответствует среднему 6-месяочному потреблению 6,6 млн домохозяйств или среднему годовому потреблению 3,3 млн домохозяйств [1]. С участием катарской компании «Nebras Power» в Сырдарьинской, Сурхандарьинской и Навоийской областях реализуются современные энергетические проекты общей мощностью 4 133 МВт. В частности, ведётся строительство тепловых электростанций мощностью 1573 МВт в Сырдарьинской области и 1560 МВт — в Сурхандарьинской области. Также продолжается работа над проектом ветровой станции, которая будет имеет мощность 1 ГВт в Навоийской области [17].

Наряду со строительством ФЭС и ВЭС, в последние годы особое внимание уделяется внедрению систем накопления энергии (СНЭ). Это имеет важное значение для эффективного использования ВИЭ и повышения надёжности электроснабжения. Рост доли ВИЭ требует дальнейшего развития систем накопления энергии. ФЭС вырабатывают ЭЭ преимущественно в дневное время, а ветровые — в зависимости от погодных условий. СНЭ позволяют аккумулировать избыточную ЭЭ и передавать её в сеть в часы максимального потребления. В 2024 году впервые в стране в Ферганской и Андижанской областях были введены в эксплуатацию две системы накопления энергии мощностью по 150 МВт каждая. Их совокупная мощность составила 300 МВт, а энергоёмкость — 600 МВт·ч. В 2025 году были введены в эксплуатацию новые системы накопления энергии общей мощностью 1245 МВт и энергоёмкостью 1600 МВт·ч. В результате на сегодняшний день в энергосистеме Республике Узбекистан функционируют системы накопления энергии общей мощностью 1545 МВт и энергоёмкостью 2600 МВт·ч. Для сравнения: установленная мощность систем накопления энергии уже сегодня превышает 13,5% вечернего максимума нагрузки энергосистемы страны. Иными словами, каждый 8-киловатт ЭЭ, потребляемой в часы вечернего максимума, может обеспечиваться за счёт ранее накопленной энергии [17].

Формирование тарифов осуществляется с учётом принципов поэтапного перехода к рыночным механизмам, включая факторы инфляции, а также затраты на производство, передачу и распределение электроэнергии. В частности, для населения, проживающего в многоквартирных домах и общежитиях, оборудованных централизованными электроплитами для приготовления пищи: до 200 кВт·ч в месяц 325 сумов, от 201 до 500 кВт·ч в месяц 450 сумов, от 501 до 1000 кВт·ч в месяц 550 сумов. Для остальных бытовых потребителей: до 200 кВт·ч в месяц 650 сумов, от 201 до 500 кВт·ч в месяц 900 сумов, от 501 до 1000 кВт·ч в месяц 1100 сумов. Для потребления больших объемов сохраняются тарифы с повышающим коэффициентом. Для всех потребителей природного газа (за исключением отдельных категорий) цена за 1 $м^3$ газа установлена в размере 2000 сумов. Для компрессорных станций заправки автомобилей газом тариф составляет 2750 сумов за 1 кубический метр. Тарифы на природный газ для населения также сохраняются в дифференцированном порядке: в отопительный сезон до 500 кубометров в месяц, в другие сезоны — до 100 кубометров в месяц цена за 1 кубометр газа составляет 1100 сумов [16].

Усложнение геополитической ситуации в мире, нестабильность глобальных энергетических рынков и высокая волатильность цен на топливно-энергетические ресурсы требуют пересмотра подходов к национальной энергетической политике. В этих условиях обеспечение энергетической безопасности, снижение зависимости от внешних факторов и повышение эффективности использования внутренних ресурсов становятся приоритетными задачами. С этой точки зрения изменения в тарифной политике приобретают не только экономическое, но и стратегическое значение, обеспечивая долгосрочную устойчивость развития энергетической системы [1].

Заключение. Таким образом, можно заключить, что электроэнергетика является базовой отраслью экономики Узбекистана, стратегически важной для государства, поэтому

особое внимание уделяется ее развитию. Сегодня в стране действуют крупные объекты «зеленой» энергетики общей мощностью 8 ГВ В настоящее время. В Республике Узбекистан функционируют 15 солнечных и 5 ветровых электростанций. С начала 2026 года объем энергии, произведенной этими электростанциями, увеличился на 28% по сравнению с аналогичным периодом 2025 года. В энергосистеме функционируют системы накопления энергии общей мощностью 1545 МВт и энергоёмкостью 2600 МВт·ч. В 2025 году полностью отремонтированы магистральные сети - 787 км, распределительные сети - 29,5 тыс. км, трансформаторы на главных подстанциях – 9 и трансформаторные точки – 10270. Формирование тарифов осуществляется с учётом принципов поэтапного перехода к рыночным механизмам, включая факторы инфляции, а также затраты на производство, передачу и распределение электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана за годы Независимости и перспективы ее развития. Т. Ишонч. 2016, 255 с.

2. Содиков Т.Б. Разработка устройства для очистки фотоэлектрической батареи от пыли // Международный журнал Альтернативная энергетика и экология, № 07 (424), с. 12-20, 2024 год.

3. Т.Б. Содиков, Х.Ф. Зикриллаев. Устройство для очистки оптической поверхности солнечной панели от пыли // Вестник московского энергетического института, № 6, с.68-75, 2024 год.

4. Зикриллаев Х.Ф., Содиков Т.Б. Исследование солнечной панели без системой очистки от пыли // Научно-технический журнал ФерПИ, № 1 (28), с.163-167, 2023 год.

5. Умурзаков А.Х., Мамаджанов А.Б., Содиков Т.Б., Акмалов Ж.Х. Определение оптимальной геометрии лопастей и оценка эффективности гравитационно-вихревой микрогидроэлектростанции с коническим бассейном // Международный журнал Альтернативная энергетика и экология, № 06 (435), с. 79-95, 2025 год.

6. Sodiqov T.B. Исследование параметров фотоэлектрических модулей солнечной фотоэлектрической станции // Строительство и образование, № 4 (5), с.370-375, 2025 год.

7. Содиков Т.Б., Лутфиллаев Н.Ф. Анализ устройств очистки фотоэлектрических модулей от загрязнений // Перспективные исследования в технических и естественных науках: сборник статей международной научной конференции, Великий Новгород, Март. - С.24-28, 2026 год.

8. Содиков Т.Б. Основные критерии для выбора составных частей устройства очистки фотоэлектрических модулей // Строительство и образование, № 4 (5), с.347-353, 2025 год.

9. Набиев М.Я., Содиқов Т.Б. Солнечная сушка хлопка // Экономика и социум, № 12 (79), с.835-838, 2020 год.

10. Kh. Zikrillayev, T.B. Sodiqov. Study of the Structural and Mechanical Part of the Hanwha Solar Panel // Scientific-technical journal of FerPI, № 5 (27), с.146-150, 2023 год.

11. Содиков Т.Б. Автоматизированное устройство для очистки солнечных панелей от пылевых загрязнений // Проблемы энерго-и ресурсосбережения, № 1, с.183-188, 2026 год.

12. Содиков Т.Б., Лутфиллаев Н.Ф. Исследование устройства очистки фотоэлектрических модулей от пыли // Universum: Технические науки, № 2 (143), с.55-58, 2026 год.

13. Содиков Т.Б., Солиев Х.А. Анализ природно-климатических условий Узбекистана // Современное состояние и перспективы инновационного развития науки: сборник статей международной конференции. Сургут, Апрель 2026 год. - с.46-48.

UO‘T: 622.7:622.349.5:504.064

XONDIZA KON BOSHQARMASI TEXNOGEN CHIQINDILARINING KIMYOVIY VA MINERALOGIK TARKIBINI TAHLIL QILISH HAMDA QAYTA ISHLASH ISTIQBOLLARI

Gazibekova Umida Raximovna
ToshDTU 1-kurs tayanch doktaranti
umidagazibekova737@gmail.com

Bekpo’latov Javlon Mustafoquliyevich
ToshDTU t.f.t DSc
bekpulatovzavlon@gmail.com

Abdullayeva Dilnoza Ochilboy qizi
ToshDTU 1-kurs magistranti
dabdullaeva787@gmail

M.M.Maxmudova
Geologiya fanlari universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada Xondiza kon boshqarmasida hosil bo‘layotgan texnogen chiqindilarning kimyoviy va mineralogik tarkibi o‘rganilgan hamda ularni qayta ishlash istiqbollari baholangan. Tadqiqot davomida chiqindilar tarkibidagi qo‘rg‘oshin, rux, mis va boshqa foydali komponentlarning taqsimlanishi, ularning granulometrik sinflar bo‘yicha joylashuvi hamda mineral shakllari aniqlangan. Natijalar texnogen chiqindilar tarkibida sanoat ahamiyatiga ega bo‘lgan foydali komponentlar sezilarli miqdorda saqlanib qolganligini ko‘rsatdi. Chiqindilarni flotatsiya usulida qayta boyitish orqali qo‘shimcha metall resurslarini ajratib olish imkoniyati mavjudligi asoslandi. Shuningdek, texnogen chiqindilarni qayta ishlashning ekologik va iqtisodiy afzalliklari tahlil qilindi.

Аннотация. В данной статье исследуется химический и минералогический состав техногенных отходов, образующихся на горнодобывающем предприятии в Хондизе, и оцениваются перспективы их переработки. В ходе исследования было определено распределение свинца, цинка, меди и других полезных компонентов в отходах, их локализация по гранулометрическим классам и минеральным формам. Результаты показали, что состав техногенных отходов содержит значительное количество полезных компонентов, имеющих промышленное значение. Обоснована возможность извлечения дополнительных металлических ресурсов путем повторного обогащения отходов флотацией. Также проанализированы экологические и экономические выгоды от переработки техногенных отходов.

Abstract. This article studies the chemical and mineralogical composition of technogenic waste generated at the Khondiza mining department and assesses the prospects for its processing. During the study, the distribution of lead, zinc, copper and other useful components in the waste, their location by granulometric classes and mineral forms were determined. The results showed that a significant amount of useful components of industrial importance were preserved in the composition of technogenic waste. The possibility of extracting additional metal resources by re-enrichment of waste by flotation was substantiated. The environmental and economic benefits of processing technogenic waste were also analyzed.

Kalit so‘zlar: texnogen chiqindi, polimetall ruda, qo‘rg‘oshin, rux, mis, flotatsiya, boyitish, mineralogik tahlil, ikkilamchi xomashyo, ekologik xavfsizlik.

Kirish

So‘nggi yillarda konchilik sanoatida resurslardan kompleks foydalanish, foydali komponentlarni maksimal darajada ajratib olish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash masalalari alohida dolzarblik kasb etmoqda. Dunyoda mineral xomashyo resurslariga bo‘lgan talabning ortib borishi va yuqori sifatli rudalar zaxirasining kamayishi natijasida texnogen hosilalardan foydalanish muhim ilmiy-amaliy yo‘nalishlardan biriga aylandi.

Polimetall rudalarni qazib olish va boyitish jarayonlarida hosil bo‘ladigan chiqindilar tarkibida ma’lum miqdorda rangli va nodir metallar saqlanib qoladi. Ushbu chiqindilar uzoq yillar davomida to‘planib borishi natijasida katta hajmdagi texnogen konlar shakllanadi. Zamonaviy boyitish texnologiyalari va yangi avlod reagentlaridan foydalanish esa avval iqtisodiy jihatdan samarasiz deb hisoblangan chiqindilarni qayta ishlash imkoniyatini yaratmoqda.

Xondiza kon boshqarmasi O‘zbekiston Respublikasidagi yirik polimetall konlardan biri hisoblanib, asosan qo‘rg‘oshin-rux rudalarini qazib olish va boyitishga ixtisoslashgan. Korxonada uzoq yillar davomida faoliyat yuritilishi natijasida katta hajmdagi texnogen chiqindilar hosil bo‘lgan. Mazkur chiqindilar tarkibini o‘rganish va ulardan qo‘shimcha metall resurslarini ajratib olish imkoniyatlarini baholash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Tadqiqot maqsadi va vazifalari

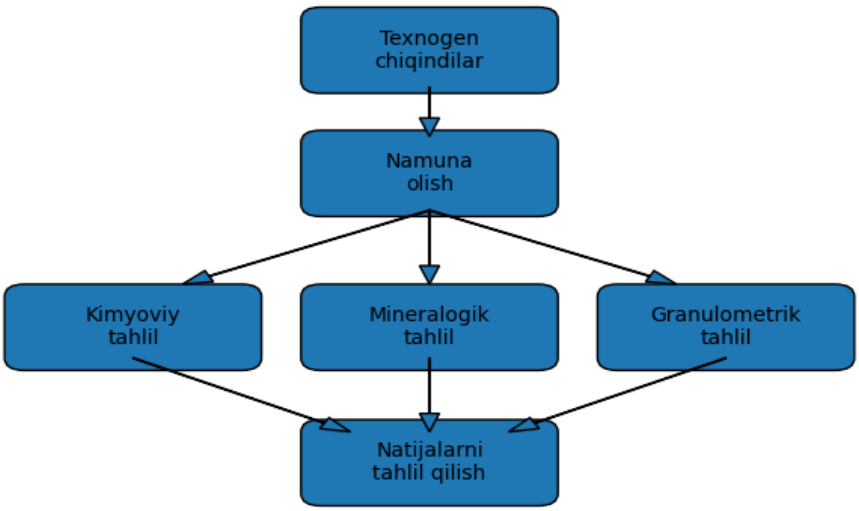
Tadqiqotning asosiy maqsadi Xondiza kon boshqarmasi texnogen chiqindilarining kimyoviy va mineralogik tarkibini o‘rganish, foydali komponentlarning yo‘qotilish sabablarini aniqlash hamda ularni qayta ishlashning istiqbolli texnologik yo‘nalishlarini baholashdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- texnogen chiqindilardan reprezentativ namunalar olish;
- chiqindilarning granulometrik tarkibini aniqlash;
- asosiy va yo‘ldosh komponentlarning kimyoviy tarkibini o‘rganish;
- mineralogik tarkibni aniqlash;
- foydali komponentlarning yo‘qotilish sabablarini baholash;
- chiqindilarni qayta ishlashning texnologik imkoniyatlarini tahlil qilish.

Tadqiqot obyekti va usullari

Tadqiqot obyekti sifatida Xondiza kon boshqarmasi chiqindixonalarida saqlanayotgan texnogen chiqindilar tanlandi. Namuna olish ishlari chiqindixonaning turli nuqtalarida, jumladan to‘g‘on qismi, markaziy hudud va chekka zonalarda amalga oshirildi. Bu esa chiqindilar tarkibining hududiy o‘zgaruvchanligini baholash imkonini berdi (1-rasm).



1-rasm. Xondiza kon boshqarmasi texnogen chiqindilarini o‘rganish va qayta ishlashning umumiy texnologik sxemasi.

Namunalarning granulometrik tarkibi elash usuli yordamida, kimyoviy tarkibi laboratoriya tahlillari orqali, mineralogik tarkibi esa mikroskopik va rentgen-fazaviy tahlil usullari asosida o‘rganildi. Olingan natijalar statistik qayta ishlanib, foydali komponentlarning taqsimlanish qonuniyatlari aniqlandi.

Tadqiqot natijalari va ularning tahlili

Kimyoviy tahlillar natijasida texnogen chiqindilar tarkibida qo‘rg‘oshin, rux va misning sanoat miqyosida qiziqish uyg‘otadigan miqdorlari saqlanib qolganligi aniqlandi. Ayrim namunalarda qo‘rg‘oshin va rux miqdorining nisbatan yuqoriligi boyitish jarayonida foydali komponentlarning to‘liq ajralmaganligini ko‘rsatadi.

Granulometrik tahlillar natijasiga ko‘ra, foydali komponentlarning asosiy qismi mayda zarracha o‘lchamlariga mansub sinflarda jamlangan. Bu holat minerallarning o‘zaro murakkab birikkanligi va boyitish jarayonida to‘liq ochilmaganligi bilan izohlanadi. Mayda fraksiyalarda metallarning ko‘proq to‘planishi qayta boyitish jarayonida qo‘shimcha maydalash va klassifikatsiyalash operatsiyalarining muhimligini ko‘rsatadi (1-jadval).

1-jadval

Xondiza kon boshqarmasi texnogen chiqindilarining o‘rtacha kimyoviy tarkibi

Komponent	Miqdori, %
Pb	0,72
Zn	1,48
Cu	0,18
Fe	12,50
S	8,30
SiO_2	48,60
CaO	6,20

Mineralogik tadqiqotlar davomida galenit (PbS), sfalerit (ZnS), xalkopirit ($CuFeS_2$), pirit (FeS_2), markazit hamda ayrim oksidlangan minerallar aniqlangan. Galenit va sfaleritning mavjudligi chiqindilarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash istiqbollarini tasdiqlaydi (2-jadval).

Tahlillar natijasida metall yo‘qotilishining asosiy sabablari sifatida quyidagilar aniqlandi:

- rudaning mineralogik tarkibining murakkabligi;
- maydalash darajasining yetarli emasligi;
- flotatsiya reagentlari sarfining optimal tanlanmaganligi;
- klassifikatsiya jarayonlaridagi kamchiliklar;
- texnologik jarayon parametrlarining o‘zgaruvchanligi.

2-jadval

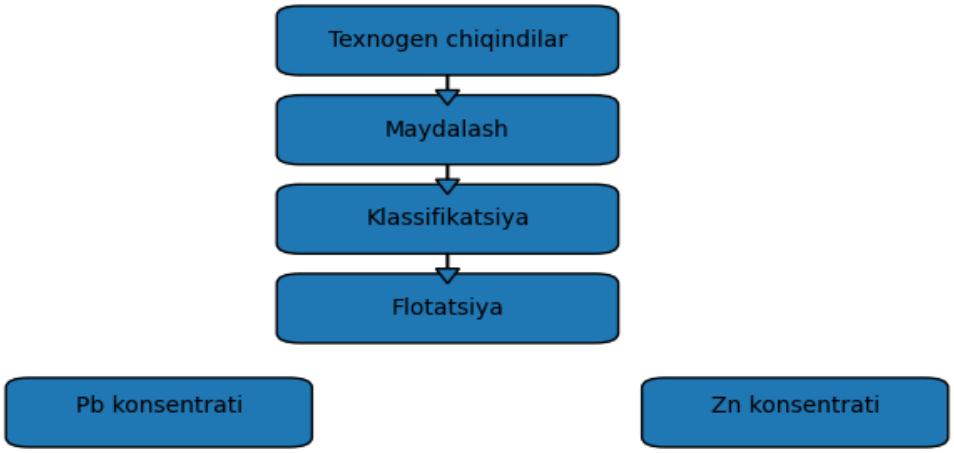
Texnogen chiqindilar tarkibidagi asosiy minerallar

Mineral	Miqdori, %
Galenit (PbS)	3,5
Sfalerit (ZnS)	5,2
Xalkopirit ($CuFeS_2$)	0,8
Pirit (FeS_2)	12,4
Kvars	45,6
Kaltsit	18,7
Boshqa minerallar	13,8

Texnogen chiqindilarni qayta ishlash istiqbollari

Texnogen chiqindilarni qayta ishlashning eng istiqbolli usullaridan biri flotatsion boyitish hisoblanadi. Laboratoriya sinovlari natijalari foydali komponentlarning asosiy qismini flotatsiya usuli yordamida qayta ajratib olish mumkinligini ko‘rsatdi (2-rasm).

Flotatsiya jarayonida kollektiv-selektiv sxemalardan foydalanish yuqori samaradorlikka erishish imkonini beradi (3-rasm). Dastlab kollektiv konsentrat olinib, keyinchalik undan qo‘rg‘oshin va rux konsentratlari selektiv ravishda ajratiladi. Zamonaviy kollektorlar, ko‘pik hosil qiluvchilar va depressor reagentlardan foydalanish ajralish ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada oshirishi mumkin (3-jadval).

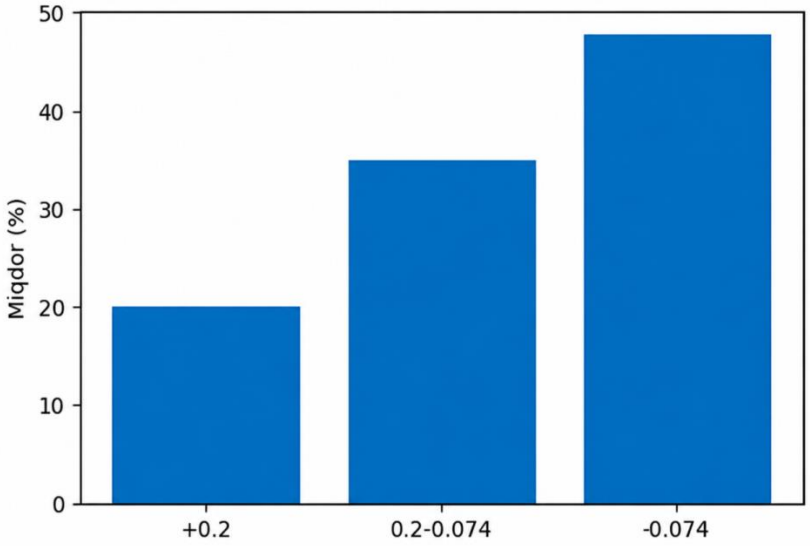


2-rasm. Texnogen chiqindilarni flotatsiya usulida qayta boyitish sxemasi.

Bundan tashqari, texnogen chiqindilarni qayta ishlashda gidrometallurgik usullar, bioeritish texnologiyalari va kombinatsiyalashgan boyitish sxemalaridan foydalanish imkoniyatlari ham mavjud. Ushbu texnologiyalar ayniqsa mayda dispers holatdagi metall komponentlarni ajratib olishda samarali hisoblanadi.

Ekologik va iqtisodiy samaradorlik

Texnogen chiqindilarni qayta ishlash nafaqat qo‘shimcha metall resurslarini olish, balki ekologik muammolarni kamaytirish nuqtai nazaridan ham muhim ahamiyatga ega. Chiqindixonalarning hajmi qisqarishi natijasida yer resurslaridan samarali foydalanish imkoniyati ortadi.



3-rasm. Foydali komponentlarning asosiy qismi mayda (-0,074 mm) sinfda to‘planganligi.

Shuningdek, sulfidli minerallarning atmosfera va yer osti suvlari bilan o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga keladigan ekologik xavf kamayadi. Bu esa atrof-muhit muhofazasi va barqaror rivojlanish tamoyillarini ta’minlashga xizmat qiladi.

3-jadval

Laboratoriya flotatsiya sinovlari natijalari

Mahsulot	Chiqish, %	Pb ajralishi, %	Zn ajralishi, %
Qo‘rg‘oshin konsentrati	8,4	72,6	15,4
Rux konsentrati	12,7	8,3	68,1
Yakuniy chiqindi	78,9	19,1	16,5

Iqtisodiy jihatdan esa mavjud texnogen chiqindilarni qayta ishlash yangi konlarni o‘zlashtirishga nisbatan kamroq kapital xarajatlarni talab qiladi. Natijada qo‘shimcha metall mahsulotlari olish bilan birga ishlab chiqarish rentabelligini oshirish mumkin bo‘ladi.

Xulosa

Tadqiqot natijalari Xondiza kon boshqarmasi texnogen chiqindilari tarkibida sanoat ahamiyatiga ega bo‘lgan qo‘rg‘oshin, rux, mis va boshqa foydali komponentlar saqlanib qolganligini ko‘rsatdi. Mineralogik tahlillar galenit, sfalerit, xalkopirit va boshqa sulfidli minerallarning mavjudligini tasdiqladi.

Foydali komponentlarning asosiy qismi mayda granulometrik sinflarda jamlanganligi aniqlanib, ularni qayta boyitish uchun flotatsiya usuli eng samarali texnologik yo‘nalish sifatida baholandi. Zamonaviy reagentlar va optimallashtirilgan texnologik sxemalarni qo‘llash orqali qo‘shimcha metall resurslarini ajratib olish imkoniyati mavjud.

Texnogen chiqindilarni qayta ishlash iqtisodiy samaradorlikni oshirish, mineral resurslardan kompleks foydalanish hamda atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirishga xizmat qiladi. Shu sababli Xondiza kon boshqarmasi chiqindilarini sanoat miqyosida qayta ishlash bo‘yicha qo‘shimcha texnologik tadqiqotlar olib borish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Abdurahmonov A.A. Foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasi. – Toshkent: Fan, 2020. – 320 b.
2. Qodirov Sh.Q. Polimetall rudalarni boyitish asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2019. – 256 b.
3. Xondiza kon boshqarmasining texnologik reglamentlari va ishlab chiqarish hisobotlari. – Boysun, 2020–2025. – Qo‘lyozma materiallari.
4. World Bureau of Metal Statistics. World Metal Statistics Yearbook [Elektron resurs]. – URL: https://www.worldbureauofmetalstatistics.com (murojaat qilingan sana: 18.06.2026).
5. International Lead and Zinc Study Group. Lead and Zinc Statistics [Elektron resurs]. – URL: https://www.ilzsg.org (murojaat qilingan sana: 18.06.2026).
6. Wills B.A., Finch J.A. Wills’ Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. – 8th ed. – Oxford: Elsevier, 2016. – 498 p.
7. Fuerstenau M.C., Han K.N. Principles of Mineral Processing. – Littleton, CO: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (SME), 2003. – 573 p.
8. Bulatovic S.M. Handbook of Flotation Reagents: Chemistry, Theory and Practice. Vol. 1: Flotation of Sulfide Ores. – Amsterdam: Elsevier, 2007. – 446 p.
9. Wills B.A. Mineral Processing Technology. – 7th ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. – 444 p.
10. Rao S.R. Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Wastes. – Amsterdam: Elsevier, 2006. – 392 p.
11. Lotter N.O., Bradshaw D.J. The status of fine particle recovery by flotation // International Journal of Mineral Processing. – 2010. – Vol. 94. – No. 1–2. – P. 1–10.

UO‘T: 621.315.61:539.216

MIKROELEKTRONIKADA QO‘LLANILADIGAN KO‘P KOMPONENTLI OKSIDLI SHISHA NANOQATLAMLARNING DIELEKTRIK VA ELEKTROFIZIK XOSSALARINI TAHLIL QILISH

Turg‘unov Muslimjon Omonboyevich
Namangan davlat texnika universiteti
bmphddsc1991@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2 tarkibli ko‘p komponentli oksidli shisha nanoqatlamning elektrofizik xossalari tahlil qilinadi. Tadqiqotda shisha nanoqatlam tarkibidagi oksid komponentlarining dielektrik singdiruvchanlik, elektr o‘tkazuvchanlik, dielektrik yo‘qotishlar, qarshilik va chastotaviy bog‘liqlik kabi xossalarga ta’siri o‘rganiladi. Bi_2O_3 va B_2O_3 shisha hosil qiluvchi hamda modifikatsiyalovchi komponentlar sifatida nanoqatlamning strukturaviy barqarorligini ta’minlasa, Ta_2O_5, Nb_2O_5 va TiO_2 kabi yuqori dielektrik xossaga ega oksidlar materialning elektrofizik parametrlarini yaxshilashga xizmat qiladi. Shuningdek, ZnO va Al_2O_3 qo‘shimchalari nanoqatlamning elektr mustahkamligi, issiqlikka chidamliligi va strukturaviy bir jinsliligiga ta’sir ko‘rsatadi. Olingan natijalar mazkur tarkibli oksidli shisha nanoqatlamlardan mikroelektronika, optoelektronika, dielektrik qoplamalar va sensor qurilmalarida foydalanish imkoniyatlarini baholashga xizmat qiladi.

Аннотация. В данной работе анализируются электрофизические свойства многокомпонентного оксидного стеклянного нанослоя состава Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2.

В исследовании рассматривается влияние оксидных компонентов, входящих в состав стеклянного нанослоя, на такие свойства, как диэлектрическая проницаемость, электрическая проводимость, диэлектрические потери, сопротивление и частотная зависимость. Bi_2O_3 и B_2O_3, выступая в качестве стеклообразующих и модифицирующих компонентов, обеспечивают структурную устойчивость нанослоя, тогда как оксиды с высокими диэлектрическими свойствами, такие как Ta_2O_5, Nb_2O_5 и TiO_2, способствуют улучшению электрофизических параметров материала. Кроме того, добавки ZnO и Al_2O_3 оказывают влияние на электрическую прочность, термостойкость и структурную однородность нанослоя. Полученные результаты служат основой для оценки возможности применения оксидных стеклянных нанослоёв данного состава в микроэлектронике, оптоэлектронике, диэлектрических покрытиях и сенсорных устройствах.

Abstract. This work analyzes the electrophysical properties of a multicomponent oxide glass nanolayer with the composition Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2. The study investigates the influence of oxide components in the glass nanolayer on such properties as dielectric permittivity, electrical conductivity, dielectric losses, resistance, and frequency dependence. Bi_2O_3 and B_2O_3, acting as glass-forming and modifying components, provide structural stability of the nanolayer, while oxides with high dielectric properties, such as Ta_2O_5, Nb_2O_5, and TiO_2, contribute to the improvement of the material’s electrophysical parameters. In addition, ZnO and Al_2O_3 additives affect the dielectric strength, thermal stability, and structural homogeneity of the nanolayer. The obtained results provide a basis for evaluating the possibility of using oxide glass nanolayers of this composition in microelectronics, optoelectronics, dielectric coatings, and sensor devices.

Kalit so‘zlar: ko‘p komponentli oksidli shisha, nanoqatlam, Bi_2O_3, B_2O_3, SiO_2, ZnO, Al_2O_3, Ta_2O_5, Nb_2O_5, TiO_2, elektrofizik xossalar, dielektrik singdiruvchanlik, elektr o‘tkazuvchanlik, dielektrik yo‘qotishlar, shisha struktura, yupqa qatlamlar.

Ключевые слова: многокомпонентное оксидное стекло, нанослой, Bi_2O_3, B_2O_3, SiO_2, ZnO, Al_2O_3, Ta_2O_5, Nb_2O_5, TiO_2, электрофизические свойства, диэлектрическая

проницаемость, электрическая проводимость, диэлектрические потери, структура стекла, тонкие плёнки.

Keywords: multicomponent oxide glass, nanolayer, Bi_2O_3, B_2O_3, SiO_2, ZnO, Al_2O_3, Ta_2O_5, Nb_2O_5, TiO_2, electrophysical properties, dielectric permittivity, electrical conductivity, dielectric losses, glass structure, thin films.

Kirish.

Asosiy tarkibiy qismlarni tanlab olish

Bi_2O_3 - shisha tarkibida og‘ir metall oksidi sifatida qatnashadi. U shishaning zichligini, qutblanuvchanligini va dielektrik singdiruvchanligini oshirishga xizmat qiladi. Mikroelektronika uchun muhim tomoni shundaki, Bi_2O_3 asosidagi shishalar elektronika, sensorlar, germetik qoplamalar va metallizatsiya materiallarida qo‘llanilishi mumkin. Bi_2O_3 asosidagi shishalar qo‘rg‘oshinsiz materiallar uchun muqobil sifatida ham o‘rganiladi. Bi_2O_3 miqdori ortsa, nanoqatlamning dielektrik doimiysi oshishi mumkin. Biroq haddan tashqari ko‘p bo‘lsa, dielektrik yo‘qotishlar va elektr oqish toki ortishi ehtimoli bor B_2O_3 ko‘p komponentli shishalarda asosiy shisha hosil qiluvchi oksidlardan biridir. U shisha tarmog‘ida BO_3 va BO_4 strukturaviy birliklarini hosil qilib, amorf tuzilmani shakllantiradi. Bor oksidli shishalarning strukturasi tarkibdagi modifikatorlar va sintez sharoitlariga kuchli bog‘liq bo‘ladi. B_2O_3 nanoqatlamning bir jinsli, shishasimon va amorf tuzilishini ta’minlaydi. Bu esa elektr qarshilikni oshirish, dielektrik yo‘qotishlarni kamaytirish va yupqa qatlamning barqarorligini yaxshilashga yordam beradi.

SiO_2 - mikroelektronikada eng muhim dielektrik materiallardan biri hisoblanadi. U kondensatorlar, tranzistorlar, izolyatsion qatlamlar va mikromexanik tizimlarda dielektrik hamda izolyator sifatida keng qo‘llaniladi. Yuqori sifatli SiO_2 qatlamlari juda yaxshi elektr izolyatsiya xossalariga ega.

SiO_2 nanoqatlamga yuqori elektr qarshilik, issiqlik barqarorligi va kimyoviy chidamlilik beradi. Lekin SiO_2 ning dielektrik doimiysi nisbatan past bo‘lgani uchun Ta_2O_5, Nb_2O_5 va TiO_2 kabi yuqori dielektrikli oksidlar bilan birga ishlatiladi. SiO_2 MOSFET texnologiyalarida uzoq vaqt asosiy gate-dielektrik bo‘lgan, ammo juda yupqa qatlamlarda tunnellanish oqimi muammosi kuchayadi.

ZnO - yarimo‘tkazgich xossaga ega oksid bo‘lib, elektronika, optoelektronika, sensorlar, fotodetektorlar va yupqa qatlamli qurilmalarda qo‘llaniladi. Uning keng taqiqlangan zona energiyasi va yaxshi elektron harakatchanligi uni funksional oksid materiali sifatida muhim qiladi.

ZnO nanoqatlamning elektr o‘tkazuvchanligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. U kichik miqdorda strukturani modifikatsiya qilib, qatlam zichligi va bir jinsliligini yaxshilashi mumkin. Ammo ZnO yarimo‘tkazgich tabiatga ega bo‘lgani sababli uning miqdori ortib ketsa, oqish toki va dielektrik yo‘qotishlar oshishi mumkin.

Al_2O_3 - dielektrik material sifatida mikroelektronikada muhim ahamiyatga ega. U yupqa qatlamlarda oqish tokini kamaytirish, buzilish kuchlanishini oshirish va qatlam barqarorligini yaxshilash uchun qo‘llaniladi. Al_2O_3 qo‘shilgan kompozit dielektrik qatlamlarda yuqori sig‘im, past oqish toki va yaxshi integratsiyalanish imkoniyati qayd etilgan.

Al_2O_3 nanoqatlamning elektr mustahkamligini oshiradi, dielektrik yo‘qotishlarni kamaytiradi va issiqlikka chidamliligini yaxshilaydi. U SiO_2 bilan birgalikda shisha tarmog‘ini mustahkamlovchi komponent sifatida ham ishlaydi.

Ta_2O_5 - yuqori dielektrik doimiyga ega oksid bo‘lib, mikroelektronikada yupqa dielektrik qatlam, gate oxide, izolyatsion qatlam va DRAM kondensatorlarida sig‘imni oshirish uchun qo‘llaniladi. Uning yuqori dielektrik doimiysi, yuqori sinish ko‘rsatkichi va past optik yutilishi muhim xossalardan hisoblanadi.

Ta_2O_5 nanoqatlamning umumiy dielektrik singdiruvchanligini oshiradi. Bu mikroelektronik kondensatorlar va izolyatsion qatlamlar uchun foydali. Biroq kislorod vakansiyalari paydo bo‘lsa, oqish toki ortishi va qatlamning dielektrik sifati pasayishi mumkin.

Nb_2O_5 - ham yuqori dielektrikli oksidlar guruhiga kiradi. Uning xossalari kristall fazasiga va hosil qilish texnologiyasiga bog‘liq. Nb_2O_5 yupqa qatlamlari sol-gel, sputtering, CVD, ALD va boshqa usullar bilan olinishi mumkin. Ayrim fazalarida dielektrik doimiysi juda yuqori bo‘lishi qayd etilgan.

Nb_2O_5 nanoqatlamda qutblanish jarayonlarini kuchaytiradi va dielektrik singdiruvchanlikni oshiradi. U Ta_2O_5 va TiO_2 bilan birgalikda yuqori sig‘imli dielektrik qatlam hosil qilishga xizmat qiladi. Biroq strukturaviy nuqsonlar va fazaviy o‘zgarishlar dielektrik yo‘qotishlarga ta’sir qilishi mumkin.

TiO_2 - yuqori dielektrik doimiyga ega oksid bo‘lib, nanoqatlamning sig‘im va qutblanish xossalarini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. TiO_2 yupqa qatlamlari DRAM kondensatorlari va yuqori dielektrikli qatlamlar uchun istiqbolli material sifatida o‘rganilgan.

TiO_2 dielektrik singdiruvchanlikni oshiradi, lekin u kislorod vakansiyalari yoki nuqsonlar mavjud bo‘lganda oqish tokini ham kuchaytirishi mumkin. Shuning uchun TiO_2 miqdori va qatlam olish sharoiti ehtiyotkorlik bilan tanlanadi.

Tarkibi va foizlarini optimal tanlov usuli bilan quydagicha olinadi. o**ksidlarning roliga qarab, dastlabki tarkibni mol foiz (%) bo’yicha tanlab massa foiz (%) ga o‘tkaziladi, va 100% ga normallashtirildi va quydagicha izohlanadi.**

$$W_i = \frac{N_i M_i}{\sum(N_j M_i)}\ 100\% \quad (1)$$

W_i—komponentning massa foizi, N_I - moddaning mol miqdori,M_i-moddaning molyar massasi, $(\frac{g}{mol})$ $\sum(N_j M_i)$-komponentning umumiy massasi,

Aralashmaning o‘rtacha molyar massasi quyidagicha aniqlanadi

$$M = \frac{\sum_{i-1}^{n} N_i M_i}{\sum_{i-1}^{n} N_i} \quad (2)$$

Agar tarkib mol foizda berilgan bo‘lsa:

$$M = \frac{x_1 M_1 + x_2 M_2 + \cdots + x_n M_n}{100} \quad (3)$$

bu yerda: x_i— komponentning mol foizi, %; $\bar{M}$— aralashmaning o‘rtacha molyar massasi, g/mol.

Bu formula aralashmaning umumiy molekulyar-og‘irlik tavsifini baholashda ishlatiladi.

Komponentlarning massa ulushi va zichliklari ma’lum bo‘lsa, aralashmaning nazariy zichligi quyidagicha hisoblanadi:

$$\rho_{naz} = \frac{100}{\sum_{i-1}^{n} \frac{W_i}{\rho_I}} \quad (4)$$

Bu yerda: ρ_{naz}— aralashmaning nazariy zichligi, g/cm³; W_i— komponentning massa foizi, %; ρ_i— alohida oksidning zichligi, g/cm³. Bi_2O_3, Ta_2O_5 va Nb_2O_5 kabi og‘ir oksidlar miqdori ortishi bilan odatda zichlik oshadi.

1-Jadval

Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2. Aralashmali komponentlarnig massa ulishi xisobida tayyorlash usuli					
№	Komponent	Nomi	Vazifasi	Massa ulishi 100 %	100 gr namuna uchun
1	Bi_2O_3	Vismut 3 oksid	Dielektrik singdiruvchanlikni oshiradi, shisha zichligini yaxshilaydi	35%	35 gr

2	B_2O_3	Bor oksid	Shisha hosil qiluvchi asosiy komponent	20%	20 gr
3	SiO_2	Kremniy dioksid	Shisha tarmog‘ini mustahkamlaydi, elektr izolyatsiyani oshiradi	15%	15 gr
4	ZnO	Rux oksid	Strukturani barqarorlashtiradi, elektrofizik xossalarga ta’sir qiladi	8%	8 gr
5	Al_2O_3	Alyuminiy oksid	Issiqlikka chidamlilik va elektr mustahkamlikni oshiradi	5%	5 gr
6	Ta_2O_5	Tantal oksid	Yuqori dielektrik xossa beradi	6%	6 gr
7	Nb_2O_5	Niobiy oksid	Dielektrik singdiruvchanlikni oshiradi	6%	6 gr
8	TiO_2.	Titan dioksid	Qutblanish va dielektrik xossalarni yaxshilaydi	5%	5 gr

Ushbu formulalar yordamida tanlangan mol foiz tarkib avval massa foizga aylantiriladi, so‘ng aralashmaning o‘rtacha molyar massasi, nazariy zichligi, molyar hajmi va kislorod qadoqlanish zichligi hisoblanadi. Bu kattaliklar Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2 sistemasidagi shisha yoki keramika materialining strukturaviy va fizik xossalarini oldindan baholash imkonini beradi.



1-rasm. Analitik tarozi



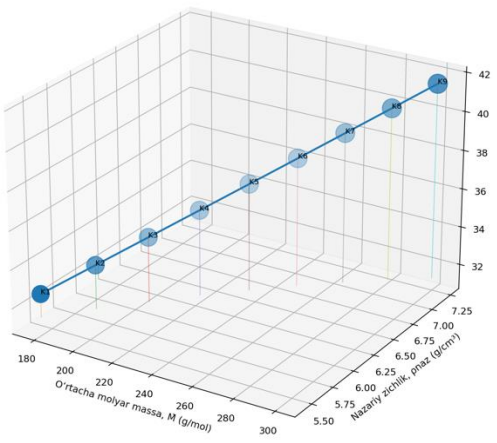
2-rasm. Boshlang‘ich oksid komponentlari



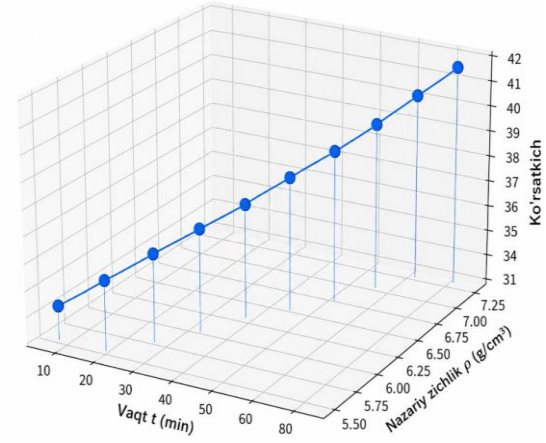
3-rasm. Planetar sharli tegirmon



4-rasm. Qizdirish pechi



5-rasm. Komponentning qotishma moy massasi M va nazariy zichlik ρ ga bog‘liqlik grafigi



6-rasm. Komponentning vaqt va nazariy zichlikka uch o‘lchovli bog‘liqlik grafigi

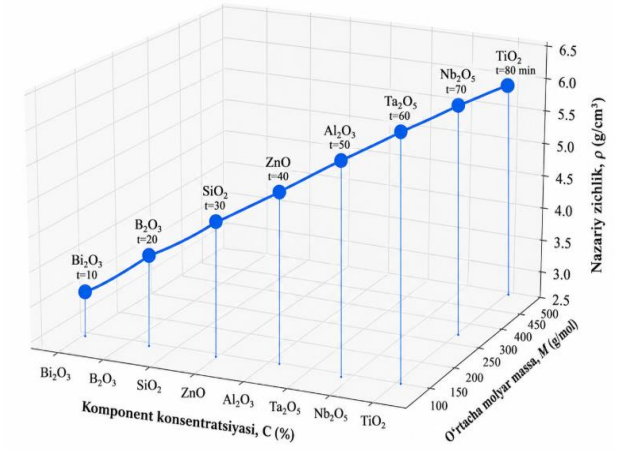
$$M = \sum_{i=1}^{n} x_i M_i \quad (5)$$

Bu yerda: $\bar{M}$— aralashmaning o‘rtacha molyar massasi, x_i— i-komponentning mol ulushi, M_i— i-komponentning molyar massasi.

Vaqt va nazariy zichlik orasidagi bog‘liqlikgi

$$\rho(t) = \rho_0 + kt \quad (6)$$

Bu yerda: $\rho(t)$— vaqtga bog‘liq nazariy zichlik, ρ_0— boshlang‘ich zichlik, k— zichlikning vaqt bo‘yicha o‘zgarish koeffitsiyenti, t— vaqt.



7-rasm. Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2 oksidli aralashma tizimida komponent konsentratsiyasi, o‘rtacha molyar massa va nazariy zichlik orasidagi uch o‘lchovli bog‘lanish grafigi.

Komponent konsentratsiyasi, molyar massa va nazariy zichlik orasidagi umumiy bog‘liqlikgi quyidagicha.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i M_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i V_i} \quad (7)$$

Bu yerda: ρ— nazariy zichlik, x_i— komponentning mol ulushi, M_i— komponentning molyar massasi, V_i— komponentning molyar hajmi.

Jadvaldagi oksidlar tarkibi mol foiz asosida tanlanib, ularning molyar massalari orqali massa foizga o‘tkazildi. Nazariy zichlik esa komponentlarning mol ulushi, molyar massasi va molyar hajmi orasidagi bog‘lanish asosida baholandi

Ushbu grafiklarda ko‘p komponentli oksidli aralashma tarkibida komponentlarning molyar massasi, vaqt va konsentratsiya ortishi bilan nazariy zichlikning izchil oshib borishi ko‘rsatilgan. Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2 tizimida og‘ir va yuqori dielektrikli oksidlar ulushi zichlikning ortishiga asosiy hissa qo‘shadi. Grafiklar aralashma tarkibini optimallashtirishda molyar massa va komponent konsentratsiyasini muhim parametr sifatida baholash zarurligini ko‘rsatadi. Vaqt bo‘yicha zichlikning ortishi nanoqatlam shakllanish jarayonida strukturaviy zichlashuv sodir bo‘lishini ifodalaydi. Umuman, ushbu bog‘lanishlar mikroelektronika uchun barqaror, zich va yuqori dielektrik xossali oksidli nanoqatlam olish imkoniyatini asoslaydi.

2-jadval

Ko‘p komponentli oksidli aralashma nanoqatlam tarkibining o‘rtacha molyar massa va nazariy zichlik bilan bog‘liqligi

№	Komponent	Komponent konsentratsiyasi, C (100 %)	Ortacha molyar massasi	vaqt (min)	Nazariy zichligi g/sm^3
1	Bi_2O_3	10	100	10	5.50
2	B_2O_3	20	150	20	5.75
3	SiO_2	30	200	30	6.0
4	ZnO	40	250	40	6.25

5	Al_2O_3	50	300	50	6.50
6	Ta_2O_5	60	350	60	6.75
7	Nb_2O_5	70	400	70	7.00
8	TiO_2.	80	450	80	7.25

Jadval izohi: grafiklardan ko‘rinadiki, komponent konsentratsiyasi, o‘rtacha molyar massa va vaqt ortishi bilan nazariy zichlik ham bosqichma-bosqich ortib boradi. Bu holat ko‘p komponentli Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2 oksidli shisha nanoqatlam tizimida og‘ir metall oksidlari va yuqori dielektrikli komponentlar ulushi ortishi natijasida qatlam zichligi va funksional dielektrik xossalari kuchayishini ko‘rsatadi

XULOSA

Umumiy qilib aytganda, Bi_2O_3–B_2O_3–SiO_2–ZnO–Al_2O_3–Ta_2O_5–Nb_2O_5–TiO_2 tarkibli ko‘p komponentli oksid tizimi mikroelektronika uchun istiqbolli dielektrik nanoqatlam materiali sifatida qaraladi. Ushbu tizimda B_2O_3 va SiO_2 shishasimon amorf matritsani shakllantirib, qatlamning elektr qarshiligi, kimyoviy va termik barqarorligini ta’minlaydi. Bi_2O_3, Ta_2O_5, Nb_2O_5 va TiO_2 kabi yuqori qutblanuvchan hamda yuqori dielektrikli oksidlar nanoqatlamning dielektrik singdiruvchanligi va sig‘im xossalarini oshirishga xizmat qiladi. Al_2O_3 esa qatlamning elektr mustahkamligini kuchaytirib, oqish toki va dielektrik yo‘qotishlarni kamaytiruvchi barqarorlashtiruvchi komponent vazifasini bajaradi. ZnO kichik miqdorda tuzilmani modifikatsiyalab, qatlam zichligi va bir jinsliligini yaxshilashi mumkin.

Tarkibni mol foiz asosida tanlab, massa foizga o‘tkazish va 100% ga normallashtirish oksidlarning real texnologik ulushlarini aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, yuqori dielektrik xossaga ega komponentlar miqdorini haddan tashqari oshirish kislorod vakansiyalari, strukturaviy nuqsonlar, oqish toki va dielektrik yo‘qotishlarning ko‘payishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shuning uchun optimal tarkibni tanlashda dielektrik singdiruvchanlik, elektr qarshilik, oqish toki, amorflik, termik barqarorlik va fazaviy muvozanat birgalikda hisobga olinishi zarur. Natijada mazkur oksidlar tizimi yuqori sig‘imli, past yo‘qotishli, qo‘rg‘oshinsiz va mikroelektronik qurilmalar bilan moslasha oladigan funksional dielektrik nanoqatlam yaratish uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Vlasov, S. I., Parchinskii, P. B., Olmatov, B. A. Electronic density of states at the interface between silicon and lead borosilicate glass. // Inorganic Materials, 2000. Vol. 36. pp. 502–503. DOI: 10.1007/BF02758057.
2. Zhereb, V. P., Babitskiy, N. A., Bermeshev, T. V., Shubin, A. A., Sidorak, A. V. Glass Formation in the Bi_2O_3–B_2O_3. Thermal Stability and Glass Structure. // Journal of Siberian Federal University. Chemistry, 2014. Vol. 7, No. 3. pp. 371–382.
3. Gerth, K., Rüssel, C. Crystallization of Bi_3TiNbO_9 from glasses in the system Bi_2O_3/TiO_2/Nb_2O_5/B_2O_3/SiO_2. // Journal of Non-Crystalline Solids, 1999. Vol. 243, No. 1. pp. 52–60. DOI: 10.1016/S0022-3093(98)00808-4.
4. Oprea, I. I., Hesse, H., Betzler, K. Optical properties of bismuth borate glasses. // Optical Materials, 2004. Vol. 26, No. 3. pp. 235–237. DOI: 10.1016/j.optmat.2003.10.006.
5. Becker, P. Thermal and optical properties of glasses of the system Bi_2O_3–B_2O_3. // Crystal Research and Technology, 2003. Vol. 38, No. 1. pp. 74–82. DOI: 10.1002/crat.200310009.
6. Fredericci, C., Yoshimura, H. N., Molisani, A. L., Fellegara, H. Effect of TiO_2 addition on the chemical durability of Bi_2O_3–SiO_2–ZnO–B_2O_3 glass system. // Journal of Non-Crystalline Solids, 2008. Vol. 354. pp. 4777–4785. DOI: 10.1016/j.jnoncrysol.2008.04.026.
7. Ferlat, G., Seitsonen, A. P., Lazzeri, M., Mauri, F. Hidden polymorphs drive vitrification in B_2O_3. // Nature Materials, 2012. Vol. 11, No. 11. pp. 925–929. DOI: 10.1038/nmat3416.
8. Lelong, G., Cormier, L., Hennet, L., Michel, F., Rueff, J.-P., Ablett, J. M., Monaco, G. Lithium borate crystals and glasses: How similar are they? A non-resonant inelastic X-ray

scattering study around the B and O K-edges. // Journal of Non-Crystalline Solids, 2017. Vol. 472. pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.jnoncrysol.2017.06.012.

9. Egorysheva, A. V., Volodin, V. D., Skorikov, V. M. Glass formation in the Bi_2O_3–B_2O_3–BaO system. // Inorganic Materials, 2008. Vol. 44, No. 11. pp. 1261–1265. DOI: 10.1134/S0020168508110228.

10. Plekhovich, A. D., Kut'in, A. M., Rostokina, E. E., Komshina, M. E., Balueva, K. V., Ignatova, K. F., Shiryaev, V. S. Controlled crystallization of BaO–B_2O_3–Bi_2O_3 glass in the temperature range of a supercooled melt in the presence of additional nucleation centers. // Journal of Non-Crystalline Solids, 2022. Vol. 588. Article 121629. DOI: 10.1016/j.jnoncrysol.2022.121629.

11. Maeder, T. Review of Bi_2O_3 based glasses for electronics and related applications. // International Materials Reviews, 2013. Vol. 58, No. 1. pp. 3–40. DOI: 10.1179/1743280412Y.0000000010.

12. Gerth, K., Rüssel, C. Crystallization of $Bi_4Ti_3O_{12}$ from glasses in the system Bi_2O_3/TiO_2/B_2O_3. // Journal of Non-Crystalline Solids, 1997. Vol. 221, No. 1. pp. 10–17. DOI: 10.1016/S0022-3093(97)00306-2.

13. Gu, Q. B., Ni, J. M. Preparation and Analysis of Doped TiO_2 in the Bi_2O_3–SiO_2–ZnO–B_2O_3 Low-Melting Sealing Glasses. // Key Engineering Materials, 2012. Vol. 509. pp. 308–313. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.509.308.

14. Sangwaranatee, N., Cheewasukhanont, W., Limkitjaroenporn, P., Borisut, P., Wongdamnern, N., Khrongchaiyaphum, F., Kothan, S., Kaewkhao, J. Development of bismuth alumino borosilicate glass for radiation shielding material. // Radiation Physics and Chemistry, 2021. Vol. 186. Article 109542. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2021.109542.

15. Do Trung Kien, K., Huynh, N. M., Nguyen, V. U. N., Do, Q. M. The Photocatalytic Activity of the Bi_2O_3–B_2O_3–ZnO–TiO_2 Glass Coating. // Materials Science, 2024. Vol. 30, No. 1. pp. 65–70. DOI: 10.5755/j02.ms.34733.

16. Sodiqov T.B. Исследование параметров фотоэлектрических модулей солнечной фотоэлектрической станции // Строительство и образование, № 4 (5), с.370-375, 2025 год.

17. Содиков Т.Б. Основные критерии для выбора составных частей устройства очистки фотоэлектрических модулей // Строительство и образование, № 4 (5), с.347-353, 2025 год.

UO‘T: 622.271:621.396:614.89

KARYER SHAROITIDA ISHCHILAR UCHUN KASKAGA INTEGRATSIYALANGAN AQLLI ALOQA TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

D.A.Sulxonov
Olmaliq davlat texnika instituti “Konchilik” fakulteti “Konchilik ishi” kafedrasi 1-bosqich 3M-25FQKQ guruh magistranti,
sulxonovdiyorbek2@gmail.com

J.J. Normurodov
Olmaliq davlat texnika instituti “Konchilik” fakulteti “Konchilik ishi” kafedrasi 1-bosqich 3M-25FQKQ guruh magistranti,
jasurbeknormurodov24@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada ochiq kon korxonalarida ishlovchi xodimlar uchun kaskaga integratsiyalangan aqlli aloqa tizimini ishlab chiqish masalalari ko‘rib chiqilgan. Karyer sharoitida og‘ir texnikalar faoliyati natijasida yuzaga keladigan yuqori shovqin darajasi, an’anaviy ratsiya vositalarining ergonomik kamchiliklari va aloqa sifati bilan bog‘liq muammolar tahlil qilindi. Taklif etilayotgan tizim mini aloqa moduli, shovqinni filtrlovchi raqamli signal qayta ishlash texnologiyasi, bir quloqli audio uzatish tizimi va energiya tejamkor boshqaruv modullaridan tashkil topgan. Tizimning funksional imkoniyatlari baholanib, uning ishlab chiqarish xavfsizligi va mehnat unumdorligini oshirishdagi afzalliklari asoslab berildi.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы разработки интеллектуальной системы связи, интегрированной в защитную каску работников открытых горных предприятий. Проведен анализ проблем высокого уровня производственного шума, возникающего в результате работы тяжелой карьерной техники, а также эргономических недостатков традиционных радиостанций и ограничений качества связи в условиях карьера. Предлагаемая система включает миниатюрный коммуникационный модуль, технологию цифровой обработки сигналов (DSP) для подавления шума, одностороннюю аудиосистему передачи голосовых сообщений и энергоэффективные модули управления. Выполнена оценка функциональных возможностей системы и обоснованы ее преимущества с точки зрения повышения промышленной безопасности, оперативности производственных коммуникаций и производительности труда.

Abstract. This article examines the development of a smart communication system integrated into the safety helmets of personnel working at open-pit mining operations. The study analyzes challenges associated with high noise levels generated by heavy mining equipment, as well as the ergonomic limitations of conventional two-way radio systems and communication quality issues under open-pit mining conditions. The proposed system consists of a compact communication module, Digital Signal Processing (DSP)-based noise filtering technology, a single-ear audio transmission system, and energy-efficient control units. The functional capabilities of the system are evaluated, and its advantages in enhancing occupational safety, operational communication efficiency, and workforce productivity are substantiated.

Kalit so‘zlar: aqlli kaska, konchilik sanoati, sanoat xavfsizligi, raqamli aloqa, DSP texnologiyasi, shovqinni filtrlash, ochiq kon.

Ключевые слова: интеллектуальная каска, горнодобывающая промышленность, промышленная безопасность, цифровая связь, технология DSP, шумоподавление, открытые горные работы, карьер

Keywords: smart safety helmet, mining industry, industrial safety, digital communication, Digital Signal Processing (DSP), noise suppression, open-pit mining, quarry operations.

KIRISH

Bugungi kunda konchilik sanoati dunyo iqtisodiyotining muhim tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Sanoatning jadal rivojlanishi ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, raqamlashtirish hamda mehnat xavfsizligini yangi bosqichga olib chiqishni talab etmoqda. Ayniqsa, ochiq kon korxonalarida ishlovchi xodimlarning xavfsizligini ta’minlash va ularning o‘zaro tezkor muloqotini tashkil etish dolzarb masalalardan biri sanaladi.

Ochiq konlarda ekskavatorlar, avtoag‘dargichlar, burg‘ulash qurilmalari, maydalash komplekslari va boshqa yirik texnikalar faoliyati natijasida 90–120 dB gacha bo‘lgan kuchli shovqin hosil bo‘ladi. Bunday sharoitda ishchilar o‘rtasida axborot almashish qiyinlashadi, bu esa baxtsiz hodisalar xavfini oshiradi hamda ishlab chiqarish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Amaliyotda foydalanilayotgan portativ ratsiyalar aloqa muammosini qisman hal qilsa-da, ular bir qator kamchiliklarga ega. Xususan, ratsiyalarni qo‘lda ushlab ishlatish zarurati, yuqori shovqin sharoitida ovoz sifati pasayishi, qurilmaning og‘irligi va doimiy xizmat ko‘rsatish ehtiyoji ishchilarga noqulaylik tug‘diradi. Shu sababli zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan aqlli himoya vositalariga ehtiyoj ortib bormoqda.

So‘nggi yillarda “Smart Mining” va “Industry 4.0” konsepsiyalari doirasida aqlli kaskalar, sensorli monitoring tizimlari hamda sun’iy intellekt asosidagi aloqa vositalari bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu ishlanmalar ishlab chiqarish jarayonlarini yanada xavfsiz va samarali tashkil etishga xizmat qilmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, aqlli himoya vositalarini yaratish bo‘yicha tadqiqotlar asosan qurilish, neft-gaz va konchilik sanoatlarida olib borilgan. Singh tomonidan amalga oshirilgan tadqiqotlarda kon korxonalarida yuz beradigan ko‘plab baxtsiz hodisalarning asosiy sabablaridan biri ishchilar o‘rtasidagi aloqa uzilishlari ekanligi qayd etilgan. Muallif zamonaviy simsiz aloqa vositalaridan foydalanish xavfli vaziyatlarni kamaytirishga yordam berishini ta’kidlaydi. Zhao tomonidan ishlab chiqilgan aqlli kaska tizimida GPS moduli, simsiz aloqa vositalari va favqulodda ogohlantirish tizimi birlashtirilgan bo‘lib, u ishlab chiqarish hududida ishchilar harakatini kuzatish imkonini beradi.

Lee tadqiqotlarida esa kiyib yuriladigan texnologiyalar yordamida xodimlarning joylashuvi, harakat faolligi va sog‘liq ko‘rsatkichlarini monitoring qilish imkoniyatlari o‘rganilgan. Biroq mazkur ishlanmalarning aksariyatida yuqori shovqinli kon muhitida aloqa sifatini oshirish masalasi yetarlicha tadqiq qilinmagan.

Shuningdek, Kumar tomonidan sanoat muhitida shovqinni kamaytirish algoritmlari tahlil qilinib, DSP texnologiyalari yordamida inson nutqini fon shovqinidan ajratib olish samaradorligi isbotlangan. Mazkur natijalar konchilik sanoati uchun maxsus aloqa tizimlarini yaratishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

TADQIQOT OBYEKTI VA MAQSADI

Tadqiqot obyekti sifatida ochiq kon korxonalarida ishlovchi operatorlar, ekskavator mashinistlari va yordamchi ishchilar tanlandi. Tadqiqot maqsadi – yuqori shovqin sharoitida ham samarali ishlovchi, ergonomik va xavfsiz aqlli aloqa tizimi konsepsiyasini ishlab chiqish hamda uning texnik afzalliklarini baholashdan iborat.

Taklif etilayotgan aqlli aloqa tizimi quyidagi asosiy qismlardan iborat:

1. Kaska korpusiga o‘rnatiladigan aloqa moduli;
2. Simsiz uzatish bloki;
3. DSP asosidagi shovqinni filtrlash tizimi;
4. Bir quloqli audio eshitish qurilmasi;
5. Yo‘naltirilgan mikrofon;
6. Litiy-ion akkumulyator;

7. Favqulodda ogohlantirish moduli.

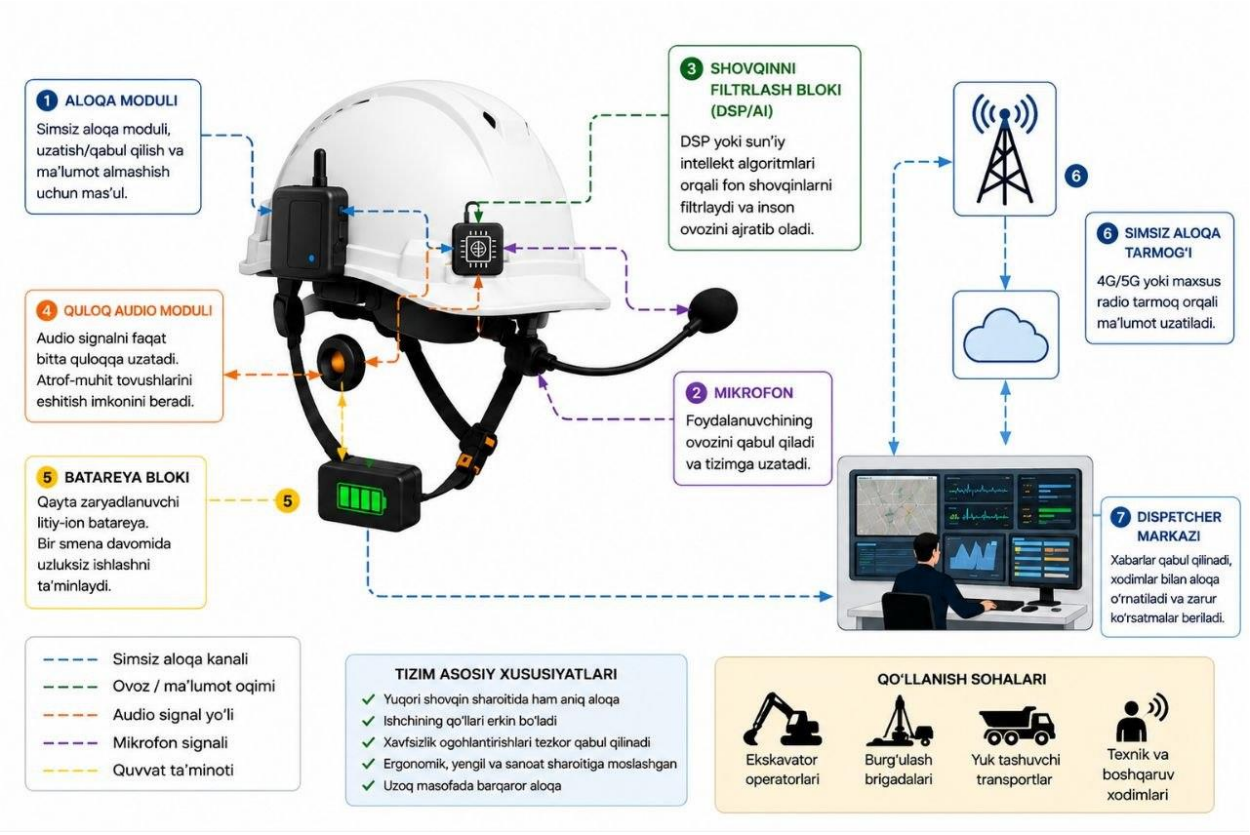


O'rtacha		Aloqa sifati	Yuqori
Qo'lda ushlash kerak		Foydalanish qulayligi	Avtomatik, qo'llar bo'sh
8–10 soat		Batareya ishlash vaqti	12–16 soat
Cheklangan (0,5–1 km)		Aloqa masofasi	1–3 km
Yo'q		Favqulodda ogohlantirish	Mavjud
O'rtacha		Himoya darajasi	Yuqori (IP67)
Qo'shimcha uskuna talab qiladi		Ergonomika	Kaskaga integratsiyalangan

1-rasm. An'anaviy turdagi va taklif etilayotgan ratsiya tizimi.

Tizimning ishlash prinsipi quyidagicha: operator tomonidan uzatilgan ovoz signal protsessoriga keladi, fon shovqinlari filtrlab tashlanadi va tozalangan signal qabul qiluvchi qurilmaga uzatiladi.

2-rasm. Kon ishchisining bosh kiyimiga integratsiyalashgan aqlli aloqa tizimining srukturaviy sxemasi.



METODIKA

Tizimni loyihalash jarayonida tizimli tahlil, texnik modellashtirish va qiyosiy baholash usullaridan foydalanildi. Aloqa tizimining ishlash prinsipi quyidagicha amalga oshiriladi. Ishchi tomonidan uzatilgan ovoz signali mikrofon orqali qabul qilinadi va DSP protsessoriga yuboriladi. Signalni qayta ishlash jarayonida fon shovqinlari filtrlanadi, inson nutqi ajratib olinadi hamda tozalangan ma'lumot simsiz aloqa kanali orqali boshqa foydalanuvchiga uzatiladi.

DSP algoritmlari yordamida:

- fon shovqinlari kamaytiriladi;
- aks sado (echo) bartaraf etiladi;
- nutq aniqligi oshiriladi;
- signal uzatish sifati yaxshilanadi.

Tizim samaradorligini baholash uchun quyidagi mezonlar qabul qilindi:

- xabarni qabul qilish aniqligi;
- shovqinni kamaytirish darajasi;
- aloqa o‘rnatish vaqti;
- qurilmaning ishlash davomiyligi;
- foydalanuvchi qulayligi.

Ko‘rsatkich	Qiymat
Ishlash masofasi	1-3 km
Batareya quvvati	2500 mAh
Ishlash vaqti	12-16 soat
Shovqin filtrlashi	25-35 dB
Ulanish turi	Simsiz
Himoya darajasi	IP67

1-jadval. Tizimning texnik parametrlari

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, DSP algoritmlaridan foydalanish natijasida inson nutqining aniqligi sezilarli darajada oshadi. Shuningdek, tizimning kaskaga integratsiyalanganligi ishchining qo‘shimcha qurilmalarni olib yurish ehtiyojini kamaytiradi.

Tizim yordamida dispetcher va ishchilar o‘rtasida uzluksiz aloqa o‘rnatish mumkin bo‘lib, favqulodda vaziyatlarda tezkor xabar uzatish imkoniyati yaratiladi. Bu esa ishlab chiqarish xavfsizligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

ILMIY YANGILIK

Tadqiqotning ilmiy yangiligi konchilik korxonalarida foydalanish uchun maxsus ishlab chiqilgan kaskaga integratsiyalangan bir quloqli aqlli aloqa tizimi konsepsiyasini taklif etishdan iborat. Tizimda ishchi tashqi ogohlantirish signallarini eshitish imkoniyatini saqlab qolgan holda yuqori sifatli aloqadan foydalanadi.

Taklif etilgan tizim:

-baxtsiz hodisalar xavfini kamaytiradi;
-aloqa tezligini oshiradi;
- ish unumdorligini yaxshilaydi;
- ratsiya olib yurish zaruratini kamaytiradi;
- raqamli kon konsepsiyasini rivojlantirishga xizmat qiladi.

XULOSA

Ochiq kon korxonalarida xavfsiz va uzluksiz aloqa tizimini tashkil etish ishlab chiqarish samaradorligi hamda mehnat xavfsizligini ta'minlashning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, an'anaviy ratsiya qurilmalaridan foydalanish yuqori shovqinli ishlab chiqarish muhitida aloqa sifati pasayishiga, xabarlarning to‘liq qabul qilinmasligiga va ish jarayonida vaqt yo‘qotilishiga sabab bo‘lishi mumkin. Taklif etilgan

kaskaga integratsiyalangan aqlli aloqa tizimi ishchilarga qo‘llarini band qilmagan holda tezkor muloqot qilish imkonini yaratadi. Shovqinni raqamli filtrlash texnologiyasi yordamida inson nutqining aniqligi oshiriladi hamda ishlab chiqarish hududidagi muhim ogohlantirish signallarini eshitish imkoniyati saqlab qolinadi.

Taklif etilgan kaskaga integratsiyalangan aqlli aloqa tizimi ishchilarga qo‘llarini band qilmagan holda tezkor muloqot qilish imkonini beradi. DSP asosidagi shovqinni filtrlash texnologiyasi yordamida inson nutqining aniqligi oshiriladi va ishlab chiqarish hududidagi muhim ogohlantirish signallarini eshitish imkoniyati saqlanib qoladi.

Mazkur tizimni joriy etish natijasida:

- baxtsiz hodisalar xavfi kamayadi;
- aloqa sifati yaxshilanadi;
- ish unumdorligi oshadi;
- mehnat muhofazasi talablarini bajarish samaradorligi ortadi;
- “aqlli kon” konsepsiyasini rivojlantirish uchun texnologik asos yaratiladi.

Natijada aloqa sifati yaxshilanib, ishlarni muvofiqlashtirish samaradorligi ortadi va xavfli vaziyatlarga tezkor munosabat bildirish imkoniyati kengayadi. Shuningdek, mazkur tizim konchilik korxonalarida raqamli texnologiyalarni joriy etish, mehnat muhofazasi talablarini takomillashtirish va zamonaviy “aqlli kon” konsepsiyasini rivojlantirish uchun istiqbolli yechimlardan biri hisoblanadi. Kelgusida qurilmaning tajriba namunalarini ishlab chiqish, sanoat sinovlarini o‘tkazish hamda sun’iy intellekt asosidagi ovozli boshqaruv funksiyalarini qo‘shish orqali tizimning imkoniyatlarini yanada kengaytirish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Singh, R. Mining Safety and Communication Systems. Springer, 2022.
2. Zhao, Y. Smart Industrial Helmet Technologies. Elsevier, 2021.
3. OSHA Industrial Noise Standards Manual, 2023.
4. Smith, J. “Wireless Communication in Surface Mining”, International Journal of Mining Science, 2020.
5. Ahmedov Q.X. Konchilik korxonalarida mehnat xavfsizligi. Toshkent, 2021.
6. IEC 60529: Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code).
7. Kumar, P. “Noise Filtering Algorithms in Industrial Environments”, 2022.
8. Lee, D. Wearable Technologies in Mining Industry. CRC Press, 2023.
9. ISO 45001 Occupational Health and Safety Management Systems.
10. Mirzayev A.A. Konchilikda raqamli texnologiyalar. Toshkent, 2024.

UO'T 69.05:331.45:004.8

QURILISH MAYDONLARIDA MEHNAT XAVFSIZLIGINI AQLLI MONITORING VA PREDIKTIV BOSHQARUV ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH

Solijonov Javoxirmirzo Obidjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada bino va inshootlarni barpo etish jarayonida mehnat xavfsizligini aqlli monitoring va prediktiv boshqaruv asosida takomillashtirish masalasi tadqiq etilgan. Tadqiqotda qurilish maydonidagi xavflarni real vaqt rejimida aniqlash, baholash va boshqarish uchun BIM, IoT datchiklari, kompyuter ko‘rishi, kiyiladigan qurilmalar, telemetriya va raqamli egizak elementlarini yagona axborot konturida integratsiyalash zarurati asoslab berilgan. Muallif etakchi indikatorlarga tayangan holda xavfning o‘sish trayektoriyasini oldindan aniqlash, xavf xaritasini dinamik yangilash va boshqaruv choralarini ustuvorlik asosida faollashtirish modelini taklif qiladi. Maqolada xavfsizlikni sodir bo‘lgan hodisalar statistikasi orqali emas, balki proaktiv boshqaruv obyekti sifatida talqin qilishning nazariy va amaliy afzalliklari ochib berilgan. Olingan natijalar O‘zbekiston qurilish tizimida raqamlashtirish va BIMni joriy etish jarayonlari bilan uyg‘un holda aqlli xavfsizlik tizimlarini bosqichma-bosqich tatbiq etish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Аннотация. В статье исследованы вопросы совершенствования охраны труда при возведении зданий и сооружений на основе интеллектуального мониторинга и прогнозного управления. Обоснована необходимость интеграции BIM, датчиков Интернета вещей, компьютерного зрения, носимых устройств, телеметрии и элементов цифрового двойника в единую информационную среду для выявления, оценки и управления рисками на строительной площадке в режиме реального времени. На основе опережающих индикаторов предложена модель прогнозирования траектории роста риска, динамического обновления карты рисков и приоритетной активации управленческих мер. Раскрыты теоретические и практические преимущества рассмотрения безопасности не только посредством статистики произошедших происшествий, но и в качестве объекта проактивного управления. Полученные результаты показывают возможность поэтапного внедрения интеллектуальных систем безопасности во взаимосвязи с процессами цифровизации и внедрения BIM-технологий в строительной отрасли Узбекистана.

Abstract. This article examines the improvement of occupational safety during the construction of buildings and structures through intelligent monitoring and predictive management. It substantiates the need to integrate Building Information Modelling, Internet of Things sensors, computer vision, wearable devices, telemetry and digital twin elements into a unified information environment to identify, assess and manage construction-site risks in real time. A model based on leading indicators is proposed to predict risk-growth trajectories, dynamically update risk maps and activate management measures according to their priority. The theoretical and practical advantages of treating safety as an object of proactive management rather than evaluating it solely through statistics on past incidents are revealed. The findings demonstrate the feasibility of gradually implementing intelligent safety systems in coordination with the digitalisation and BIM adoption processes in Uzbekistan’s construction sector.

Kalit so‘zlar: aqlli qurilish, bino va inshootlarni barpo etish, mehnat xavfsizligi, BIM, IoT, kompyuter ko‘rishi, raqamli egizak, prediktiv boshqaruv, etakchi indikatorlar, qurilish maydoni.

Ключевые слова: интеллектуальное строительство, возведение зданий и сооружений, охрана труда, BIM, Интернет вещей, компьютерное зрение, цифровой двойник, прогнозное управление, опережающие индикаторы, строительная площадка.

Keywords: smart construction, construction of buildings and structures, occupational safety, BIM, Internet of Things, computer vision, digital twin, predictive management, leading indicators, construction site.

Kirish

Qurilish sohasi ishlab chiqarishning eng murakkab, ko‘p omilli va xavfi yuqori tarmoqlaridan biri hisoblanadi, chunki bu sohada odam, texnika, material, vaqt, ob-havo, balandlik, elektr energiyasi, ko‘tarish-tashish jarayonlari va muntazam o‘zgarib turadigan tashkiliy vaziyatlar bir maydonda bir vaqtning o‘zida kesishadi. Binolar va inshootlarni barpo etish amaliyotida mehnat xavfsizligi ko‘pincha loyihaning oxirida nazorat qilinadigan yordamchi yo‘nalish sifatida talqin etilgan bo‘lsa-da, zamonaviy yondashuvlar xavfsizlikni ishlab chiqarish samaradorligi, resurslardan oqilona foydalanish, sifat, muddat va ijtimoiy mas’uliyat bilan uzviy bog‘liq boshqaruv kategoriyasi sifatida ko‘rmoqda. Xalqaro mehnat tashkiloti va ISO 45001 standartining asosiy g‘oyasi ham xavflarni sodir bo‘lgandan keyin bartaraf etish emas, balki ularni oldindan aniqlash, baholash, ustuvorlashtirish va qaror qabul qilish tizimiga integratsiyalash orqali mehnat muhitini proaktiv ravishda boshqarishdan iborat [1; 2]. Ayniqsa, balandlikda ishlash, yuk ko‘tarish mexanizmlaridan foydalanish, vaqtincha konstruksiyalar, betonlash, armaturalash, payvandlash, yer qazish, yopiq fazoda ishlash, chang, shovqin, tebranish va mikroiqlim omillari mavjud bo‘lgan qurilish maydonida an’anaviy jurnal yuritish, davriy instruktaj va kuzatuvga asoslangan xavfsizlik tizimining imkoniyatlari cheklangan. Chunki qurilish maydonidagi xavf omillari statik emas, ular vaqt bo‘yicha ham, makon bo‘yicha ham, ishtirokchilar soni bo‘yicha ham yuqori dinamikaga ega; shu sababli bir nuqtada tuzilgan xavf xaritasi bir necha soatdan keyin eskirishi, bir brigada uchun xavfsiz bo‘lgan ish zonasi boshqa brigada uchun yuqori xatarli bo‘lishi mumkin. Shu yerda “aqlli qurilish” tushunchasi mehnat xavfsizligi bilan bevosita bog‘lanadi: aqlli qurilish faqat sensorlar, mobil ilovalar yoki BIM modeli mavjudligi emas, balki real vaqtda ma’lumot yig‘ish, ma’lumotni kontekstual tahlil qilish, tavakkal darajasini hisoblash, ogohlantirish generatsiya qilish va boshqaruv qarorini tezkor qabul qilishni yagona axborot muhitida tashkil etish demakdir [3; 4]. Boshqacha aytganda, aqlli qurilishning eng muhim sinov maydoni aynan xavfsizlikdir, chunki bu yerda raqamli yechimning qiymati iqtisodiy samara bilangina emas, balki inson hayoti va sog‘lig‘ini saqlab qolish bilan o‘lchanadi. So‘nggi yillarda BIM, IoT, kompyuter ko‘rishi, kiyiladigan sensor qurilmalar, raqamli egizak, bulutli analitika va sun’iy intellekt asosidagi prediktiv modellarning qurilish xavfsizligidagi qo‘llanishi tezlashdi. Tadqiqotlar BIM asosidagi xavf zonalarini vizual modellashtirish, ishlar ketma-ketligini xavfsizlik talablariga mos qayta rejalashtirish, ishchi trajektoriyasini nazorat qilish, shaxsiy himoya vositalaridan foydalanishni kamera orqali aniqlash va fiziologik holatni kuzatish kabi imkoniyatlarning samarali ekanini ko‘rsatmoqda [5; 6; 7]. Bunda raqamli egizak texnologiyasi jismoniy obyekt, jarayon va muhit holatini raqamli modelda aks ettirgan holda monitoring, anomaliya aniqlash, bashorat va boshqaruv tavsiyalarini ishlab chiqish imkonini beradi [3; 8]. Biroq muammo shundaki, ko‘plab qurilish tashkilotlarida ushbu vositalar alohida-alohida joriy etiladi: BIM loyihalash bo‘limida qoladi, sensorlar texnika bo‘limida ishlatiladi, xavfsizlik bo‘yicha muhandis esa hisobotlarni qo‘lda tayyorlaydi. Natijada ma’lumotlar orasida operativ aloqadorlik hosil bo‘lmaydi, qurilish maydoniga ta’sir etuvchi qarorlar kechikadi va raqamli tizimlar yordamchi aksessuar darajasida qolib ketadi. O‘zbekiston qurilish tizimida ham so‘nggi yillarda raqamlashtirish, BIM texnologiyalarini joriy etish, monitoring uskunalarini o‘rnatish va nazoratning axborot tizimlarini rivojlantirish bo‘yicha huquqiy hamda institutsional qadamlar kuchaydi [9; 10; 11]. Bu esa mehnat xavfsizligini alohida nazorat yo‘nalishi emas, balki qurilish obyektining umumiy raqamli boshqaruv arxitekturasining tarkibiy qismi sifatida talqin etish zaruratini tug‘diradi. Ayniqsa, yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarni avtomatik monitoring qilish bo‘yicha normativ talablar paydo bo‘lishi, BIM bo‘yicha o‘quv dasturlarining kengayishi va qurilish jarayonlarini avtomatlashtirishga qaratilgan dasturlar prediktiv xavfsizlik boshqaruvi uchun real institutsional

zamin yaratmoqda [9; 10; 11]. Shunga qaramay, nazariy va amaliy muammolar saqlanib qolmoqda: birinchidan, xavfsizlikka doir ma'lumot oqimlari ko'p formatli bo'lib, ularni birlashtirish metodikasi yetarli darajada ishlab chiqilmagan; ikkinchidan, xavfsizlik ko'rsatkichlari ko'proq kechikkan indikatorlar, ya'ni sodir bo'lgan hodisalar asosida baholanadi, bu esa proaktiv boshqaruvni cheklaydi; uchinchidan, sensor, kamera va BIM ma'lumotlaridan foydalanishda maxfiylik, axborot ishonchliligi va javobgarlik masalalari paydo bo'ladi; to'rtinchidan, iqtisodiy jihatdan barcha qurilish obyektlariga bir xil darajadagi "aqlli" yechimni qo'llash samarasiz bo'lishi mumkin, demak, moslashuvchan sinfiylashtirish va bosqichma-bosqich joriy etish modeli zarur. Mazkur maqolaning dolzarbligi ana shu ziddiyatdan kelib chiqadi: qurilish maydonidagi mehnat xavfsizligini ta'minlash uchun ko'p yillardan beri ma'lum bo'lgan tashkiliy-texnik choralar saqlanib qoladi, ammo ular endi real vaqt ma'lumotlari, prediktiv analitika va integratsiyalashgan raqamli boshqaruv bilan boyitilmasa, murakkab obyektlarda kerakli natijani bermaydi. Tadqiqotning maqsadi qurilish maydonlarida mehnat xavfsizligini aqlli monitoring va prediktiv boshqaruv asosida tashkil etishning ilmiy-metodologik asoslarini ishlab chiqish, ya'ni BIM, IoT, kompyuter ko'rishi, kiyiladigan qurilmalar va boshqaruv indikatorlari integratsiyasiga tayangan holda qurilish xavflarini erta aniqlash, baholash va boshqarish modelini taklif qilishdan iborat. Maqolaning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda mehnat xavfsizligi "nazorat qilinadigan natija" sifatida emas, balki qurilish maydonining raqamli egizagi bilan uzluksiz bog'langan dinamik boshqaruv jarayoni sifatida asoslanadi; bunda xavf zonalari, ishchi harakati, fiziologik ko'rsatkichlar, mashina-harakat trajektoriyasi, mikroiqlim va ishlab chiqarish jadvali yagona semantik maydonda tahlil qilinadi. Amaliy ahamiyat esa taklif etilayotgan modelni O'zbekiston sharoitidagi turli masshtabdagi obyektlarda moslashtirish, xususan ko'p qavatli turar joy, sanoat binolari, ijtimoiy soha obyektlari va murakkab rekonstruksiya maydonlarida bosqichma-bosqich joriy etish imkoniyati bilan belgilanadi. Mazkur mavzuning yana bir dolzarblik tomoni shundaki, qurilish sohasida xavfsizlik bo'yicha qarorlar ko'pincha tajribaga tayangan individual hukmlar sifatida qabul qilinadi. Tajriba, albatta, katta boylik, biroq murakkab obyektlar soni oshgan, pudratchilar zanjiri kengaygan va qurilish jadvali siqilgan sharoitda faqat tajriba bilan boshqarish yetarli bo'lmay qoladi. Bugungi qurilish obyektida bir vaqtning o'zida bir nechta subpudratchi, turli texnika, bir-biriga zid logistika yo'nalishlari, vaqtinchalik omborlar va doimiy ravishda o'zgarib turadigan ish frontlari mavjud bo'ladi. Bunday muhitda xavfsizlik bo'yicha to'g'ri qaror qabul qilish uchun operativ, tekshiriladigan va taqqoslanadigan ma'lumot zarur. Aynan shuning uchun mehnat xavfsizligini boshqarishda "raqamli dalillilik" tamoyili alohida ahamiyat kasb etadi: har bir xavfli vaziyatning qayerda, qachon, qanday sharoitda va kimlar ishtirokida yuzaga kelganini bilish, so'ng shu ma'lumotni keyingi rejalashtirishga qayta uzatish kerak bo'ladi. Mazkur maqola ana shu dalillilikni ta'minlaydigan ilmiy ramkani ishlab chiqishga qaratilgan bo'lib, uning amaliy ruhi shundaki, taklif etilayotgan yondashuv faqat yuqori texnologiyali namoyish obyektlari uchun emas, balki bosqichma-bosqich modernizatsiya qilinayotgan odatiy qurilish maydonlari uchun ham qo'llanilishi mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot metodologiyasi tizimli, ko'p darajali va amaliyotga yo'naltirilgan yondashuvga asoslandi hamda to'rtta o'zaro bog'liq blokdan tashkil etildi: konseptual tahlil, axborot arxitekturasini modellashtirish, xavf indikatorlarini ishlab chiqish va boshqaruv algoritmlarini shakllantirish. Birinchi bosqichda qurilishdagi mehnat xavfsizligi bo'yicha xalqaro me'yoriy-huquqiy va ilmiy manbalar tahlil qilinib, xavfsizlikni boshqarishning asosiy prinsiplaridan tavakkalni baholash, etakchi indikatorlar, ishchi ishtiroki, uzluksiz takomillashtirish, xavf manbaini manbada bartaraf etish va raqamli monitoringning funksional o'rni ajratib olindi [1; 2; 12]. Shu asosda qurilish maydonidagi xavf omillari besh guruhga tasniflandi: fazoviy xavflar, texnologik xavflar, texnik-transport xavflari, inson omiliga bog'liq xavflar va muhit xavflari. Fazoviy xavflarga balandliklar, qirqimlar, ochiq shaxtalar, zich ishchi oqimlari, vaqtincha

yo‘laklar va evakuatsiya cheklovlari; texnologik xavflarga betonlash, demontaj, payvandlash, montaj, qoplama ishlari, qolip va tayanch tizimlari; texnik-transport xavflariga kranlar, ko‘tarish moslamalari, yuk mashinalari, ekskavatorlar va ichki logistika; inson omiliga bog‘liq xavflarga charchoq, intizom buzilishi, malaka yetishmasligi, himoya vositalaridan noto‘g‘ri foydalanish; muhit xavflariga issiqlik stressi, chang, shovqin, gazlar, yoritish va ob-havo sharoiti kiritildi. Ikkinchi bosqichda ushbu xavf omillari uchun ma’lumot manbalari xaritasi tuzildi. Ma’lumot manbalari sifatida BIM modeli, kalendar-reja va ishlar jadvali, sensorlar, kiyiladigan qurilmalar, statsionar va mobil kameralar, geolokatsion belgilar, mashina telemetriyasi, meteorologik ma’lumotlar, mehnat muhofazasi bo‘yicha aktlar, instruktaj jurnallari va hodisa protokollari belgilandi. Bu manbalar orasidagi aloqani ta’minlash uchun “raqamli xavfsizlik konturi” tushunchasi joriy qilindi; mazkur kontur uch qatlamdan iborat deb qabul qilindi: ma’lumotlarni yig‘ish qatlami, semantik integratsiya qatlami va qaror qabul qilish qatlami. Ma’lumotlarni yig‘ish qatlamida IoT datchiklari, smart-kaska, yurak urishi va tana haroratini qayd etuvchi kiyiladigan sensorlar, GPS/UWB teglar, kran va boshqa mashinalarning pozitsion ma’lumotlari, chang va gaz konsentratsiyasi datchiklari, mikroiqlim sensorlari va video kuzatuv tizimlari ishlaydi [6; 7; 13]. Semantik integratsiya qatlamida esa har bir ma’lumot oqimi BIM modelidagi element, ish zonasi, ish turi, brigada yoki texnik birlik bilan bog‘lanadi; bu bog‘lanish vaqt o‘qi bilan boyitilib, qurilishning qaysi bosqichida qaysi xavf yuzaga kelayotganini aniqlash imkonini beradi. Qaror qabul qilish qatlamida real vaqt monitoringi, ogohlantirishlar, ustuvorlikka ko‘ra eskalatsiya, xavf xaritalari, rahbar paneli va prediktiv tahlil modullari joylashadi. Uchinchi bosqichda mehnat xavfsizligining etakchi va kechikkan indikatorlari tizimi ishlab chiqildi. Kechikkan indikatorlarga baxtsiz hodisalar soni, jarohatlanish koeffitsienti, ishni to‘xtatish holatlari va intizomiy choralar kirsa, etakchi indikatorlar sifatida himoya vositasiz ish joyiga kirish soni, xavf zonasida ruxsatsiz bo‘lish vaqti, mikroiqlim me’yoridan chiqish davomiyligi, kran va ishchi trajektoriyasi kesishish chastotasi, xavfli operatsiya oldidan briefing o‘tkazish intizomi, ogohlantirishga javob tezligi, charchoq ko‘rsatkichi, yaqin qolib ketgan hodisalar va nazorat ro‘yxatidagi og‘ishlar qabul qilindi [12; 14]. Etakchi indikatorlarning ustunligi shundaki, ular hodisa sodir bo‘lishidan oldin boshqaruv signalini beradi; shu sababli maqolada aynan ushbu ko‘rsatkichlar prediktiv modelning asosiy kirish parametrlari sifatida belgilandi. To‘rtinchi bosqichda xavfni baholashning ko‘p mezonli modeli ishlab chiqildi. An’anaviy ehtimollik–oqibat matritsasiga qo‘shimcha ravishda vaqt sezgirligi, ekspozitsiya davomiyligi, bir vaqtning o‘zida ishtirok etuvchi odamlar soni, texnik birliklarning yaqinlik koeffitsienti va insonning funksional holati kabi ko‘rsatkichlar kiritildi. Natijada integral xavf indeksi quyidagi mantiq asosida shakllantirildi: fazoviy xavf balli, texnologik xavf balli, muhit xavfi balli, inson omili balli va tashkiliy intizom koeffitsienti yig‘indisi dinamik vaznlar bilan ko‘paytirilib, obyektning joriy xavf sinfi aniqlanadi. Dinamik vaznlar turli obyekt turlariga qarab moslashtiriladi; masalan, baland qavatli monolit qurilishda balandlik va yuk ko‘tarish operatsiyalarining vazni yuqori, ichki pardozlash bosqichida esa chang, yoritish, tor makon va transport yo‘laklari kesishishi muhimroq bo‘ladi. Mazkur modelni prediktiv boshqaruvga ulash uchun “xavfning o‘sish trayektoriyasi” tushunchasi taklif etildi: agar ma’lum vaqt oralig‘ida etakchi indikatorlar kombinatsiyasi xavf indeksining tez o‘sishini ko‘rsatsa, tizim oddiy ogohlantirish bilan cheklanmaydi, balki ishlarni qayta rejalashtirish, muayyan hududni vaqtincha yopish, qo‘shimcha instruktaj, brigada tarkibini o‘zgartirish yoki texnik birliklar marshrutini qayta belgilash bo‘yicha tavsiya beradi. Metodologiyada kompyuter ko‘rishidan foydalanish masalasi ham alohida ko‘rib chiqildi. Kamera oqimlaridan shaxsiy himoya vositalari, xususan kaska, signal nimcha, xavfsizlik kamari va himoya ko‘zoynaklarining mavjudligi; ishchining xavfli zonaga kirishi; texnika va odam orasidagi xavfli yaqinlashuv; ochiq chekka hududlar; ko‘tarilgan yuk ostidagi nojoiz bo‘lish kabi holatlarni aniqlash uchun ob’ektni tanish va sahnani tushunish algoritmlaridan foydalanish tavsiya etildi [13; 15]. Biroq metodologik jihatdan kamera tizimlari “yagona haqiqat manbai” deb olinmadi, chunki ularning aniqligi rakurs, yoritish, to‘siq

va ob-havo sharoitiga bog‘liq; shu sababli video analitika doimo boshqa ma’lumot manbalari bilan verifikatsiya qilinishi kerak deb belgilandi. Shuningdek, kiyiladigan qurilmalar yordamida ishchi fiziologik ko‘rsatkichlarini qayd etishda inson huquqlari, shaxsiy ma’lumotlarni himoyalash va ma’lumotning maqsadga muvofiqligi tamoyillari ustuvor qoida sifatida qabul qilindi; tizim sog‘liqni to‘liq tibbiy diagnostika qilishga emas, faqat ishlab chiqarish xavfiga ta’sir etuvchi funksional holatning og‘ishlarini erta aniqlashga xizmat qilishi lozim deb asoslandi [6; 16]. Tadqiqot dizaynida amaliy joriy etish uchun uch pog‘onali model ishlab chiqildi: bazaviy, kengaytirilgan va integrallashgan daraja. Bazaviy darajada raqamli chek-list, mobil foto-aktlar, onlayn instruktaj reyestri va BIM bilan bog‘langan xavf xaritasi yetarli deb olindi. Kengaytirilgan darajada statsionar kameralar, mikroiqlim datchiklari, kirish nazorati va texnika telemetriyasi ulanadi. Integrallashgan darajada esa kiyiladigan qurilmalar, real vaqt joylashuvni aniqlash, raqamli egizak, prediktiv analitika va avtomatlashtirilgan boshqaruv tavsiyalari joriy etiladi. Ushbu bosqichma-bosqichlik metodologiyaning muhim qismi bo‘lib, turli iqtisodiy quvvatga ega tashkilotlar uchun moslashuvchan tatbiq etish imkonini beradi. Natijalarni baholash mezonlari sifatida baxtsiz hodisalar sonining kamayishi bilan cheklanilmay, yaqin qolib ketgan holatlarning aniqlanishi, xavf zonalarida bo‘lish vaqtining qisqarishi, ogohlantirishlarga javob berish tezligi, ishlarni to‘xtatishdan oldingi erta aralashuvlar soni, instruktaj sifatining oshishi va jadvaldan og‘ishlarning xavfsizlik nuqtai nazaridan qayta optimallashtirilishi ham qamrab olindi. Shu tariqa metodologiya mehnat xavfsizligini passiv nazoratdan faol va bashoratli boshqaruvga o‘tkazuvchi ilmiy asos sifatida shakllantirildi. Metodologiyaning yana bir tarkibiy qismi sifatida xavfsizlik ma’lumotlarining hayot sikli belgilandi. Har bir signal uchun hosil bo‘lish manbai, uzatish formati, vaqt tamg‘asi, mas’ul shaxs, saqlash muddati, verifikatsiya usuli va boshqaruvga uzatish ssenariysi tavsiflandi. Bu yondashuv axborot tizimini faqat texnik jihatdan emas, boshqaruv va huquqiy jihatdan ham tartibga soladi. Masalan, kamera orqali aniqlangan kaskasiz ishchi holati tizimga “potensial xavfli og‘ish” sifatida kiradi, u joylashuv sensori yoki navbatchi muhandis tasdig‘i bilan verifikatsiya qilinadi, keyin mas’ul ustaga uzatiladi va muammo bartaraf etilgach qayta tekshiriladi; agar og‘ish ma’lum vaqt oralig‘ida yopilmasa, tizim avtomatik ravishda yuqori boshqaruv pog‘onasiga eskalatsiya qiladi. Shu kabi data-flow xaritasi qurilmalar soni ortgan sari paydo bo‘ladigan boshqaruv chalkashligini kamaytiradi. Bundan tashqari, metodologiyada kadrlar kompetensiyasi uchun ham alohida matritsa ishlab chiqildi: xavfsizlik muhandisi sensor ma’lumotlarini talqin qila olishi, uchastka boshlig‘i BIM-xarita va xavf paneli bilan ishlashi, IT mutaxassisi esa uskunaning uzluksiz ishlashini ta’minlashi lozim. Demak, aqlli monitoringni joriy etish qurilish tashkilotida yangi “raqamli xavfsizlik kompetensiyasi”ni shakllantirishni talab qiladi. Mazkur kompetensiya o‘quv instruktajlarini ham o‘zgartiradi: xodim faqat xavfsizlik qoidalarini emas, ogohlantirish signalining ma’nosi, mobil ilovada xavf haqida xabar berish tartibi, shaxsiy teg yoki smart-kaska bilan ishlash madaniyatini ham bilishi kerak. Metodologiyada shu sababli instruktajlar uch pog‘onada ko‘zda tutildi: umumiy, kasbiy va raqamli xavfsizlik instruktaji.

Natijalar

Tadqiqotning natijalari aqlli monitoring va prediktiv boshqaruvga asoslangan xavfsizlik tizimi qurilish maydonida alohida qurilmalar yig‘indisi emas, balki boshqaruvning yangi logikasi sifatida ishlashi zarurligini ko‘rsatdi. Eng avvalo, BIM modeli asosida shakllantirilgan dinamik xavf xaritasi an’anaviy ikki o‘lchamli sxemalarga nisbatan sezilarli metodik ustunlikka ega ekanligi aniqlandi. Chunki BIM muhiti qurilishning fazoviy-geometrik tuzilishi, elementlar o‘rnatilish ketma-ketligi va ishlarning kalendar rejasini birlashtirib, xavf zonasini “qayerda” degan savol bilan cheklamaydi, balki “qachon, kim uchun va nima sababdan” degan savollar bilan birgalikda ko‘rsatadi. Masalan, monolit karkasning yuqori qavatlarida balandlik bilan bog‘liq xavf statik zona sifatida emas, balki qolip ko‘chirilishi, armatura qoplamalari, vaqtinchalik to‘siqlar holati va vertikal transport jadvali bilan bog‘liq holda dinamik ssenariyga aylanadi; natijada tizim bir xil qavatda turli soatlarda turli xavf sinfini qayd etishi mumkin.

Kamera va joylashuv datchiklari bilan boyitilgan BIM-xarita tajribasi xavfli hududga ruxsatsiz kirish holatlarini erta aniqlash, ayniqsa turli pudrat brigadalari bir nuqtada to‘qnashadigan davrlarda xavfli kesishmalarni kamaytirish imkonini berdi [5; 13]. Ikkinchi muhim natija shuki, etakchi indikatorlar tizimi qurilish xavfsizligini baholashda kechikkan indikatorlarga nisbatan ancha foydali boshqaruv signallarini beradi. Tadqiqot tahlili shuni ko‘rsatdiki, baxtsiz hodisa yoki jarohat statistikasiga qarab baho berish obyekt holatini kechikib aks ettiradi; aksincha, himoya vositalarisiz ish maydoniga kirishlar, xavfli yaqinlashuvlar, briefing intizomidagi uzilishlar, mikroiqlim me’yoridan chiqish va charchoq belgilarining kuchayishi singari signalchilar xavfning o‘sish trayektoriyasini ancha oldin ko‘rsatadi [12; 14]. Shu asosda ishlab chiqilgan integral xavf indeksi sinov hisob-kitoblarida xavfni “past–o‘rta–yuqori” kabi umumiy toifalar bilan emas, balki vaqtga bog‘langan va choraga yo‘naltirilgan ko‘rsatkich sifatida ifodalash imkonini berdi. Misol uchun, xavf indeksi 0,40 dan 0,55 gacha ko‘tarilganida tizim oddiy ogohlantirish va nazoratchi e’tiborini kuchaytirish tavsiya etdi; 0,55 dan 0,70 gacha oraliqda ishchi oqimini qayta tashkil etish, vaqtincha to‘siqlarni mustahkamlash yoki texnika marshrutini o‘zgartirish bo‘yicha chora ko‘rildi; 0,70 dan yuqori qiymatlarda esa ishning muayyan operatsiyasini vaqtincha to‘xtatish, qo‘shimcha instruktaj o‘tkazish va ruxsatnomalarni qayta tasdiqlash kabi qat’iy boshqaruv signaliga o‘tildi. Bu darajalash amalda xavf oshgan sari boshqaruv reaksiyasi ham avtomatik ravishda qattiqlashib borishini ta’minlaydi. Uchinchi natija sifatida kiyiladigan qurilmalar va mikroiqlim sensorlarining birgalikdagi tahlili ayniqsa issiq iqlim yoki yopiq, shamollatilishi cheklangan joylarda ishchi funksional holatini kuzatish bo‘yicha yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Qurilish amaliyotida ko‘plab xatolar faqat malaka yoki intizom yetishmasligidan emas, balki charchoq, suvsizlanish, yuqori tana harorati, yurak urishidagi ortiqcha tezlashuv yoki psixofiziologik zo‘riqishdan ham kelib chiqadi. Kiyiladigan qurilma ma’lumotlari mikroiqlim, ishning jismoniy yuklamasi va smena davomidagi vaqt bilan bog‘langanida, tizim “xavfli xulq”ni jazolash emas, balki uning ildizidagi funksional cheklovni aniqlash imkonini beradi [6; 16]. Bu esa xavfsizlik boshqaruvini repressiv emas, profilaktik ruhga yaqinlashtiradi. To‘rtinchi natija kompyuter ko‘rishining qurilish maydonidagi real qiymatini aniqlash bilan bog‘liq bo‘ldi. Tadqiqot davomida kompyuter ko‘rishi ayniqsa shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish intizomi, ko‘tarilgan yuk ostida bo‘lish, texnika va odamning xavfli yaqinlashuvi, chekka hududlarda himoya to‘sig‘i yo‘qligi va cheklangan hududga kirish holatlarini tez aniqlashda foydali ekanligi ko‘rsatildi [13; 15]. Biroq shu bilan birga, kamera tahlili barcha holatlarni bir xil aniqlikda ushlay olmasligi, rakurs o‘zgarishi, vaqtinchalik to‘siqlar, yomg‘ir, chang va tungi yoritish sharoitlarida xatoliklar ortishi mumkinligi aniqlandi. Shu sababli amaliy modelda kompyuter ko‘rishi mustaqil hukm chiqaruvchi vosita emas, balki boshqa sensor ma’lumotlari bilan to‘ldiriladigan “yuqori chastotali kuzatuv kanali” sifatida joylashtirildi. Beshinchi natija qurilish texnikasi telemetriyasi bilan odam joylashuvini bog‘lash orqali transport xavflarini boshqarish imkoniyatlarining sezilarli kengayishini ko‘rsatdi. Kran, avtoko‘taruvchi, beton nasosi, yuk mashinasi, ekskavator va forklift singari texnik birliklar uchun geofens, tezlik chegarasi, xavfli burilish radiusi va piyoda yo‘laklari bilan kesishuv algoritmlari ishlab chiqilganda, tizim “yaqin qolib ketgan” hodisalarni real hodisaga aylanmasdan turib qayd eta oladi. Shu tariqa transport xavfsizligi tahlili faqat avariya sodir bo‘lganda emas, balki xavfli yaqinlashuvlar va intizom buzilishlarining takrorlanuvchi naqshlari asosida tashkil etiladi. Oltinchi natija tashkiliy intizom ko‘rsatkichlarining kutilganidan ham muhim ekanini tasdiqladi. Amaliy modelda briefing o‘tkazish, ruxsatnoma berish, nazorat ro‘yxati bandlarining yopilishi, foto-akt bilan tasdiqlash, nuqsonni bartaraf etishgacha bo‘lgan vaqt va ogohlantirishga javob reaksiyasi singari boshqaruv intizomi parametrlari integral xavf indeksiga kuchli ta’sir ko‘rsatdi. Bu holat shuni anglatadiki, aqlli monitoring texnologiyasi intizomni almashtirmaydi; aksincha, uni o‘lchab bo‘ladigan va boshqaruv qaroriga ulanadigan kategoriyaga aylantiradi. Yettinchi natija sifatida bazaviy, kengaytirilgan va integrallashgan joriy etish darajalari bo‘yicha differensial modelning amaliy qulayligi tasdiqlandi. Kichik va o‘rta

obyektlarda minimal raqamli chek-list, onlayn instruktaj reyestri va BIM bilan bog‘langan xavf xaritasining o‘zi ham sezilarli boshqaruv samarasini berishi mumkin; murakkab obyektlarda esa sensor, telemetriya va kompyuter ko‘rishining qo‘shilishi xavfning makon-vaqt bo‘yicha tahlilini kuchaytiradi; eng murakkab, zich va yuqori xavfli obyektlarda esa kiyiladigan qurilmalar hamda raqamli egizak integratsiyasi prediktiv boshqaruvning to‘laqonli platformasini yaratadi. Bu natija iqtisodiy samaradorlik nuqtai nazaridan ham muhim, chunki barcha obyektlarga bir xil qimmat tizimni joriy etish shart emas, balki xavf profili va obyekt masshtabiga ko‘ra moslashtirilgan konfiguratsiya tanlanadi. Sakkizinchi natija O‘zbekiston sharoitida aqlli xavfsizlik tizimini joriy etish uchun normativ va institutsional asoslar tobora shakllanib borayotganini ko‘rsatdi. Yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarni avtomatik monitoring qilish bo‘yicha huquqiy talablar, BIM texnologiyalari bo‘yicha malaka oshirish dasturlari va qurilish jarayonlarini avtomatlashtirishga qaratilgan davlat dasturlari amaliyotda bunday tizimlarni bosqichma-bosqich kengaytirish uchun muhim tayanch bo‘lib xizmat qilishi mumkin [9; 10; 11]. To‘qqizinchi natija sifatida ma’lumotlarning ishonchliligi va xavfsizlikka ta’sir ko‘rsatuvchi qarorlar o‘rtasidagi bog‘liqlik ochib berildi: agar sensor nosoz bo‘lsa, kamera ko‘rish maydoni to‘silsa yoki brigada identifikatsiyasi noto‘g‘ri yuritilsa, tizim noto‘g‘ri ijobiy yoki noto‘g‘ri salbiy signal berishi mumkin. Shu bois modelda “ishonchlilik koeffitsienti” kiritildi; u ma’lumot manbalarining texnik holati, kalibrovka davriyligi, qamrov darajasi va verifikatsiya natijalariga qarab hisoblandi. Bu koeffitsient past bo‘lsa, tizim qattiq boshqaruv qarorlarini emas, qo‘shimcha tekshiruv talab qiluvchi signal generatsiya qiladi. O‘ninchi natija sifatida xavfsizlik bo‘yicha raqamli tizimlarning eng katta amaliy samara manbai ularning “hodisalarni ro‘yxatga olishi” emas, balki ishlab chiqarish rejalashtirishiga ta’sir ko‘rsatishida ekani aniqlandi. Agar xavf ma’lumotlari kalendar reja, resurslar taqsimoti va brigadalar ketma-ketligiga uzatilmasa, monitoring tizimi faqat kuzatuv darajasida qoladi. Aksincha, xavf signali ishlar jadvalini moslashtirish, brigadalar oqimini ajratish, transport marshrutini qayta qurish yoki muayyan ish turini boshqa vaqtga ko‘chirishga sabab bo‘lsa, tizimning qiymati keskin oshadi. Natijada aqlli monitoring qurilish xavfsizligini ishlab chiqarish boshqaruvining ajralmas qismiga aylantirib, “xavfsizlik va unumdorlik bir-biriga zid” degan eskicha qarashni inkor etadi. Natijalarning yana bir muhim qatlami joriy etishning tashkiliy-iqtisodiy samaradorligi bilan bog‘liq bo‘ldi. Tahlil shuni ko‘rsatdiki, xavfsizlikka doir raqamli tizimlarning samarasini faqat baxtsiz hodisalar kamayishi orqali baholash tor yondashuvdir, chunki ular ko‘plab yashirin yo‘qotishlarni ham qisqartiradi. Masalan, yaqin qolib ketgan hodisalar kamayishi ishni favqulodda to‘xtatishlar sonini pasaytiradi, fotodalillar va raqamli aktlar qayta tekshiruvga ketadigan vaqtni qisqartiradi, xavfli hududlar bo‘yicha aniq makonli ma’lumot esa qo‘shimcha to‘siqlarni keraksiz joyga o‘rnatishning oldini oladi. Shu bilan birga, ogohlantirishlarning tarixiy bazasi shakllanganidan so‘ng tashkilot qaysi brigada, qaysi ish turi yoki qaysi vaqt oralig‘ida xavf ko‘proq ortishini ko‘ra boshlaydi; bu esa resurslarni ko‘r-ko‘rona emas, dalilga tayangan holda taqsimlash imkonini beradi. Tajribaviy ssenariy tahlili shuni ko‘rsatdiki, ertalabki ishga tushirish davri, tushdan keyingi charchoq bosqichi va smena oxiridagi shoshilish holatlari xavf signallarining to‘planish davri hisoblanadi. Agar shu davrlarda qo‘shimcha nazorat, qisqa briefing, ichimlik suvi rejimi, texnika oqimini vaqtincha cheklash yoki brigadalar almashinuvini moslashtirish choralari ko‘rilsa, xavf indeksi ancha barqarorlashadi. Bu natija xavfsizlikning faqat “kim xato qildi” savoli bilan emas, “qachon va qanday sharoitda xato ehtimoli ortadi” savoli bilan boshqarilishi kerakligini tasdiqlaydi. Yana bir natija xabar berish madaniyati bilan bog‘liq bo‘ldi. Mobil ilova yoki planshet orqali yaqin qolib ketgan holat, nosoz to‘siq, yomon yoritilgan zona yoki himoya vositasiz ishchi haqida tezkor xabar berish imkoniyati yaratilganda, maydon ichidagi axborot oqimi faollashadi. Bunda xodim yuborgan xabar darhol BIM-zonaga biriktirilsa va uni yopish muddati nazorat qilinsa, oddiy xabar haqiqiy boshqaruv instrumentiga aylanadi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ishchilar o‘z xabarining natijasini ko‘rib turgan taqdirda tizimga ishonchi ortadi; aks holda raqamli platforma yana bir rasmiy forma bo‘lib qolishi mumkin. Shu

sababli taklif etilgan modelda qayta aloqa tamoyili — ya’ni xabar yuboruvchi xodimga ko‘rilgan chora haqida javob berish — majburiy boshqaruv elementi sifatida kiritildi. Shuningdek, tadqiqot natijalari obyektlar tipologiyasiga qarab xavf indikatorlarining tarkibi farqlanishini ko‘rsatdi. Ko‘p qavatli turar joy qurilishida balandlik va vertikal transport omillari ustun bo‘lsa, sanoat binolarida yirik montaj birliklari, ko‘tarish operatsiyalari va vaqtincha tayanchlar, rekonstruksiya obyektlarida esa noma’lum konstruktiv holat, cheklangan makon va bir vaqtning o‘zida foydalanishdagi hudud bilan to‘qnashuvlar ustuvor xavf omillariga aylanadi. Demak, aqlli monitoringning yadrosi universal bo‘lsa-da, indikatorlar kitobi va eskalatsiya logikasi obyekt turiga moslashtirilishi lozim.

Muhokama

Olingan natijalar qurilish xavfsizligini aqlli monitoring asosida boshqarish masalasida bir nechta konseptual xulosalarni ilgari surish imkonini berdi. Birinchidan, mehnat xavfsizligini raqamlashtirish uning mohiyatini o‘zgartiradi: xavfsizlik endi faqat nazorat bo‘limi yoki muhandis zimmasidagi vazifa bo‘lib qolmay, loyiha boshqaruvi, ishlab chiqarish logistikasi, inson resurslari, texnik xizmat ko‘rsatish va sifat nazorati bilan teng huquqli axborot oqimiga aylanadi. Bu o‘zgarishning nazariy ahamiyati shundaki, xavfsizlikni “normativga muvofiqlik” paradigmasidan “dinamik tizim holati” paradigmasiga o‘tkazadi. Qurilish maydoni o‘z mohiyatiga ko‘ra doimiy ravishda o‘zgaruvchan, ko‘p agentli va noaniqlik darajasi yuqori bo‘lgan tizimdir; bunday tizimlarda yakkama-yakka inspeksiya yoki davriy instruktaj, albatta, zarur, biroq ular xavflarning dinamik evolyutsiyasini to‘liq qamrab olmaydi. Shuning uchun aqlli monitoringning asosiy ilmiy qiymati ko‘proq ma’lumot yig‘ishda emas, balki vaqt, makon va kontekstni birlashtirgan holatda qaror qabul qilish imkonini yaratishidadir [3; 8]. Ikkinchidan, BIMning xavfsizlikdagi roli ko‘p hollarda faqat vizual model sifatida talqin etib kelingan bo‘lsa, tadqiqot natijalari uni xavfsizlik semantikasi uchun “asosiy koordinata tizimi” deb qarash lozimligini ko‘rsatadi. Boshqacha qilib aytganda, sensor, kamera, telemetriya va human-factor ma’lumotlari BIMsiz ham mavjud bo‘lishi mumkin, ammo ular bir-biriga bog‘lanmagan alohida signallar to‘plami bo‘lib qoladi; BIM esa ushbu signallarni element, zona, bosqich, brigada va ish turi bilan semantik jihatdan bog‘lab, boshqaruv ma’nosiga ega qiladi [5; 17]. Shu nuqtai nazardan, qurilish xavfsizligining raqamli egizagi oddiy 3D maket emas, balki ma’lumotlarga javob beruvchi boshqaruv modeli hisoblanadi. Uchinchi jihat inson omili bilan bog‘liq. Aqlli monitoring tizimlari joriy etilganda ko‘pincha nazoratning kuchayishi, ishchini “raqamli kuzatuv obyekti”ga aylantirish, shaxsiy ma’lumotlar daxlsizligi va kasbiy avtonomiya cheklanishi haqidagi xavotirlar paydo bo‘ladi [16]. Bu xavotirlarni inkor etish emas, aksincha, tizim dizayniga etik va huquqiy talablarga asoslangan holda singdirish zarur. Maqolada taklif etilgan yondashuvda kiyiladigan qurilmalar yoki videoanalitika ishchini jazolash vositasi emas, xavfli vaziyatni erta aniqlash vositasi sifatida talqin qilindi; shu bilan birga ma’lumotlarni minimallashtirish, maqsadga muvofiqlik, anonimlashtirish, ruxsat darajalari va audit izi kabi prinsiplar ustuvor deb olindi. Bu nafaqat etik, balki boshqaruv nuqtai nazaridan ham to‘g‘ri, chunki ishonchsiz ijtimoiy muhitda eng yaxshi texnologiya ham yashirin qarshilik va formalizm tufayli samarasiz bo‘lib qoladi. To‘rtinchidan, tadqiqot natijalari “aqlli texnologiya qimmat, demak, faqat yirik loyihalarga mos” degan keng tarqalgan fikrni qisman rad etadi. Haqiqatan, to‘liq integrallashgan raqamli egizak, kiyiladigan qurilmalar va kompyuter ko‘rishi bilan jihozlangan tizim murakkab va resurs talab qiladi. Biroq bazaviy raqamli chek-list, foto-akt, mobil ruxsatnoma, onlayn instruktaj va BIM bilan bog‘langan xavf xaritasidan iborat minimal konfiguratsiya ham o‘rta obyektlarda sezilarli samara berishi mumkin. Demak, muammo texnologiya bor-yo‘qligida emas, uni xavf profiliga mos konfiguratsiyada tanlashdadir. Bu esa O‘zbekiston sharoitida juda muhim, chunki qurilish obyektlari moliyaviy qudrat, texnologik murakkablik va kadrlar salohiyati bo‘yicha keskin farqlanadi. Beshinchidan, aqlli xavfsizlik tizimining muvaffaqiyati apparat ta’minotiga emas, ma’lumotlardan kelib chiqadigan boshqaruv mexanizmlarining sifati va tashkiliy intizomga bog‘liq ekani aniqlandi. Agar ogohlantirishlar

ko‘p, ammo javob harakati noaniq bo‘lsa, tizim tez orada “signal shovqini”ga aylanadi; agar ogohlantirishlar ishlab chiqarish boshqaruviga uzatilmasa, xavf haqida bilish va uni kamaytirish o‘rtasida uzilish paydo bo‘ladi. Shu sababli maqolada eskalatsiya darajalari, javob mas’ullari, vaqt chegaralari va qayta aloqa mexanizmlari alohida ta’kidlandi. Oltinchidan, qurilish maydonidagi xavflarning ko‘pligi aqlli tizimning “hammasini birdan yechishi”ni anglatmaydi. Ayrim xavflar, xususan tor yopiq fazoda gaz yig‘ilishi, yirik yuklarni ko‘tarish, favqulodda ob-havo yoki vaqtinchalik tayanchlarning barqarorligi kabi holatlar hanuz muhandislik hisoblari, maxsus ruxsatnomalar va tajribali nazoratni talab etadi. Demak, aqlli monitoring mutaxassisni almashtirmaydi; u mutaxassis qarorini tezlashtiradi, dalillaydi va operativlashtiradi. Yettinchidan, xalqaro manbalar bilan uyg‘un holda olingan natijalar ko‘rsatadiki, etakchi indikatorlarga tayanuvchi xavfsizlik tizimi qurilishda samaraliroqdir [12]. Bu ilmiy xulosaning amaliy qiymati juda katta: korxona o‘z e’tiborini faqat sodir bo‘lgan baxtsiz hodisalarga qaratish o‘rniga, hodisaga olib boruvchi mayda, lekin takrorlanuvchi og‘ishlarni boshqarishi kerak. Masalan, kaskaning yo‘qligi yoki ruxsatsiz zonaga qisqa muddatli kirish bir qarashda “katta hodisa” emas, biroq ular tizimli bo‘lsa, yirik jarohatlanish xavfining signalchisidir. Sakkizinchidan, O‘zbekiston qurilish tizimidagi institutsional o‘zgarishlar aqlli xavfsizlik yondashuvini joriy etish uchun muhim imkoniyatlar ochadi. BIM bo‘yicha kadrlar tayyorlash, monitoring uskunalari bo‘yicha normativ talablar va qurilish faoliyatini avtomatlashtirishga qaratilgan dasturlar raqamli xavfsizlikning alohida tajriba emas, balki tizimli rivojlanish yo‘nalishiga aylanishi mumkinligini ko‘rsatmoqda [9; 10; 11]. Biroq bu yerda yana bir murakkab masala mavjud: texnologiyani joriy etish bilan uning institutlashuvi bir xil narsa emas. Texnologiya uskunani sotib olish va dastur o‘rnatish bilan boshlansa, institutlashuv me’yor, mas’uliyat, kompetensiya va ma’lumot almashish qoidalarining shakllanishini anglatadi. Shunday ekan, kelgusida qurilish xavfsizligini aqlli boshqarish bo‘yicha mahalliy klassifikatorlar, minimal ma’lumot to‘plamlari, interoperabellik talablari va etik me’yorlarni ishlab chiqish alohida tadqiqot yo‘nalishiga aylanishi lozim. To‘qqizinchidan, tadqiqotning cheklovlari ham mavjud. Maqolada taklif etilgan model umumiy metodologik platforma bo‘lib, uning ayrim koeffitsientlari turli obyekt va iqlim sharoitlari bo‘yicha kalibrovka qilishni talab qiladi. Masalan, issiqlik stressi bo‘yicha chegara ko‘rsatkichlari, shovqin ta’sirining ish unumdorligiga bog‘liqligi yoki brigadalar zichligi bilan xavf darajasi o‘rtasidagi nozik nisbatlar mahalliy amaliy ma’lumotlar asosida aniqlashtirilishi kerak. Shunga qaramay, modelning afzalligi uning moslashuvchanligida: u aniq bitta qurilma yoki dasturga bog‘lanmaydi, balki ma’lumot manbalaridan qat’i nazar boshqaruv logikasini belgilaydi. Demak, ilmiy va amaliy jihatdan eng muhim natija shuki, aqlli qurilishdagi xavfsizlik masalasi texnik gadjetlarni tanlash muammosi emas, balki qurilish maydonini ma’lumotga asoslangan boshqaruv tizimiga aylantirish muammosidir. Muhokama doirasida kadrlar masalasini alohida urg‘ulash zarur. Qurilishda ko‘pincha texnologik transformatsiya uskunalarni xarid qilish bilan tenglashtiriladi, holbuki aqlli xavfsizlik tizimining markazida ma’lumotni talqin qila oladigan va undan boshqaruv chorasi chiqara oladigan mutaxassis turadi. Shu sababli raqamli xavfsizlik bo‘yicha yangi rollar paydo bo‘ladi: xavf paneli operatori, BIM-xavfsizlik koordinatori, sensor tarmog‘i bo‘yicha administrator, videoanalitika nazoratchisi kabi funksiyalar an’anaviy mehnat muhofazasi muhandisi vazifasini to‘ldiradi. Bu yangi rollar qurilish oliy ta’limi va malaka oshirish tizimida ham aks etishi kerak. Yana bir muhim jihat — standartlashtirish. Agar turli qurilmalardan kelayotgan ma’lumotlarning nomlanishi, formatlari va bog‘lanish qoidalari standartlashmasa, amaliyotda “raqamli parchalanish” yuz beradi: har bir pudratchi o‘z platformasida ishlaydi, ma’lumot almashish qiyinlashadi, bosh buyurtmachi esa yaxlit holatni ko‘ra olmaydi. Shuning uchun kelajakda O‘zbekiston sharoitiga mos, lekin xalqaro interoperabellik tamoyillariga zid bo‘lmagan minimal xavfsizlik ma’lumot modeli ishlab chiqilishi maqsadga muvofiqdir. Bu modelda ishchi identifikatori, brigada kodi, xavf turi, fazoviy zona, vaqt belgisi, ogohlantirish darajasi, verifikatsiya holati va yopilish natijasi kabi

majburiy atributlar bo‘lishi zarur. Iqtisodiy nuqtai nazardan qaralganda ham aqlli monitoringga sarmoya ko‘p hollarda o‘zini bevosita va bilvosita yo‘l bilan qoplaydi. Bevosita samara jarohatlanish, ish to‘xtashlari va zararni kamaytirishda ko‘rinsa, bilvosita samara qayta bajarishlar, da’volar, sug‘urta xavflari, tekshiruvlar bilan bog‘liq tranzaksion xarajatlar va obro‘ yo‘qotishlarini pasaytirishda namoyon bo‘ladi. Shu bois kelgusida xavfsizlikning raqamli tizimlari iqtisodiy model bilan ham birga o‘rganilishi, ya’ni “bir ogohlantirishning qiymati”, “oldi olingan hodisaning iqtisodiy effekti”, “sensor va video qamrovining chegaraviy foydasi” kabi ko‘rsatkichlar ishlab chiqilishi lozim. Shuningdek, aqlli monitoringni joriy etishda qurilish tashkilotining boshqaruv madaniyati hal qiluvchi omil bo‘lib qoladi. Agar rahbariyat xavfsizlik ma’lumotini faqat nazorat va jazolash vositasi deb qabul qilsa, tizimdan olinadigan signal yashirin qarshilik sabab kamayadi; agar u ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va jarayonni barqarorlashtirish vositasi sifatida qabul qilinsa, xodimlar ham tizimni qo‘llab-quvvatlaydi. Shu bois raqamli xavfsizlik loyihalari texnik topshiriq bilan bir qatorda o‘zgarishlarni boshqarish dasturi, kommunikatsiya rejasi va motivatsion mexanizmlar bilan birga olib borilishi lozim.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, bino va inshootlarni barpo etish jarayonida mehnat xavfsizligini ta’minlashning an’anaviy modeli murakkab va tez o‘zgaruvchan qurilish maydonlari uchun yetarli emas; u albatta saqlanadi, biroq aqlli monitoring, semantik integratsiya va prediktiv boshqaruv bilan boyitilgandagina haqiqiy samaradorlikka erishadi. Maqolada ishlab chiqilgan ilmiy-metodologik yondashuv mehnat xavfsizligini BIM, IoT, kompyuter ko‘rishi, kiyiladigan qurilmalar, telemetriya va tashkiliy indikatorlar birikmasida ko‘rib, xavfni sodir bo‘lgandan keyin qayd etiladigan hodisa emas, balki real vaqt rejimida kuzatiladigan va boshqariladigan dinamik jarayon sifatida talqin qildi. Taklif etilgan modelning asosiy natijasi shundaki, u qurilish maydonida fazoviy, texnologik, transport, inson omili va muhit xavflarini bitta raqamli boshqaruv konturida birlashtirish, etakchi indikatorlar orqali xavfning o‘sish trayektoriyasini oldindan ko‘rish va boshqaruv choralarini ustuvorlik bilan faollashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, tadqiqot aqlli xavfsizlik tizimlari faqat yirik va qimmat loyihalar uchun emasligini, balki bazaviy, kengaytirilgan va integrallashgan darajalar bo‘yicha moslashtirilgan holda turli obyektlarda joriy etilishi mumkinligini ko‘rsatdi. Amaliy nuqtai nazardan, ushbu yondashuv ishchi va texnika oqimlarini muvofiqlashtirish, xavf zonalarini dinamik qayta baholash, issiqlik yoki charchoq bilan bog‘liq xatarlarni erta aniqlash, shaxsiy himoya vositalaridan foydalanish intizomini kuchaytirish hamda xavfsizlikni ishlab chiqarish rejalashtirishiga bevosita bog‘lash imkonini beradi. Nazariy nuqtai nazardan esa mehnat xavfsizligini normativ talablarga rioya etish bilan cheklangan yo‘nalishdan chiqarib, ma’lumotlarga asoslangan boshqaruv fanining tarkibiy qismiga aylantiradi. O‘zbekiston sharoitida qurilish sohasini raqamlashtirish, BIMni joriy etish va avtomatik monitoring talablari kuchayib borayotgani ushbu konsepsiyani bosqichma-bosqich amaliyotga tatbiq etish uchun qulay imkoniyat yaratmoqda. Keyingi tadqiqotlarda integrallashgan xavf indeksining mahalliy obyektlar bo‘yicha kalibrovkasi, etik-huquqiy me’yorlar, ma’lumot almashish standartlari va iqtisodiy samaradorlik modellarini chuqurlashtirish maqsadga muvofiqdir. Demak, aqlli qurilishda mehnat xavfsizligi kelajakdagi qo‘shimcha opsiya emas, balki sifatli, tezkor va barqaror qurilishning asosiy shartlaridan biridir. Shu ma’noda, qurilish maydonida xavfsizlikni aqlli boshqarish — bu qo‘shimcha gadjetlar to‘plami emas, balki loyiha madaniyatining o‘zgarishidir. Xavfsizlikka oid qarorlar jadval, logistika, kadrlar tayyorgarligi va texnik xizmat ko‘rsatish bilan birgalikda ko‘rilgandagina raqamli tizim o‘zining haqiqiy qiymatini beradi.

ADABIYOTLAR

1. International Organization for Standardization. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: ISO; 2018.

2. International Organization for Standardization. ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Geneva: ISO; 2018.

3. National Institute of Standards and Technology. Digital twins. Gaithersburg, MD: NIST; 2025.

4. Voas J, et al. Security and Trust Considerations for Digital Twin Technology. Gaithersburg, MD: NIST; 2025.

5. Occupational Safety and Health Administration. Construction Industry — Safety. Washington, DC: OSHA; 2026.

6. Occupational Safety and Health Administration. Using Leading Indicators to Improve Safety and Health Outcomes. OSHA 3970. Washington, DC: OSHA; 2019.

7. International Labour Organization. Safety and health in construction. Geneva: ILO; 1992.

8. International Labour Organization. Revolutionizing health and safety: The role of AI and digitalization at work. Geneva: ILO; 2025.

9. Martínez-Aires MD, López-Alonso M, Martínez-Rojas M. Building information modeling and safety management: A systematic review. Safety Science. 2018;101:11–18.

10. Parsamehr M, Perera US, Dodanwala TC, et al. A review of construction management challenges and BIM-based solutions: perspectives from the schedule, cost, quality, and safety management. Asian Journal of Civil Engineering. 2023;24:353–389.

11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori, PQ-161-son, 2024-yil 17-aprel. Bino va inshootlarning yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarini avtomatik monitoring qilish tizimlarini joriy etish bo‘yicha chora-tadbirlar.

12. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligi. BIM texnologiyalarini joriy etish va mutaxassislar malakasini oshirish bo‘yicha materiallar. Toshkent; 2025–2026.

UO‘T: 711.4-16:504.06

РОЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ: НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НУКУСА

Jumabayev Dauletbay Maratovich
t.f.f.d., dotsent. “Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti”
e-mail: jumabaevdawlet0115@gmail.com

Ten Izabel Vadimovna
talaba “Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti”
e-mail: tenizabel1@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается роль генерального плана как базового инструмента пространственного управления, обеспечивающего экологическую безопасность городской территории. Цель исследования состоит в том, чтобы показать, каким образом генеральный план может снижать экологические риски через функциональное зонирование, формирование санитарно-защитных и зеленых коридоров, регулирование застройки, управление отходами и охрану водных объектов, а также определить, какие решения наиболее актуальны для города Нукуса. Исследование опирается на нормативно-правовой анализ, сравнительно-градостроительный подход, контент-анализ генерального плана Нукуса и интерпретацию зарубежного опыта интеграции устойчивого развития и здоровья населения в мастер-планы городов. Установлено, что в условиях Нукуса генеральный план должен рассматриваться не как формальный проект размещения объектов, а как превентивный экологический механизм, связывающий рост города с требованиями к озеленению, санитарной защите, водной безопасности, климатической адаптации и общественному контролю. На основе анализа предлагается подход, при котором экологическая безопасность встраивается в генеральный план на стадии принятия ключевых пространственных решений, а не после возникновения негативных последствий.

Annotatsiya. Maqolada shahar hududining ekologik xavfsizligini ta’minlaydigan fazoviy boshqaruvning asosiy vositasi sifatida bosh rejaning o‘rni ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotning maqsadi – bosh reja funksional zonalashtirish, sanitariya-himoya va yashil yo‘laklarni shakllantirish, qurilishni tartibga solish, chiqindilarni boshqarish hamda suv obyektlarini muhofaza qilish orqali ekologik xatarlarni qay tarzda kamaytirishi mumkinligini ko‘rsatish, shuningdek, Nukus shahri uchun qaysi yechimlar eng dolzarb ekanini aniqlashdan iborat. Tadqiqot me’yoriy-huquqiy tahlil, qiyosiy-shaharsozlik yondashuvi, Nukus shahri bosh rejasining kontent-tahlili hamda shaharlarning bosh rejalariga barqaror rivojlanish va aholi salomatligi masalalarini integratsiya qilish bo‘yicha xorijiy tajribani sharhlashga tayanadi. Aniqlanishicha, Nukus sharoitida bosh reja obyektlarni joylashtirishning rasmiy loyihasi sifatida emas, balki shaharning o‘sishini ko‘kalamzorlashtirish, sanitariya muhofazasi, suv xavfsizligi, iqlimga moslashish va jamoatchilik nazorati talablari bilan bog‘laydigan preventiv ekologik mexanizm sifatida qaralishi lozim. Tahlil asosida ekologik xavfsizlik salbiy oqibatlar yuzaga kelgandan so‘ng emas, balki asosiy fazoviy qarorlarni qabul qilish bosqichidayoq bosh rejaga singdiriladigan yondashuv taklif etiladi.

Abstract. This article examines the role of the master plan as a fundamental tool of spatial management for ensuring the environmental safety of urban territories. The study aims to demonstrate how a master plan can mitigate environmental risks through functional zoning, the creation of sanitary protection zones and green corridors, development regulation, waste management, and the protection of water bodies, as well as to identify which solutions are most relevant for the city of Nukus. The research is based on a legal and regulatory analysis, a comparative urban planning approach, a content analysis of the Nukus master plan, and an interpretation of international experience in integrating sustainable development and public health into urban master plans. It is established that, in the context of Nukus, the master plan should be regarded not as a formal project for siting facilities, but as a preventive environmental mechanism that links the city's growth to requirements for landscaping, sanitary protection, water security, climate adaptation, and public oversight. Based on this analysis, an approach is proposed in which environmental safety is integrated into the master plan at the stage of key spatial decision-making, rather than after negative consequences have already occurred.

Ключевые слова: генеральный план, экологическая безопасность, территориальное зонирование, санитарно-защитные зоны, зеленые коридоры, Нукус, Республика Каракалпакстан, устойчивое городское развитие.

Kalit so‘zlar: bosh reja, ekologik xavfsizlik, hududiy zonalashtirish, sanitariya-himoya zonalari, yashil yo‘laklar, Nukus, Qoraqalpog‘iston Respublikasi, shaharning barqaror rivojlanishi.

Keywords: master plan, environmental safety, territorial zoning, sanitary protection zones, green corridors, Nukus, Republic of Karakalpakstan, sustainable urban development.

Введение. В современных условиях генеральный план перестает быть только документом территориального развития и все в большей степени становится инструментом предупреждения экологических рисков. Для Узбекистана эта постановка вопроса имеет прямое нормативное и методологическое значение: Градостроительный кодекс закрепляет требования к генеральным планам, режимам использования территории и санитарно-защитным зонам, а закон об экологической экспертизе, оценке воздействия на окружающую среду и стратегической экологической оценке усиливает превентивный характер экологических решений уже на стадии подготовки планов и программ [1, 2]. Следовательно, экологическая безопасность территории должна обеспечиваться не только природоохранными мероприятиями, но и самой логикой пространственного планирования.

Для города Нукуса эта задача особенно актуальна. Нукус развивается в сложных природно-климатических условиях Приаралья, где, по данным UNICEF, прогнозируются рост числа экстремально жарких дней, усиление дефицита воды и повышение климатической уязвимости населения [4]. Одновременно инженерно-геоэкологические исследования по городу Нукусу показывают, что засоление почв и колебания уровня грунтовых вод остаются существенными факторами, осложняющими состояние городской среды и озеленения [12]. Утвержденный в 2024 году генеральный план Нукуса также исходит из дальнейшего роста населения и территориального расширения города, что усиливает нагрузку на зеленый каркас, систему санитарной очистки, водные объекты и транспортно-коммунальную инфраструктуру [3].

Актуальность темы подтверждается и современной научной литературой. Систематический обзор исследований по master plans показывает, что устойчивость и

экологическая эффективность генеральных планов возрастает тогда, когда пространственные решения, экологические цели и инструменты управления рассматриваются как единая система [5]. Опыт города Вик (Барселона) демонстрирует, что интеграция вопросов здоровья и качества среды в генеральный план возможна уже на ранних стадиях его подготовки [6]. Исследования по стратегической экологической оценке подчеркивают, что экологические требования наиболее результативны тогда, когда они встроены в процесс планирования, сопровождаются мониторингом и общественным обсуждением [7, 8]. Наряду с этим обзоры по городским зеленым и зелено-голубым инфраструктурам показывают их значение для снижения тепловой нагрузки, улучшения здоровья и повышения климатической устойчивости городской среды [9, 10].

Материалы и методы. Исследование выполнено на основе междисциплинарного подхода, сочетающего градостроительный, экологический и нормативно-правовой анализ. В качестве эмпирической базы использованы Градостроительный кодекс Республики Узбекистан, закон об экологической экспертизе, оценке воздействия на окружающую среду и стратегической экологической оценке, а также утвержденный генеральный план города Нукуса [1–3]. Для характеристики климатической уязвимости Приаралья привлечен аналитический доклад UNICEF [4]. Теоретическую основу составили современные зарубежные исследования, посвященные устойчивым генеральным планам, интеграции здоровья в мастер-планы, стратегической экологической оценке и роли зеленой инфраструктуры в климатической адаптации [5–10], а также публикации, отражающие особенности развития городов Узбекистана и экологические условия Нукуса [11, 12].

Методически работа опирается на четыре взаимосвязанных приема. Во-первых, использован нормативно-правовой анализ, позволивший определить, какие требования к экологической безопасности уже встроены в систему градостроительного регулирования [1–3]. Во-вторых, проведен контент-анализ решений генерального плана Нукуса, прежде всего по озеленению, санитарной очистке, защите водных объектов и размещению производственных и коммунальных территорий [3]. В-третьих, применен сравнительно-градостроительный подход, в рамках которого зарубежные публикации о master plans, стратегической экологической оценке, здоровье городской среды и зелено-голубой инфраструктуре использованы как аналитическая рамка [5–10]. В-четвертых, использован интерпретационный метод, позволивший перевести общие принципы устойчивого планирования в конкретные условия Нукуса как города Приаралья [11, 12].

Результаты и обсуждение. Проведенный анализ показывает, что генеральный план выполняет экологическую функцию прежде всего через пространственное разграничение рисков. Градостроительный кодекс Узбекистана прямо связывает режим использования территории с градостроительными регламентами и предусматривает санитарно-защитные зоны вокруг производственных, инженерных и транспортных объектов; размещение жилья, образовательных, медицинских и рекреационных объектов в пределах таких зон не допускается [1]. С точки зрения современной планировочной теории и практики стратегической экологической оценки именно такие решения позволяют предотвращать экологические конфликты еще до начала строительства и эксплуатации объектов [7, 8].

Для Нукуса это особенно важно, поскольку сам генеральный план фиксирует сочетание роста населения, территориального расширения и дефицита зеленых

пространств [3]. В документе прямо указано, что существующие парки и зеленые площади города не обеспечивают население в нормативном объеме, а возможности их расширения в сложившейся части города ограничены; поэтому новые рекреационные территории предполагается размещать преимущественно в присоединяемых зонах [3]. Одновременно план предлагает связать зеленые участки жилых районов, промышленные территории, автомобильные дороги, инженерно-коммуникационные сети, каналы и санитарно-защитные зоны в единую систему зеленых коридоров. Это соответствует выводам современных обзоров о том, что городская зеленая инфраструктура повышает климатическую устойчивость, снижает тепловую нагрузку и улучшает качество городской среды [9, 10]. В исследованиях по городам Узбекистана также подчеркивается необходимость учитывать пространственную специфику территориального развития и взаимосвязь жилых, общественных и рекреационных зон [11].



Рисунок 1. Пространственная схема экологически безопасного развития территории Нукуса

Не менее важно, что экологическая безопасность в генеральном плане Нукуса раскрывается через водно-санитарный и коммунальный блок. В проекте предусмотрены меры по санитарной очистке города, раздельному сбору твердых бытовых отходов, размещению современных пунктов накопления, совершенствованию полигона и строительству сооружений, защищающих атмосферу, почвы, поверхностные и подземные воды от загрязнения [3]. Рекомендовано также расширение территорий переработки и

размещения отходов: от 9,7 га в текущем состоянии до 30,5 га на расчетный период [3]. Дополнительно в генеральном плане содержится предложение освобождать охранные зоны каналов, арыков и водоемов от застройки, чтобы предотвратить загрязнение воды и использовать эти территории для отдыха и спорта. Для города в аридной зоне это означает, что генеральный план должен регулировать не только сухопутную застройку, но и «синюю» инфраструктуру — водные коридоры и прилегающие к ним защитные полосы. Подобный подход согласуется с исследованиями, в которых стратегическая экологическая оценка рассматривается как механизм учета долгосрочных и кумулятивных экологических последствий пространственных решений [7, 8].

Еще один результат анализа состоит в том, что генеральный план в условиях Нукуса должен учитывать не только текущие экологические проблемы, но и климатические сценарии будущего. Сам документ подчеркивает необходимость учитывать природно-климатические условия, прогноз численности населения и меры защиты территории от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций [3]. С учетом прогнозируемого усиления жары и водного дефицита для региона Приаралья [4] это означает, что генеральный план города должен включать непрерывный зеленый каркас, локальные тенеобразующие общественные пространства, защитные насаждения вдоль транспортных магистралей, сохранение и благоустройство водных каналов, а также сеть санитарно-защитных поясов между жилой и производственной средой. В условиях Нукуса такие меры дополнительно важны из-за засоления почв и чувствительности городских экосистем к гидрогеологическим изменениям [12], тогда как современные обзоры по зеленой инфраструктуре подтверждают их роль в снижении тепловой нагрузки и повышении устойчивости к климатическим стрессам [10].

Зарубежный опыт подтверждает, что экологическая и санитарная проблематика должна интегрироваться в генеральный план на ранних этапах, а не добавляться к нему постфактум. Современный систематический обзор показывает, что устойчивые master plans формируются там, где пространственное развитие, экологические ориентиры и инструменты управления объединяются в единой структуре [5]. Исследование по городу Вик (Барселона) демонстрирует, что включение в мастер-план локально адаптированных решений, повышающих здоровье населения, позволяет превратить документ из схемы землепользования в реальный механизм улучшения городской среды [6]. Работы по стратегической экологической оценке подчеркивают значение мониторинга, общественного участия и учета возможных неблагоприятных эффектов при реализации планировочных решений [7, 8]. Наконец, обзоры по городским зеленым пространствам и зеленой инфраструктуре подтверждают их положительное влияние на здоровье населения, микроклимат и устойчивость к тепловым стрессам [9, 10].

С практической точки зрения роль генерального плана в обеспечении экологической безопасности территории Нукуса можно свести к четырем связанным функциям. Первая — предупредительная, когда риски снижаются еще на стадии зонирования и выбора площадок. Вторая — компенсационная, когда город развивает зеленые и санитарно-защитные пояса, сглаживая уже существующие экологические нагрузки. Третья — адаптационная, когда в план закладываются решения на случай жары, засухи, дефицита воды и пыле-песчаных воздействий. Четвертая — управленческая, когда генеральный план увязывается с общественным обсуждением, экологической оценкой и

постоянным мониторингом. В этом смысле генеральный план выступает не только архитектурно-планировочным, но и экологико-правовым документом, что подтверждается как национальной нормативной базой, так и современной литературой по стратегической экологической оценке и устойчивому планированию [1–3, 7, 8].



Рисунок 2. Как генеральный план обеспечивает экологическую безопасность территории

Заключение. Проведенное исследование показывает, что роль генерального плана в обеспечении экологической безопасности территории заключается в его способности заранее формировать экологически допустимую модель городского развития. Для Нукуса это особенно значимо из-за сочетания климатической уязвимости Приаралья, дефицита зеленых территорий, водных ограничений, роста населения и необходимости обновления коммунальной инфраструктуры [4, 10, 12].



Рисунок 3. Приоритетные экологические решения для города Нукуса в составе генерального плана

На примере Нукуса можно сделать вывод, что экологически ориентированный генеральный план должен включать: жесткое функциональное зонирование с

соблюдением санитарно-защитных режимов; формирование единого зеленого и водно-зеленого каркаса; защиту каналов и водоемов; развитие современной системы обращения с отходами; вынос экологически конфликтных объектов из чувствительных зон; а также увязку пространственных решений со стратегической экологической оценкой, общественным обсуждением и мониторингом. В этом случае генеральный план становится не формальным документом застройки, а основой долгосрочной экологической устойчивости городской территории [1–3, 7–10].

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Республики Узбекистан: Закон Республики Узбекистан от 22.02.2021.

2. Закон Республики Узбекистан № O‘RQ-1036 от 24.02.2025 «Об экологической экспертизе, оценке воздействия на окружающую среду и стратегической экологической оценке».

3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 837 от 13.12.2024 «Об утверждении генерального плана города Нукуса».

4. UNICEF. A Climate Landscape Analysis for Children in Uzbekistan. Tashkent, 2025.

5. Przybysz A.L., Lima A.D., Sá C.P.d., Resende D.N., Pagani R.N. Integrating City Master Plans with Sustainable and Smart Urban Development: A Systematic Literature Review // Sustainability. 2024. Vol. 16, No. 17. Art. 7692. DOI: 10.3390/su16177692.

6. Puig-Ribera A., Rofin M., Bort-Roig J., Aumatell E., Juncà A., de San Pedro M., Garcia-Cuyàs F., Chamorro C., Perona-Ribes L., Torrentó J.R., Jabardo-Camprubí G., Palmero F., Geli M. Integrating Health Into the Urban Master Plan of Vic, Barcelona: A Comprehensive Approach // Urban Planning. 2022. Vol. 7, No. 4. P. 25–41. DOI: 10.17645/up.v7i4.5492.

7. Mabey P.T., Li W., Sundufu A.J., Lashari A.H. The Potential of Strategic Environmental Assessment to Improve Urban Planning in Sierra Leone // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18, No. 18. Art. 9454. DOI: 10.3390/ijerph18189454.

8. Reicher Salazar O., Delgado Schneider V., Arumí J.L. Regulatory Analysis of Strategic Environmental Assessment Follow-Up // Land. 2024. Vol. 13, No. 8. Art. 1221. DOI: 10.3390/land13081221.

9. Gianfredi V., Buffoli M., Rebecchi A., Croci R., Oradini-Alacreu A., Stirparo G., Marino A., Odone A., Capolongo S., Signorelli C. Association between Urban Greenspace and Health: A Systematic Review of Literature // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021. Vol. 18, No. 10. Art. 5137. DOI: 10.3390/ijerph18105137.

10. Salih K., Báthoryné Nagy I.R. Review of the Role of Urban Green Infrastructure on Climate Resiliency: A Focus on Heat Mitigation Modelling Scenario on the Microclimate and Building Scale // Urban Science. 2024. Vol. 8, No. 4. Art. 220. DOI: 10.3390/urbansci8040220.

11. Madrimov R., Tashtaeva S., Kasimov K., Yusupov H. Modern Features of Urban Development: A Case Study from Uzbekistan // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 563. Art. 02001. DOI: 10.1051/e3sconf/202456302001.

UO‘T: 622.831:624.131.537

YER OSTI KON LAHIMI ATROF TOG‘ JINSLARINING DEFORMATSIYALANISHINI VA DARZLIKNING GEOMETRIK TAVSIFINI ANIQLASH

Sulxonov Diyorbek Ahror o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti “Konchilik” fakulteti “Konchilik ishi” kafedrasi
1-bosqich 3M-25FQKQ guruh magistranti,
sulxonovdiyorbek2gmail.com

Toshtemirov Umarali Tulqin o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti “Konchilik” fakulteti “Konchilik ishi” kafedrasi dotsenti, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

Annotatsiya. Ushbu maqolada tog‘ jinsi massivlarining strukturaviy holati, ularning deformatsiyalanish jarayonlari va darzlikning geometrik xususiyatlarini aniqlash metodikasi tahlil qilinadi. Tog‘ jinslarining tabiiy buzilganligi (darzlanganligi) massivning fizik-mexanik xossalariga, uning mustahkamligi va turg‘unligiga ta’sir etuvchi asosiy omil sifatida ko‘rib chiqiladi.

Аннотация. В данной статье анализируется структурное состояние массивов горных пород, процессы их деформации и методика определения геометрических характеристик трещиноватости. Естественная трещиноватость горных пород рассматривается как основной фактор, влияющий на физико-механические свойства массива, его прочность и устойчивость.

Abstract. This article analyzes the structural state of rock masses, their deformation processes, and the methodology for determining the geometric characteristics of fracturing. The natural cracking of rock formations is considered a primary factor affecting the physical and mechanical properties of the massif, as well as its strength and stability.

Kalit so‘zlar: tog‘ jinsi, massiv, deformatsiya, darzlik, geometrik tavsif, strukturaviy tahlil, anizotropiya.

Ключевые слова: горная порода, массив, деформация, трещина, геометрическая характеристика, структурный анализ, анизотропия.

Keywords: rock, massif, deformation, crack, geometric characteristic, structural analysis, anisotropy.

Tog‘ jinslari massivlari tabiatan bir jinsli bo‘lmagan va turli o‘lchamdagi darzliklar bilan ajralgan diskret muhit hisoblanadi. Tog‘ jinsi massivining deformatsiyalanish jarayonini bashorat qilish, konchilik ishlari va muhandislik inshootlari xavfsizligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Massivning yaxlitligi (yoki buzilganligi) darzlik tizimlarining geometrik parametrlari bilan bevosita bog‘liq. Foydali qazilma konlarini qazib olishda boshlang‘ich jarayon tog‘ jinslarini massivdan ajratib olishdir. Hozirgi kunda qoyali tog‘ jinslarini eng samarador va amaliyotda yagona (f>6) parchalash usuli bu portlash energiyasidan foydalanishdir. Portlatish ishlarini olib borish uchun tog‘ jinslari massivida shpurlar va skvajinalar burg‘ilanadi, bunda burg‘ilash va portlatish ishlari samaradorligiga tog‘ jinslarining mustahkamligi va darzliklari eng ko‘p ta’sir ko‘rsatadi.

Darzlik bu — tog‘ jinslari massivini bo‘laklarga bo‘luvchi yoriqlar majmuasidir. Massivdagi darzliklarni tavsiflash uchun quyidagi asosiy geometrik ko‘rsatkichlardan foydalaniladi: darzlik yo‘nalishi (azimut va yotish burchagi); darzlar zichligi (yoki darzlanganlik darajasi); darzlik teshilishi (ochiq darzliklar); darzliklarning uzluksizligi va uzunligi. Tog‘ jinslari massiviga tashqi kuchlar (tektonik bosim yoki konchilik ishlari natijasida) ta’sir qilganda, deformatsiya jarayoni ikki bosqichda kechadi: Strukturaviy deformatsiya va yangi darzliklarning hosil bo‘lishi. Yer osti kon lahimi atrofidagi tog‘ jinslari o‘pirilishi va deformatsiyalanishiga

darzliklar uzunligining eng yuqori qiymati 10 m gacha bo‘lgandagi darzliklar ta’sir qilishi mumkin (1-rasm).

Darzliklar o‘zaro yo‘nalishi bo‘yicha tartibli va tartibsiz darzliklarga bo‘linadi. Tartibli joylashgan darzliklarda bir yoki bir necha umumiy yo‘nalishga ega bo‘lgan darzliklar bo‘lishi mumkin. Tartibsiz darzliklarning umumiy yo‘nalishini aniqlash mumkin emas.



1-rasm. Yer osti kon lahimi borti va shipidagi darzliklar holati

Hozirgi kunda massivni baholashda fotogrammetrik usul, kuzatuv usullari va geofizik usullar kabi zamonaviy yondashuvlar qo‘llaniladi. Massiv deformatsiyalanishini aniqlash uchun tog‘ jinsi yuzasiga shtamp bosish yoki burg‘ilash qudug‘i devoriga pressiometr yordamida bosim berish usullari qo‘llaniladi. Buzilmagan yaxlit tog‘ jinsining deformatsiya moduli va Puasson koeffitsiyenti, tog‘ jinsi namunalarini tekshirish natijasida aniqlanadi. Ko‘rilayotgan holat uchun (E va ν) darzlangan massiv deformatsiya modulining vertikal yo‘nalishdagi qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$E_I = \frac{E}{1+\sum_1^n \eta_1(1-sin^4 Q_1}};$$

Ushbu formulaga asosan darzlangan massiv deformatsiya moduli gorizontal yo‘nalishda E_{II}, siljish moduli vertikal G_I, gorizontal G_{II} yo‘nalishdagi va Puasson koeffitsiyenti $\nu_{I,II}$,II qiymati quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi:

$$E_{II} = \frac{E}{1+\sum_1^n \eta_1(1-cos^4 Q_1)};$$

$$G_I = \frac{E}{2(1+\nu+\sum_1^n \eta_1 sin^2 Q_1)};$$

$$G_{II} = \frac{E}{2(1+\nu+\sum_1^n \eta_1 sin^2 Q_1)};$$

$$\nu_{I,II} = \nu + \sum_1^n \eta_I sin^2\, Q_i cos^2 Q_i$$

Yuqorida keltirilgan ifodadagi o‘lchamlarni δ_i, h_i, ζ_i darzliklar tizimining o‘rtacha geometrik tavsifi yoki alohida olingan darzlik tavsifi deb qaraladi [1].

Keyingi ko‘rinishdagi holatda darzlik haqida to‘liq ma’lumot berish talab etiladi va u hisoblashning aniqlik darajasini oshiradi. Uzunligi L<1 m va gorizontga nisbatan qiyaligi (Q) burchak bo‘lgan yoriqlari tog‘ jinslari bilan to‘lgan darzliklar misolida massiv deformatsiyalanishini ko‘rib chiqamiz.

Agar darzlik yoriqlari qattiq yoki yarim qattiq to‘ldiruvchilardan iborat bo‘lsa, u holda deformatsiya moduli E=1 va Puasson koeffitsiyenti $\nu_1 \neq 0{,}5$ bo‘ladi. Tog‘ jinslari massivida

darzliklarning tartibsiz joylashishi uning kvazi-izotropligidan dalolat beradi, uning deformatsiya moduli (E_0) massivning buzilmagan qismidan olingan tog‘ jinsi namunasi deformatsiya modulidan (E) kichik bo‘ladi. E_0 qiymatini aniqlash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz.

$$E_0 = \frac{E}{1+\frac{5}{8}n\eta};\ \eta = \frac{\delta}{h\zeta}$$

bu yerda: n>4 — darzliklar tizimi soni (ularning balandliklari taxminan teng holat uchun), ν — darzlikning geometrik tavsifi, δ — ochiq darzlikning o‘rtacha kengligi, h — bir darzlikka to‘g‘ri keluvchi buzilmagan tog‘ jinslari o‘rtacha uzunligi [2].

Tog‘ jinsi massivi donador (sochma) tog‘ jinsi sochiluvchan muhitdan iborat bo‘lsa, uni haddan tashqari tartibsiz darzliklardan iborat deb qarash mumkin, chunki darzliklar juda ko‘p va ularni tizimlarga ajratish mumkin emas. Bu holatda massiv deformatsiya moduli (E_0), tog‘ jinsi namunasi deformatsiyasi moduli (E) ma’lum bo‘lmagan holatda quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin.

$$E_0 = 1.6\left(1+\frac{1}{k}\right)\zeta E$$

bunda k — darzlikning bo‘shliq koeffitsiyenti, bu qiymat darzlik bo‘shlig‘ining tog‘ jinsi hajmiga nisbati orqali aniqlanadi. Yuqorida keltirilgan ifoda orqali tog‘ jinslari massivining deformatsiyalanishi ikki darzlikning geometrik tavsifini quyidagi qiymatlarida aniqlaymiz:

$Q_1 = 0°$, $Q_2 = 30°$, $\delta_1 = \delta_2 = 0{,}02$ sm, $h_1 = 80$ sm, $h_2 = 100$ sm, $\zeta = 4\cdot10^{-3}$. Hisoblash natijalari: E_I = 0,4E va : E_I = 0,7E. Tartibsiz darzlik tizimi uchun: n = 7, δ = 0,02 sm, h = 10 sm, $\zeta = 4\cdot10^{-3}$. Natija: E_0 = 0,1E.

Xulosa qilib aytishimiz mumkinki, tog‘ jinsi massivining deformatsiya moduli tartibsiz darzliklar mavjud bo‘lgan namunaning deformatsiya modulidan 10 marotaba katta bo‘ladi. Tog‘ jinsi massivining deformatsiyalanishini to‘g‘ri baholash uchun darzlikning geometrik parametrlari (zichlik, yo‘nalish, ochilishi) kompleks tahlil qilinishi shart. Darzliklar massivning anizotrop xossalarini belgilaydi va ularni inobatga olmaslik inshootlarning hisob-kitoblarida xatoliklarga olib kelishi mumkin. Kelgusidagi tadqiqotlar sun’iy intellekt va raqamli modellashtirish (FEM/DEM) yordamida massivning o‘zini tutishini bashorat qilishga qaratilishi lozim.

ADABIYOTLAR

1. В.Р.Рахимов Геомеханика. Конспект лекций, ТГТУ ,2002г.
2. И.В. Баклашов Геомеханика. Том 1,Основы геомеханики, МГТУ,2004г.
3. И.В. Баклашов Геомеханика. Том 2, Геомеханические процессы, МГТУ, 2004г.
4. И.А.Турчанинов и.др. Основы механики горны пород.Л.Недра , 1989г.
5. Баклашов И.В. Геомеханика М.,МГТУ,1996.
6. Khasanov, A., Khasanov, U., Toshtemirov, U., Abdurakhmanov, D., & Melnikova, T. (2024). Studying the condition of tungsten-containing man-made waste in the territory of Uzbekistan. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 538, p. 03023). EDP Sciences.
7. Mutalova, M., Khasanov, A., Toshtemirov, U., Melnikova, T., & Yuldashava, N. (2024). Modern technology for enrichment of tailings from an enrichment plant processing tungsten ores. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 538, p. 01002). EDP Sciences
8. Yormatov, O. S., Toshtemirov, U. T. (2023). YER QA’RIDA MASSIVNING TABIIY SHAROITIDA DINAMIK JARAYONLARNI SODIR BO ‘LISHINI TAHLIL QILISH. *МЕДИЦИНА, ПЕДАГОГИКА И ТЕХНОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА*, *1*(1), 13-17.
9. Nishonov, A. I., Toshtemirov, U. T. (2022). YER OSTIDA KON ISHLARINI BEXATAR OLIB BORILISHINI TA’MINLASHNING ASOSIY TALABLARI. *Ta'lim va rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali*, *2*(10), 138-142.

UO‘T: 504.064:629.113

AVTOSERVIS KORXONALARIDA HOSIL BO‘LADIGAN CHIQINDILARNING ATROF-MUHITGA TA’SIRI VA ULARNI KAMAYTIRISH CHORALARI

O‘.A.Nabijonov,
t.f.f.d, (PhD) katta o‘qituvchi
Namangan davlat texnika universiteti,
e-mail: utkirbeknabijonov310393@gmail.com.

A.A.Abdurashidov
talaba
Namangan davlat texnika universiteti
e-mail: abdirashidovabdurashid13@gmail.com.

S.A.Abdug‘aniyev
magistr
Namangan davlat texnika universiteti
e-mail: samandarabduganiyev707@gmail.com.

Annotatsiya. Mazkur maqolada avtoservis korxonalarida hosil bo‘ladigan asosiy chiqindilar turlari, ularning atmosfera havosi, tuproq va suv resurslariga salbiy ta’siri hamda ekologik xavfsizlikni ta’minlash usullari tahlil qilingan. Tadqiqot davomida ishlatilgan motor moylari, eskirgan shinalar, akkumulyatorlar, filtrlar va oqova suvlarning ekologik xavflilik darajasi baholandi. Shuningdek, chiqindilarni qayta ishlash, utilizatsiya qilish va zamonaviy tozalash texnologiyalaridan foydalanish orqali atrof-muhitga bo‘ladigan salbiy ta’sirni kamaytirish imkoniyatlari ko‘rib chiqildi.

Аннотация. В данной статье анализируются основные виды отходов, образующихся на предприятиях автосервиса, их негативное воздействие на атмосферный воздух, почву и водные ресурсы, а также методы обеспечения экологической безопасности. В ходе исследования оценивался уровень экологической опасности отработанных моторных масел, изношенных шин, аккумуляторов, фильтров и сточных вод. Также рассматривались возможности снижения негативного воздействия на окружающую среду за счет использования технологий переработки, утилизации и современных методов обработки отходов.

Abstract. This article analyzes the main types of waste generated in car service enterprises, their negative impact on atmospheric air, soil and water resources, and methods for ensuring environmental safety. During the study, the level of environmental hazard of used motor oils, worn tires, batteries, filters and wastewater was assessed. Also, the possibilities of reducing the negative impact on the environment through the use of waste recycling, disposal and modern treatment technologies were considered.

Kalit so‘zlar: avtoservis, chiqindilar, ekologik xavfsizlik, motor moylari, akkumulyatorlar, oqova suvlar, shinalar, qayta ishlash, utilizatsiya.

Ключевые слова: автосервис, отходы, экологическая безопасность, моторные масла, аккумуляторы, сточные воды, шины, переработка, утилизация.

Keywords: car service, waste, environmental safety, motor oils, batteries, wastewater, tires, recycling, disposal.

So‘nggi yillarda avtomobillar sonining jadal ortishi natijasida avtoservis korxonalarining faoliyati ham kengayib bormoqda. Avtomobillarga texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash jarayonlarida turli xil chiqindilar hosil bo‘ladi. Ushbu chiqindilar o‘z vaqtida yig‘ilmasa yoki noto‘g‘ri utilizatsiya qilinsa, atrof-muhitning ifloslanishiga sabab bo‘ladi. Ekologik muammolarni bartaraf etish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi [3, 4].

Avtoservis korxonalarida ekologik boshqaruv tizimini takomillashtirish, chiqindilarni saralash va qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish atrof-muhitni muhofaza qilishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Avtoservis korxonalarida texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash ishlari natijasida turli xil chiqindilar hosil bo‘ladi [6, 12]. Ularning asosiy qismini ishlatilgan moylar, oqova suvlar, eskirgan shinalar, akkumulyatorlar va filtrlar tashkil etadi [1, 2].

1- jadval

Avtoservis chiqindilarining tarkibi

Chiqindi turi	**Ulushi, %**
Ishlatilgan motor moylari	*35*
Oqova suvlar	*25*
Eskirgan shinalar	*15*
Akkumulyatorlar	*10*
Filtrlar va boshqa chiqindilar	*15*

1-jadvalda keltirilgan ma’lumotlaridan ko‘rinadiki, eng katta ulushni ishlatilgan motor moylari tashkil etadi. Ushbu chiqindilar tarkibida og‘ir metallar va kimyoviy moddalar mavjud bo‘lib, ular tuproq va suv havzalari uchun katta ekologik xavf tug‘diradi [4, 7].

Avtoservis korxonalarida payvandlash, bo‘yash, quritish va dvigatel sinovlari jarayonlarida atmosfera havosiga zararli moddalar chiqariladi. Bu yerda, asosiy ifloslantiruvchi moddalarni keltirish mumkin: ***uglerod oksidi (CO)***; ***azot oksidlari (NOx)***; ***uglevodorodlar***; ***bo‘yoq*** va ***erituvchilar bug‘lari***; hamda ***chang zarrachalari***dir [8].

Ushbu moddalar inson salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, nafas olish tizimi kasalliklarini keltirib chiqarishi mumkin.

Korxonalarda hosil bo‘ladigan asosiy chiqindilar ulushi (1-rasm).



Motor moylari va texnik suyuqliklarning yerga to‘kilishi tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘zgartiradi. 1 (bir) litr ishlatilgan moy 1 (million) litrgacha suvni ifloslantirishi mumkin. Tuproqqa tushgan neft mahsulotlari: o‘simliklarning o‘sishini sekinlashtiradi; mikroorganizmlar faoliyatini buzadi; yer unumdorligini kamaytiradi; grunt suvlariga sizib o‘tadi [9, 10].

Avtomobillarni yuvish va agregatlarni tozalash jarayonlarida hosil bo‘ladigan oqova suvlar tarkibida: neft mahsulotlari; og‘ir metallar; sintetik yuvish vositalari; mexanik aralashmalar mavjud bo‘ladi. Tozalanmagan suvlarning suv havzalariga tashlanishi ekologik muvozanatning buzilishiga olib keladi.

Zamonaviy avtoservislarda quyidagi usullar: *1.Qum tutgichlar. 2.Neft tutgichlar. 3.Koagulyatsiya qurilmalari. 4.Sorbsion filtrlar va 5.Biologik tozalash inshootlari qo‘llaniladi* [6].

Eskirgan avtomobil shinalari uzoq yillar davomida parchalanmaydi va ekologik muammo tug‘diradi. Shu sababli ularni qayta ishlash muhim hisoblanadi.

Qayta ishlangan rezina quyidagi sohalarda qo‘llaniladi: sport maydonchalari qoplamalarida; asfalt-beton aralashmalarida; texnik rezina buyumlari ishlab chiqarishda; qurilish materiallari tayyorlashda.

Qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar ekologik jihatdan xavfli chiqindilar qatoriga kiradi. Ularning tarkibida qo‘rg‘oshin va sulfat kislota mavjud. Utilizatsiya jarayonida quyidagi mahsulotlar qayta olinadi: qo‘rg‘oshin; plastmassa; elektrolit. Qayta ishlash natijasida tabiiy resurslar tejaladi va ekologik xavf kamayadi.

Avtoservis korxonalarida ekologik xavfsizlikni oshirish maqsadida quyidagi tadbirlar amalga oshiriladi: chiqindilarni saralash; moylarni regeneratsiya qilish; suvni qayta foydalanish tizimlarini joriy etish; energiya tejamkor texnologiyalarni qo‘llash; ekologik monitoringni tashkil etish [8, 9].

Korxonalarda quyidagi tadbirlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq: ISO 14001 ekologik boshqaruv tizimini joriy etish; chiqindilar pasportini yuritish; muntazam ekologik audit o‘tkazish; xodimlarni ekologik xavfsizlik bo‘yicha o‘qitish; energiya tejovchi texnologiyalarni qo‘llash; qayta ishlash korxonalari bilan hamkorlikni kengaytirish; raqamli ekologik monitoring tizimlarini joriy qilish [10].

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, avtoservis korxonalarida hosil bo‘ladigan chiqindilar atmosfera havosi, tuproq va suv resurslarining ifloslanishiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, ishlatilgan motor moylari, qo‘rg‘oshinli akkumulyatorlar va oqova suvlar ekologik xavfi yuqori bo‘lgan chiqindilar hisoblanadi. Chiqindilarni saralash, qayta ishlash, regeneratsiya qilish, zamonaviy tozalash qurilmalaridan foydalanish hamda ekologik monitoring tizimini joriy etish orqali atrof-muhitga salbiy ta’sirni 60 - 80 % gacha kamaytirish mumkin. Shuning uchun avtoservis korxonalarida ekologik xavfsizlik talablariga qat’iy rioya qilish barqaror rivojlanishning muhim omili hisoblanadi [11, 12].

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasining “Chiqindilar to‘g‘risida”gi Qonuni. - Toshkent, 2002.
2. O‘zbekiston Respublikasining “Ekologik nazorat to‘g‘risida”gi Qonuni. - Toshkent, 2013.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilishga oid farmon va qarorlari. - Toshkent, 2024.
4. Qudratov O., Abduqodirov A. Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi. - Toshkent: O‘qituvchi, 2023. - 320 b.
5. To‘rayev B., Karimov A. Avtotransport korxonalarida ekologik xavfsizlik. - Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. – 285 b.
6. Mirzayev Sh. Transport ekologiyasi. - Toshkent: Tafakkur, 2021. - 276 b.
7. Xidirov M.Q. Avtotransportning atrof-muhitga ta’siri va uni kamaytirish usullari. - Toshkent, 2024. - 198 b.
8. Rasulov A.R., Ismoilov Sh.T. Ekologiya va tabiatdan foydalanish asoslari. - Toshkent: Yangi asr avlodi, 2020. - 240 b.
9. Abdurahmonov T.A. Atrof-muhit muhofazasi va ekologik monitoring. - Toshkent: Fan, 2021. - 224 b.
10. ISO 14001:2015. Environmental Management Systems - Requirements with Guidance for Use. - Geneva: International Organization for Standardization, 2015.
11. Nabijonov O‘. Avtoservis korxonalarini ekologik holatini tahlil qilish va uni ishlab chiqish choralari. - Namangan: Monografiya, 2026.
12. O‘.A.Nabijonov Avtotexxizmat korxonalarida ekologik holatni yaxshilash bo‘yicha chora-tadbirlar va taklif etilgan yechimlarning samaradorligi // Qurilish va ta’lim ilmiy jurnali / 2026.Maxsus son-1. Namangan.

QISQA XABARLAR

UO‘T 631.356.43

MOTOBLOK BILAN AGREGATLANADIGAN KARTOSHKA KOVLAGICHNING LEMEXINING TORTISHGA QARSHILIGINI ANIQLASH

G‘aybullaev Burxonjon Shermatjonovich
Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti, Ilmiy kotib, t.f.f.d., PhD., k.i.x

Xusainov Baxtiyor Saparbaevich
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, t.f.f.d., PhD., dotsent v.v.b

Xudaykulov Alisher Abdullayevich
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, ta’lim tarbiya maslahatchisi

Annotatsiya. Maqolada respublikamiz tomorqa va kichik dehqonchilik xo‘jaliklari uchun zarur bo‘lgan ixcham va sodda konstruksiyaga ega bo‘lgan motoblok bilan qo‘shib ishlatiladigan kartoshka kovlagich lemexining tortishga umumiy qarshiligini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagich lemexining tortishga qarshiligi 0,69 kN bo‘lishi lozimligi aniqlangan.

Аннотация. В стате представлены результаты теоретических исследований по определению общего тягового сопротивления лемеха картофелекопателя, агрегатируемого с мотоблоком компактной и простой конструкции, который предназначен для приусадебных и малых дехканских хозяйств нашей республики. По результатам проведённых исследований установлено, что тяговое сопротивление лемеха картофелекопателя, агрегатируемого с мотоблоком, должно составлят 0,69 кН.

Annotation. The article presents the results of theoretical research on determining the total tractive resistance of the potato digger blade, which is aggregated with a compact and simple-construction motoblock designed for household plots and small dekhkan farms in our republic. According to the results of the conducted research, it was established that the tractive resistance of the potato digger blade, which is aggregated with a motoblock, should be 0.69 kN.

Kalit so‘zlar: motoblok, kartoshka kovlagich, qazish lemexi, tuproqning fizik-mexanik xossalari, lemex tig‘ining qalinligi, osish qurilmasi, kartoshka, parametr.

Ключевые слова: мотоблок, картофелекопател, копателный лемех, физико-механические свойства почвы, толщина лезвия лемеха, навесное устройство, картофел, параметр.

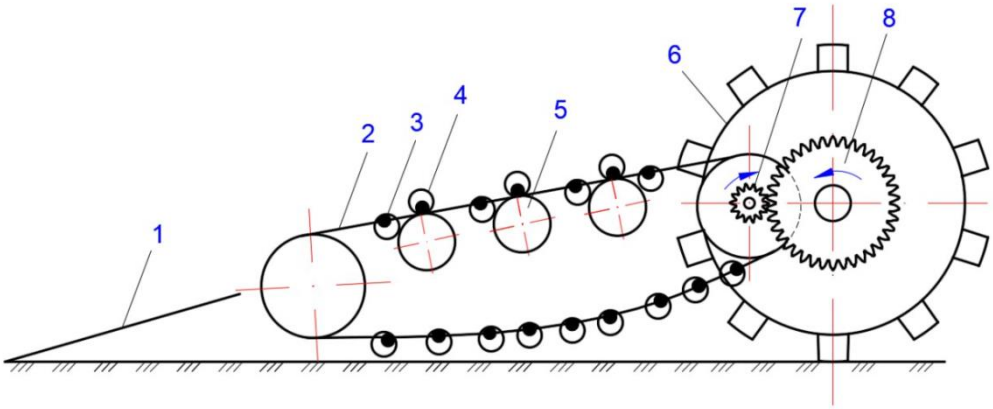
Keywords: motor-block, potato digger, digging share, physical and mechanical properties of the soil, share blade thickness, attachment, potato, parameter.

Kirish. Respublikamiz aholisining oziq ovqat mahsulotlariga bo‘lgan ichki talabini qondirish hamda eksport hajmini ham barqaror ravishda oshirib borish vazifalari kartoshka yetishtirish bo‘yicha ham samarali texnika va texnologiyalarni yaratishni talab etmoqda [1, 2, 3].

Bugungi kunda kartoshkani aholi xonadonlarida hamda tomorqalarida yetishtirishga ham katta etibor qaratilmoqda. Aholi tomorqasida yoki kichik konturli dalalarda yetishtirilayotgan kartoshka hosilini yig‘ishtirish ishlari asosan qo‘l mehnati hisobiga amalga oshiriladi. Bunda mehnat sarfi va boshqa harajatlarni oshishi mahsulotni tannarxini oshishiga sabab bo‘ladi. Kartoshkani yetishtirishda uni yig‘ishtirish jarayoni eng murakkab jarayonlardan biri hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Hozirda jahonda kichik konturli dalalarda motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagichlar qo‘llaniladi. Ularning turli xil variantlari mavjud bo‘lib, shundan elakli kartoshka kovlagichlar samarali hisoblanadi. Ammo, bu turdagi kovlagichlarning konstruksiyasi murakkab va metallhajmdor bo‘lib, ish jarayonida turli xil tuproq iqlim sharoitlari uchun imkoniyatlari past.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, Urganch davlat universiteti va Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti hamkorlikda motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagich ishlab chiqildi (1-rasm). Kartoshka kovlagich qazish lemexi 1, elevator 2, elevator chivig‘i 3, elevator chivig‘iga kiygizilgan quvur 4, barabanlar 5, g‘ildirak 6, elevatorni harakatga keltiruvchi shesternalar 7, 8 lardan iborat. Kartoshka kovlagich motoblok osish qurilmasiga o‘rnatiladi, ya’ni kovlagich osma mexanizm yordamida agregatlanadi. Motoblok harakati davomida kartoshka kovlagich g‘ildiragi aylanma harakatlanadi va unga joylashgan yulduzcha elevator o‘qini aylantiradi. Natijada elevator agregatning harakat yo‘nalishiga qarama qarshi harakatlanib, tuproq-kartoshka massasini elashni boshlaydi.elevatorning harakati kovlagichning g‘ildiragi va unga joylashgan yulduzcha o‘lchamlariga bog‘liq. Elevator chivig‘iga kiygizilgan quvurlar harakat davomida kovlagich ramasiga mahkamlangan barabanlar bilan ta’sirlashib, ham aylanma harakat qiladi hamda o‘zining diametri bo‘yicha yuqoriga tikka nisbatan ko‘tarilib keyin qaytadan birinchi holatiga tushadi. Bu jarayon har bir baraban bilan ta’sirlashganda uzviy davom etadi. Bunda tuproq-kartoshka massasini elevatorda elaklanishi ortadi.



1 – qazish lemexi; 2 – elevator; 3 – elevator chivig‘i; 4 – quvur (truba);
5 – baraban (intensifikator); 6 – g‘ildirak; 7, 8 – elevatorni harakatga keltiruvchi shesternalar

1-расм. Мотоблок билан агрегатланадиган картошка ковлагичнинг умумий схемаси

Bunda kartoshka kovlagichning elagi chiviqlariga trubalar kiritilgan bo‘lib, elevator tagida barabanlar o‘rnatilgan. Chiviqlarga kiydirilgan turbalar barabanlar bilan ta’sirlashganda ham aylanma harakat qiladi hamda pastga yuqoriga ko‘tarilib tuproq palaxsasini uvalaydi [4].

Ushbu maqolada motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagich lemexining tortishga umumiy qarshiligini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan nazariy tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

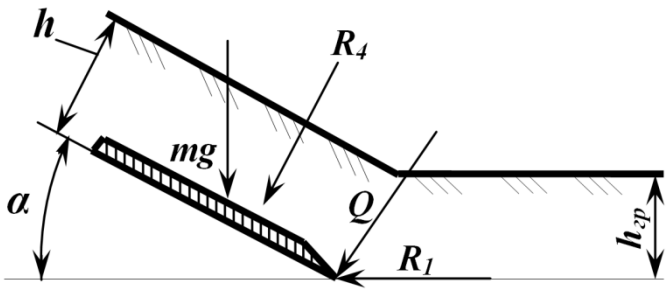
Tadqiqot natijalari. Adabiyotlardan ma’lumki, kartoshka kovlagich lemexlarini ikki yonli pona deb qarash (2-rasm) hamda uning tortishga umumiy qarshiligini quyidagicha ifodalash mumkin [5, 6]

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4, \qquad (1)$$

bunda R – lemexning tortishga umumiy qarshiligi, N;

R_1 – lemex tig‘i tuproqni kesishidan hosil bo‘ladigan qarshilik, N;

R_2 – tuproqni lemex tomonidan deformatsiyalashidan hosil bo‘ladigan qarshilik, N;



2-rasm. Lemexning tuproq qatlamini kesishida unga ta’sir etadigan kuchlarning sxemasi

R_3 – tuproqni lemexning sirti bo‘ylab ko‘chishi va ko‘tarilishidan hosil bo‘ladigan qarshilik, N;

R_4 – tuproqning inersiya kuchidan hosil bo‘ladigan qarshilik, N.

Lemex tig‘i tuproqni kesishidan hosil bo‘ladigan qarshilikni quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlaymiz [5, 6]

$$R_1 = [\sigma] b_q B_{lu}, \tag{2}$$

bunda $[\sigma]$ – tuproqning gorizontal yo‘nalishda ezilishga qarshiligi;

b_q – lemex tig‘ining qalinligi;

B_{lu} – seksiyali lemexlarning kartoshka pushtasini to‘liq qamrash kengligi.

Ish organi tuproqni deformatsiyalashidan hosil bo‘ladigan qarshilik kuchini 3-rasmda keltirilgan sxemadan foydalanib aniqlaymiz.

R_2 ni topish uchun 3-rasmda keltirilgan sxemadan foydalanib Q_y kuch va undan hosil bo‘ladigan ishqalanish kuchini harakat yo‘nalishiga proeksiyalaymiz [5, 6]

$$R_2 = Q\left[\cos\psi_{bp} + f\sin\left(\alpha + \psi_{bp}\right)\cos\alpha\right], \tag{3}$$

bunda Q_y – tuproqning parchalanishga ko‘rsatadigan qarshiligi;

f – tuproqni lemex ishchi sirtiga ishqalanish burchagi, º;

Ψ_{bp} – tuproqning bo‘ylama parchalanish burchagi, º;

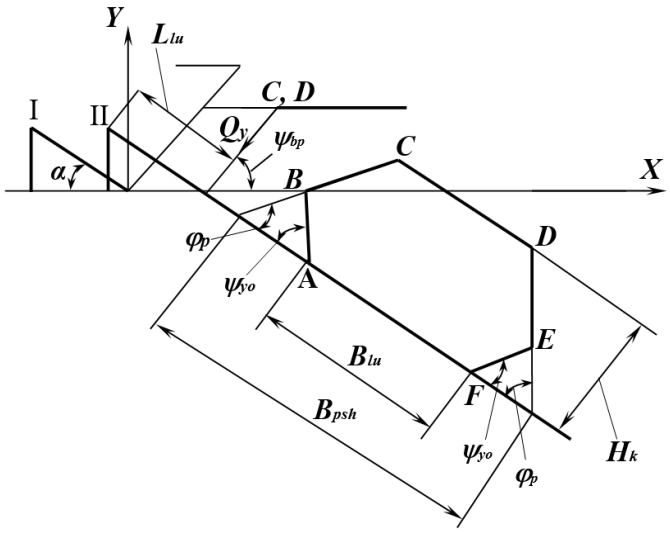
$$\psi_{bp} = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2}\left(\alpha + \varphi_1 + \varphi_2\right), \tag{4}$$

bunda φ_1, φ_2 – tuproqning tashqi va ichki ishqalanish koeffitsientlari.

Q_y ning qiymatini 3-rasmda keltirilgan sxemaga muvofiq quyidagi ifoda bo‘yicha aniqlaymiz [5, 6]

$$Q_y = [\tau_k] S_{ABCDEF}, \tag{5}$$

bunda $[\tau_k]$ – parchalanish tekisligi bo‘yicha hosil bo‘ladigan urinma kuchlanishning chegaraviy qiymati;



3-rasm. Ildiz-meva kovlagichning energiya-resurstejamkor seksiyali lemexini tortishga qarshiligini aniqlash sxemasi

S_{ABCDEF} – *ABCDEF* parchalanish tekisligining yuzi.

3-rasmda keltirilgan sxemaga asosan

$$S_{ABCDEF}=\left[\left(B_{lu}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\ \psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right]\times\frac{1}{\sin\psi_{bp}}+$$
$$+\left[\left(\frac{B_{lu}+\epsilon_{sh}}{2}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\left(H_k-\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right]\times\frac{1}{\sin\psi_{bp}} \quad (6)$$

bunda B_{psh} – kartoshka pushtasining eni, m;

ψ_{yo} – tuproqning yon tomonga parchalanish burchagi, º;

b_{sh} – kartoshka pushtasining yuqori asosi, m;

φ_g – pushta yonbag‘rining og‘ish burchagi, º.

S_{ABCDEF} ning (6) ifoda bo‘yicha qiymatini (5) ga, keyin Q ning bu olingan qiymatini (3) ga qo‘yib hamda (5) ifodani hisobga olganda quyidagi ifodaga ega bo‘lamiz [5, 6]

$$R_2=[\tau_k]\times\left\{\left[\left(B_{lu}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\left(\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\ \psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right]+\right.$$
$$\left.+\left[\left(\frac{B_{lu}+b_{sh}}{2}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\left(H_k-\left(\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\ \psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right)\right]\right\}\times$$
$$\times\frac{\left(\sin\frac{1}{2}(\alpha+\varphi_1+\varphi_2)+f\cos\frac{1}{2}(\alpha-\varphi_1-\varphi_2)\cos\alpha\right)}{\sin\psi_{bp}} \quad (7)$$

Tuproqni ish organi sirti bo‘ylab ko‘tarilishi hamda inersiya kuchidan hosil bo‘ladigan qarshilik kuchlarini uning namligini hisobga olgan holda quyidagi ifodalar bo‘yicha aniqlaymiz [5, 6]

$$R_3=B_{lu}\left(L_{as}+\frac{b_{o'r}+3\sigma}{2}-\frac{B_{lu}}{\sin\gamma}\right)\left(L_{as}+\frac{b_{o'r}+3\sigma}{2}\right)h\rho gtg(\alpha+\varphi_1)\left(1+\frac{W}{100}\right), \quad (8)$$

$$R_4=\rho\times\left\{\left[\left(B_{lu}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\left(\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\ \psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right]+\right.$$
$$\left.+\left[\left(\frac{B_{lu}+b_{sh}}{2}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\left(H_k-\frac{B_{psh}-B_{lu}}{2\left(ctg\psi_{yo}+ctg\varphi_g\right)}\right)\right]\right\}\times\frac{1}{\sin\psi_{bp}}\times$$
$$\times V^2\frac{\sin\alpha\sin\left(\alpha+\varphi_1\right)}{\cos\varphi_1\cos^2\frac{1}{2}\left(\alpha+\varphi_1+\varphi_2\right)}\left[1+\frac{W}{100}\right), \qquad (9)$$

bunda h – tuproqning ish organi sirti bo‘ylab ko‘tarilish balandligi, m;

ρ – tuproqning zichligi, kg/m^3;

g – erkin tushish tezlanishi, m/s^2;

W – tuproqning namligi, %.

R_1, R_2, R_3 va R_4 larni (3), (7), (8) va (9) ifodalar bo‘yicha qiymatlarini (1) ifodaga qo‘yib, qazish lemexining uch yoqli pona ko‘rinishidagi ish organining tortishga qarshiligini aniqlash uchun quyidagi yakuniy ifodaga ega bo‘lamiz

$$R=[\sigma]b_qB_{lu}+[\tau_k]\times\left\{\left[\left(B_{lu}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\left(\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\ \psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right]+\right.$$
$$\left.+\left[\left(\frac{B_{lu}+b_{sh}}{2}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\left(H_k-\left(\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\ \psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right)\right]\right\}\times$$
$$\times\frac{\left(\sin\frac{1}{2}\left(\alpha+\varphi_1+\varphi_2\right)+f\cos\frac{1}{2}\left(\alpha-\varphi_1-\varphi_2\right)\cos\alpha\right)}{\sin\psi_{bp}}+$$
$$+B_{lu}\left(L_{as}+\frac{b_{o'r}+3\sigma}{2}-\frac{B_{lu}}{\sin\gamma}\right)\left(L_{as}+\frac{b_{o'r}+3\sigma}{2}\right)h\rho gtg\left(\alpha+\varphi_1\right)\left(1+\frac{W}{100}\right)+$$
$$+\rho\times\left\{\left[\left(B_{lu}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\times\left(\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\ \psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right]+\right.$$
$$\left.+\left[\left(\frac{B_{lu}+b_{sh}}{2}+\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\left(H_k-\frac{\left(B_{psh}-B_{lu}\right)tg\psi_{yo}tg\varphi_g}{2\left(tg\psi_{yo}+tg\varphi_g\right)}\right)\right]\right\}\times\frac{1}{\sin\psi_{bp}}$$
$$\times V^2\frac{\sin\alpha\sin\left(\alpha+\varphi_1\right)}{\cos\varphi_1\cos^2\frac{1}{2}\left(\alpha+\varphi_1+\varphi_2\right)}\left(1+\frac{W}{100}\right). \qquad (10)$$

Bu ifoda tahliliga ko‘ra, lemexning tortishga qarshiligi uning parametrlari (L, t, V_{lu}) lemexning qazish chuqurligi (h), tuproqning fizik-mexanik xosslari ($[\sigma]$, $[\tau_k]$, φ_1, φ_2, ρ, W, f) va shuning bilan birgalikda agregatning harakat tezligiga bog‘liq ekan. L_{lu}=0,27m, t=0,0005m, V_{lu}=0,39m, $[\sigma]$=1,44·10^6 Pa, $[\tau_k]$=2·10^4 Pa, φ_1=30º, φ_2=40º, ρ=1100 kg/m^3, W=15%, f=0,5774 qabul qilib, (10) ifoda bo‘yicha o‘tkazilgan hisoblar 1,0 m/s tezlikda kartoshka kovlagich qazish ish organining tortishga qarshiligi 0,69 kN ni tashkil etishini ko‘rsatdi.

Xulosa. Demak, o‘tkazilgan nazariy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagich lemexining tortishga umumiy qarshiligi 0,69 kN bo‘lishini ko‘rsatdi.

ADABIYOTLAR

1. Norchaev D.R., Norchaev R., Egamov J. Prospects for improving technical tools for growing and harvesting potatoes // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.45-49.

2. Norchaev D.R., Norchaev J.R., Khusainov B.S. Results of experimental studies of a potato groomer motoblock // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.42-45.

3. Норчаев Д.Р., Норчаев Ж.Р., Хусаинов Б.С. Технические средства для возделывания овощей и картофеля к мотоблоку и результаты эксперименталных исследований // Евразийский Союз Ученых. Международный научно-исследовательский журнал. Санкт–Петербург, 2022. –№47.–С.10-14.

4. Norchaev D.R., G‘aybullaev B.Sh.., Xusainov B.S. Motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagich elevatori parametrlarini asoslash // Yuqori samarali qishloq xo‘jalik mashinalarini yaratish va texnika vositalaridan foydalanish darajasini oshirishning innovatsion yechimlari xalqaro ilmiy-texnik konferensiyasi. Gulbahor. – B. 266-269.

5. Норчаев Д.Р. Научно-техничекские решения механизированной уборки картофеля в условиях Узбекистана // дисс. ... док. тех. наук. – Ташкент, 2017. – 140 с.

6. To‘xtaqo‘ziev A., Imomqulov Q. Tuproqni kam energiya sarflab deformatsiyalash va parchalashning ilmiy-texnik asoslari. Monografiya– Tashkent, 2013. – 120 s.

UO‘T 631.356.43

MOTOBLOK BAZASIDAGI KARTOSHKA KOVLAGICH G‘ILDIRAGI DIAMETRINI UNING ISH KO‘RSATKICHLARIGA TA’SIRI

Xusainov Baxtiyor Saparbaevich
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, t.f.f.d., PhD., dotsent v.v.b

Xudaykulov Alisher Abdullayevich
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, ta’lim tarbiya maslahatchisi,

Annotatsiya. Maqolada motoblok bazasidagi kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametrini uning ish ko‘rsatkichlariga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlarning natijalari keltirilgan. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, kartoshkaning kam shikastlanishi va yo‘qotilishini ta’minlash uchun kartoshka kovlagich g‘ildiragining diametri kamida 40 cm bo‘lishi lozimligi aniqlangan.

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, посвящённых изучению влияния диаметра колеса картофелекопателя на базе мотоблока на его рабочие показатели. По результатам проведённых исследований установлено, что для обеспечения минимального повреждения и потерь картофеля диаметр колеса картофелекопателя должен составлять не менее 40 см.

Annotation. The article presents the results of experimental research dedicated to studying the influence of the wheel diameter of a motoblock-based potato digger on its performance indicators. According to the results of the conducted research, it was established that to ensure minimal damage and loss of potatoes, the diameter of the potato digger wheel must be at least 40 cm..

Kalit so‘zlar: motoblok, kartoshka kovlagich, tayanch g‘ildirak, kartoshka, kartoshkaning yo‘qotilishi, shikastlanishi, tuproqning elaklanish darajasi, tortishga qarshilik.

Ключевые слова: мотоблок, картофелекопатель, опорное колесо, картофель, потеря, повреждение картофеля, степень просеивания почвы, тяговое сопротивление.

Keywords: motor-block, potato digger, support wheel, potato, loss, potato damage, degree of soil sifting, traction resistance.

Kirish. Jahonda kartoshka yetishtirish va uni yig‘ishtirish texnologiyalari va texnika vositalarini ishlab chiqish va qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. “Dunyo miqyosida har yili 16,0 mln. gektar maydonda kartoshka yetishtirilishini” [1] hisobga olsak, ish unumi yuqori hamda kartoshka hosilini bir o‘tishda kam energiya sarflab to‘liq yig‘ishtirib oladigan mashinalar va qurilmalarni yaratish hamda ishlab chiqarish, shu jumladan, kichik konturli dalalarda yetishtirilgan kartoshka hosilini yig‘ishtirishda qo‘llaniladigan mashinalarni ish sifati va unumini oshirish hamda energiyaresurstejamkorlikni ta’minlash yo‘nalishida takomillashtirish, muhim vazifalardan hisoblanmoqda.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda, respublikamiz aholisining oziq ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabini qondirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi [2, 3, 4].

Ushbu maqolada motoblok bilan agregatlanadigan kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametrini uning ish ko‘rsatkichlariga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlarning natijalari keltirilgan.

Tadqiqot usullari. Motoblok bazasidagi kartoshka kovlagichning laboratoriya-dala qurilmasi (keyingi o‘rinlarda qurilma) Urganch davlat universiteti hamda Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot instituti bazasida hamkorlikda tayyorlandi. 12 ot kuchiga ega bo‘lgan motoblok va u bilan agregatlangan taklif etilayotgan qurilmaning umumiy ko‘rinishi 1-rasmda tasvirlangan [5-10]. Qurilma rama 1, uning osish qurilmasi 2, ramaga o‘rnatilgan qazish ishchi organi 3, elevator 4, elevatorga chivig‘iga kiygizilgan quvur 5, qurilma yon ramalariga o‘rnatilgan barabanlar 6, g‘ildirak 7, katta va kichik diametrli shesternalar 8 va 9 dan tashkil topgan (2-rasm).



1-расм. Мотоблок билан агрегатланган қурилманинг умумий кўриниши

Tadqiqot natijalari. Kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametrini uning sifat va energetik ko‘rsatkichlarga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalarda g‘ildirak diametrini 5 cm interval bilan 30 cm dan 45 cm gacha oraliqda o‘zgartirildi. Bunda qazish chuqurligi 16 cm, lemexning eni 40 cm, uzunligi 27 cm va uning gorizontga nisbatan o‘rnatilish burchagi 25°, quvur diametri 4 cm etib qabul qilindi. Tajribalarda agregatning ish tezligi 0,4 m/s va 0,8 m/s etib belgilandi.

Tajribalarda g‘ildirak diametrini kartoshkaning yo‘qotilishi, shikastlanishi va tuproqning elaklanish darajasiga hamda kartoshka kovlagichning tortishga qarshiligiga ta’siri o‘rganildi.

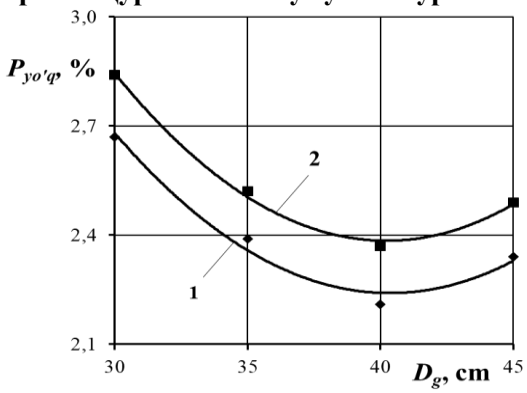
Tajribalarda olingan natijalar 3-6-rasmlarda keltirilgan.

3-rasmdagi grafikdan ko‘rinib turibdiki, kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametri ortishi bilan kartoshkaning yo‘qotilish darajasi agregatning har ikkala harakat tezligida ham avval kamaygan, keyin esa ortgan, ya’ni, kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametri 30 cm dan 40 cm gacha ortganda agregatning har ikkala harakat tezligida kartoshkaning yo‘qotilish darajasi mos ravishda 2,67 foizdan 2,21 foizgacha va 2,84 foizdan 2,37 foizgacha kamaygan, g‘ildirak diametri 40 cm dan 45 cm gacha ortganda esa mos ravishda 2,21 foizdan 2,34 foizgacha va 2,37 foizdan 2,49 foizgacha ortgan. Buni qurilma g‘ildiragining diametri ortishi bilan elevator harakatini jadallashishi va buning natijasida tuproq-kartoshka massasini elaklanishi ortishi bilan izohlash mumkin.





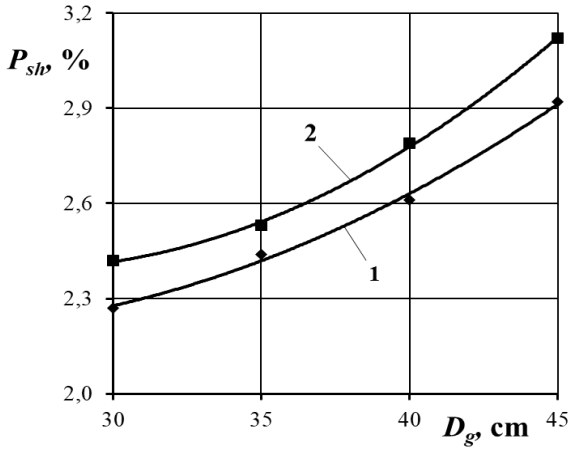
2-расм. Қурилманинг умумий кўриниши



1 – *V*=0,4 m/s; 2 – *V*=0,8 m/s

3-rasm. Kartoshkaning yo‘qotilish darajasi ($P_{yo'q}$) ni g‘ildirak diametri ($D_{g'}$) ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafigi

Kartoshkaning shikastlanish darajasi kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametri ortishi bilan har ikkala harakat tezligida ham ortib borgan (4-rasmga qaralsin). Masalan, agregat harakat tezligi 0,4 m/s bo‘lganda g‘ildirakning diametri 30 cm dan 45 cm gacha ortganda, kartoshkaning shikastlanishi 2,27 foizdan 2,92 foizgacha, tezlik 0,8 m/s bo‘lganda esa 2,42 foizdan 3,12 foizgacha ortgan. Kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametri ortishi bilan elevatorning harakatlanish tezligi ortishi kuzatiladi. Natijada elevatorga kiygizilgan quvurlarning barabanlarga ta’sirlashishi



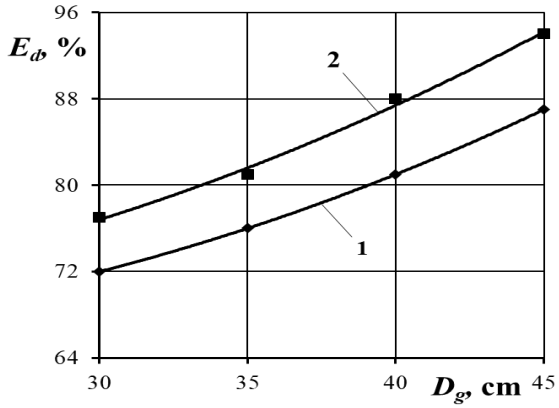
1 – *V*=0,4 m/s; 2 – *V*=0,8 m/s

4-rasm. Kartoshkaning shikastlanish darajasi (P_{sh}) ni g‘ildirak diametri ($D_{g'}$) ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafigi

jadallashadi va kartoshkalarning elevator ustki qismida sakrashi, quvur yordamida qisman siqilishi kuzatiladi va shikastlanadi.

Kartoshkaning eng ko‘p shikastlanish darajasi g‘ildirak diametri 45 cm bo‘lganda 3,12 foizni tashkil etdi.

5-rasmda keltirilgan grafik bog‘liqliklardan ko‘rinib turibdiki, tuproqning elaklanish darajasi kartoshka kovlagich g‘ildiragi diametrining ortishi bilan ortib borgan, ya’ni, g‘ildirak diametri 30 cm dan 45 cm gacha ortganda tuproqning elaklanish darajasi, ya’ni o‘lchami 25 mm dan kichik bo‘lgan tuproq fraksiyalari miqdori agregat harakat tezligi 0,4 va 0,8 m/s bo‘lganda mos ravishda 72 foizdan 87 foizgacha va 77 foizdan 94 foizgacha ortgan.

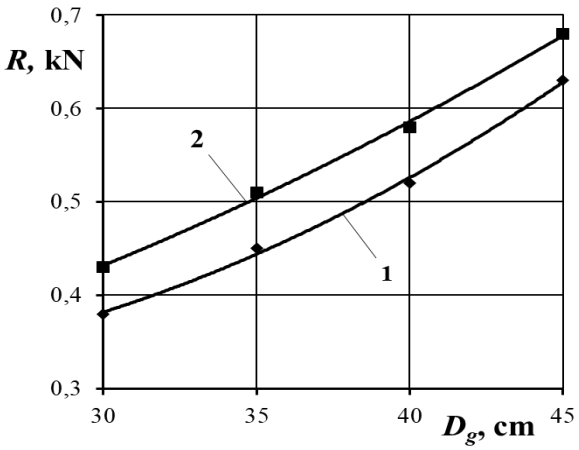


1 – V=0,4 m/s; 2 – V=0,8 m/s

5-rasm. Tuproqning elaklanish darajasi (E_d) ni g‘ildirak diametri ($D_{g‘}$) ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafigi

Kartoshka kovlagichning tortishga qarshiligi g‘ildirak diametri ortishi bilan har ikkala harakat tezligida ham ortib borgan. Agregatning 0,4 m/s harakat tezligida g‘ildirak diametri 30 cm dan 45 cm gacha kattalashtirilganda kartoshka kovlagichning tortishga qarshiligi 0,38 kN dan 0,63 kN gacha, agregatning harakat tezligi 0,8 m/s bo‘lganda esa 0,43 kN dan 0,68 kN gacha ortgan (6-rasmga qaralsin).

3-6-rasmlarda keltirilgan grafik bog‘liqliklarni quyidagi empirik formulalar orqali ifodalash mumkin [11, 12]:



1 – V=0,4 m/s; 2 – V=0,8 m/s

6-rasm. Kartoshka kovlagichning tortishga qarshiligi (R) ni g‘ildirak diametri ($D_{g‘}$) ga bog‘liq ravishda o‘zgarish grafigi

a) agregatning harakat tezligi 0,4 m/s bo‘lgan hol uchun

$$P_y = 8{,}9175 - 0{,}3309\, D_{g‘} + 0{,}0041\, D_{g‘}^2,\ \%; \quad (R^2=0{,}9804) \quad (1)$$

$$P_{sh} = 2{,}895 - 0{,}0626\, D_{g‘} + 0{,}0014\, D_{g‘}^2,\ \%; \quad (R^2=0{,}9958) \quad (2)$$

$$E_d = 69{,}0 - 0{,}5\, D_{g‘} - 0{,}002\, D_{g‘}^2,\ \%; \quad (R^2=1) \quad (3)$$

$$R = 0{,}43 - 0{,}0136\, D_{g‘} + 0{,}0004\, D_{g‘}^2,\ \text{kN}; \quad (R^2=0{,}9977) \quad (4)$$

b) agregatning harakat tezligi 0,8 m/s bo‘lgan hol uchun

$$P_y = 9{,}505 - 0{,}354\, D_{g‘} + 0{,}0044\, D_{g‘}^2,\ \%; \quad (R^2=0{,}9959) \quad (5)$$

$$P_{sh} = 3{,}97 - 0{,}1178\, D_{g‘} + 0{,}0022\, D_{g‘}^2,\ \%; \quad (R^2=0{,}9989) \quad (6)$$

$$E_d = 69{,}0 - 0{,}34\, D_{g‘} - 0{,}0029\, D_{g‘}^2,\ \%; \quad (R^2=0{,}9953) \quad (7)$$

$$R = 0{,}21 + 0{,}0014\, D_{g‘} + 0{,}0002\, D_{g‘}^2,\ \text{kN}; \quad (R^2=0{,}9976) \quad (8)$$

bunda $D_{g'}$ – g‘ildirak diametri, cm ($D_{g'}$ = 30-45 cm oralig‘ida).

Xulosa. Olingan natijalar bo‘yicha xulosa qilib aytganda, kartoshkaning kam shikastlanishi va yo‘qotilishini ta’minlash uchun kartoshka kovlagich g‘ildiragining diametri kamida 40 cm bo‘lishi lozim.

ADABIYOTLAR

1. https://www.fao.org

2.Norchaev D.R., Norchaev R., Egamov J. Prospects for improving technical tools for growing and harvesting potatoes // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.45-49.

2. Norchaev D.R., Norchaev J.R., Khusainov B.S. Results of experimental studies of a potato groomer motoblock // German International Journal of Modern Science. Germany, 2022. –№47. –P.42-45.

3. Норчаев Д.Р., Норчаев Ж.Р., Хусаинов Б.С. Технические средства для возделывания овощей и картофеля к мотоблоку и результаты экспериментальных исследований // Евразийский Союз Ученых. Международный научно-исследовательский журнал. Санкт–Петербург, 2022. –№47.–С.10-14.

4. Norchaev D.R., G‘aybullaev B.Sh.., Xusainov B.S. Motoblok bazasida ishlaydigan kartoshka kovlagich elevatori parametrlarini asoslash // Yuqori samarali qishloq xo‘jalik mashinalarini yaratish va texnika vositalaridan foydalanish darajasini oshirishning innovatsion yechimlari xalqaro ilmiy-texnik konferensiyasi. Gulbahor. – B. 266-269.

5. Norchayev D.R, Norchayev J.R, Khusainov B. Choice of motoblok and potato harvester for harvesting potatoes on small land plots science and innovation // Modern concepts collection of scientific articles based on the results of the work of the International Scientific Forum. Volume 2. Moscow, 2020. P.133-137.

6. Norchayev D.R, Norchayev J.R, Mustapakulov S.U. Technical equipment for cultivation of vegetables and potatoes to the motoblok // Modern concepts collection of scientific articles based on the results of the work of the International Scientific Forum. Volume 1. Moscow, 2020. P.120-125.

7. Norchayev D.R, Norchayev R. Root digger // Eurasian union of scientists. - Moscow, 2019., № 4-3(61). P.55-57.

8. Norchaev D. R.,Chorshanbiev R. Kh. Rationale for the parameters of the elevator guide of the carrot digger // Science And Innovative Development. – Tashkent, -№2 (2022). P.126-132.

9. Norchaev D. R., Norchaev R. The efficiency of the application of the new root digger when harvesting root crops // Science And Innovative Development. – Tashkent, -№3 (2019). P.92-97.

10. Norchaev D. R., Mustapaeva N. Potato planter to motoblok // The 6th International scientific and practical conference “Fundamental and applied research in the modern world”(January 20-22, 2021) BoScience Publisher, Boston, USA. 2021. 992 p.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Колос, 1978. – 335 с.

12. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптималных условий. Москва:Наука, 1976. – 280 с.

УДК 621.01:631.588

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА ОДНОСТОРОННЕГО КЛИНА

М.К.Худжаев
Ташкентский государственный транспортный университет

Б.Б.Хасанов
Алмалыкский государственный технический институт

Ш.А.Иброхимов
Ташкентский государственный транспортный университет

Annotatsiya. Maqolada dinamikaning asosiy qonuni asosida ponasimon ishchi organi uchun koordinata o‘qlaridagi harakat tenglamalari proyeksiyalari tuzilgan va bir tomonli ponaning dinamik reaktsiya kuchlari aniqlangan. Doimiy kuch ta‘siridagi bir tomonli ponaning dinamik masalasida reaksiya kuchining analitik ifodasi ponasimon ishchi organining harakat qonuni davriy qonun bilan berilgan hol uchun olingan. Tenglamalar soni noma’lumlar sonidan kam bo‘lgan masala Kulon formulasidan foydalangan holda Dalamber prinsipidan farq qiluvchi boshqacha yo‘l bilan yechilgan. Dalamber prinsipiga ko‘ra differentsial tenglama statikaning oddiy muvozanat tenglamasiga keltiriladi. Ushbu maqolada bunga boshqa yondashuv orqali erishildi, ya’ni differensial tenglama o‘rniga pona harakati qonuni ifodasidan ikki marta olingan hosila ifodasi qo‘yilib oddiy tenglikka kelindi.

Аннотация. В статье на основе основного закона динамики составлены уравнения движения клинообразного рабочего органа в проекциях по координатным осям и определены динамические силы реакции связи одногранного клина. Получено аналитическое выражение силы реакции динамической задачи одностороннего клина под действием постоянной силы для частного случая, когда закон движения клинообразного рабочего органа задано в виде периодическим законом. Задача с незамкнутой системой решена с помощью закона трения Кулона и решена другим методом, отличающего от принципа Даламбера. По принципу Даламбера дифференциальное уравнение приводят к обычному уравнению равновесия статики. В данной работе к этому пришли другим путем, т.е. вместо дифференциального уравнения получили обычное равенство, продифференцировав закон движения клина.

Abstract. In the article, based on the fundamental law of dynamics, the projections of the equations of motion on the coordinate axes for a wedge-shaped working body are constructed and the dynamic reaction forces of a one-sided wedge are determined. In the dynamic problem of a one-sided wedge under the influence of a constant force, the analytical expression of the reaction force is obtained for the case when the law of motion of the wedge-shaped working body is given by a periodic law. The problem, in which the number of equations is less than the number of unknowns, is solved in a different way, different from the D'Alembert principle, using the Coulomb formula. According to the D'Alembert principle, the differential equation is reduced to the simple equilibrium equation of statics. In this article, this was achieved by a different approach, that is, instead of the differential equation, the expression of the derivative obtained twice from the expression of the law of motion of the wedge is substituted, and a simple equation is obtained.

Kalit so‘zlar: muvozanat tenglamasi, pona dinamikasi, Dalamber prinsipi, reaksiya kuchi.

Ключевые слова: уравнение равновесия, динамика клина, принцип Даламбера, сила реакции.

Keywords: equilibrium equation, wedge dynamics, D'Alembert principle, reaction force.

Введение:

Решение динамических задач клинообразного рабочего органа является одной из фундаментальных задач теоретической механики и их результаты можно применит и для других механизмов такого вида, применяемых в сельском хозяйстве, в машиностроении, в трубопроводном транспорте, в железнодорожном транспорте и в других отраслях.

На основе модели трехмерного движения исследована динамика клиновых демпферов и определены силы реакции связи клина, когда к клину приложены силы с разными направлениями [1]. С помощью разработанного способа очень просто можно определить силу сухого трения. Авторы пришли к выводу, что угол направления клина сильно влияет на динамику клина, а также боковые и вертикальные вибрации образуются за счет боковой силы.

Изучена динамика фрикционных клиновых тормозов с использованием современных методов моделирования, результаты которых служат для улучшения движения вагонов [2]. Создана программа для трехмерных задач определения силы действия и противодействия рабочих органов в грунт для изучения закономерностей изменения динамических параметров клина [3].

Задавая геометрические и механические характеристики стали и грунта, исследована динамика взаимодействия стального клина с почвой применением программного продукта Ansys [4]. Использована математическая модель, составленная в соответствии с принципом Даламбера [5, 6] и приведены графики и таблицы, откуда можно оценить деформации клина, напряженные состояния, силы и напряжения, возникающие на поверхности клина, скорость распространения и ускорения деформации, а также их минимальные и максимальные значения.

Проведенный краткий обзор показывает, что динамические задачи клинообразных рабочих органов решены с использованием современных методов моделирования и в основном составлением программных продуктов.

В настоящей статье методами теоретической механики определены аналитические выражения динамических сил реакции связи клина.

Материал.

Пусть клин треугольной формы под действием силы $\bar{P}$ проникает в грунт. Нужно определить динамические силы реакции связи клина (грунта).

Для решения задачи установим систему координат и отмечаем все активные и пассивные силы, приложенные в клин. Образующиеся на поверхностях клина нормальные силы реакции $\bar{N}_1$ и $\bar{N}_2$ направлены перпендикулярно поверхностям, а силы трения поверхностей $\bar{F}_1$ и $\bar{F}_2$ а также сила инерции $\bar{\Phi}^u$ направлены в сторону противоположного направления силы $\bar{P}$ вдоль поверхности (рис.1).

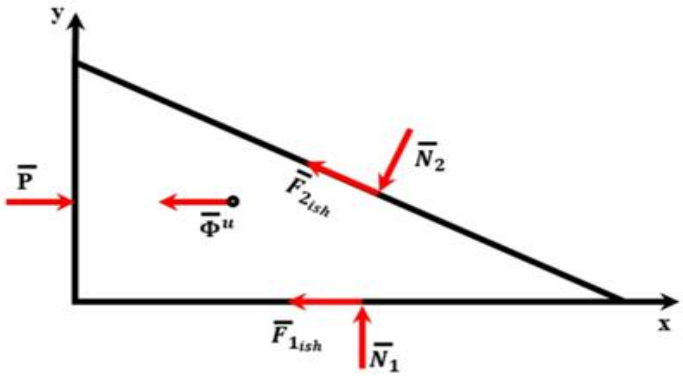


Рис.2. Действующие силы

Основной закон динамики для клина с массой m можно представить в виде:

$$m\bar{a} = \bar{F} + \bar{R}.$$

Если учтем, что сила инерции, которая выражается как $\bar{\Phi}^u = -m\ddot{x}$, то это уравнение принимает вид:

$$\bar{\Phi}^u + \bar{F}^a + \bar{R} = 0,$$

где $\bar{\Phi}^u$ - сила инерции, которая выражается как $\bar{\Phi}^u = -m\ddot{x}$, $\bar{F}^a$ - активная сила, которая выражается силой $\bar{P}$, $\bar{R}$ - пассивная сила, которая состоит из сил трения $\bar{F}_1$, $\bar{F}_2$ и сил нормальной реакции $\bar{N}_1$, $\bar{N}_2$.

Результат

Для решения поставленной задачи составим уравнение движения клина в проекциях по осям x и y

$$\Phi^u + P - fN_2\cos\alpha - N_2\sin\alpha - fN_1 = 0. \quad (1)$$

$$N_1 - N_2\cos\alpha + fN_2\sin\alpha = 0. \quad (2)$$

Из второго уравнения получим взаимосвязь N_1 с N_2:

$$N_1 = N_2(\cos\alpha - f\sin\alpha). \quad (3)$$

Учитывая формулу закона трения Кулона $F_{ish} = fN$ для силы трения (где f - коэффициент трения), из уравнения (1) получим:

$$P - fN_2\cos\alpha - N_2\sin\alpha - fN_2\cos\alpha - f^2N_2\sin\alpha - m\ddot{x} = 0, \quad (4)$$

Отсюда определяем силы нормальной реакции N_1 и N_2 рабочих плоскостей имеют следующий вид:

$$N_2 = \frac{m\ddot{x} - P}{f^2\sin\alpha - 2f\cos\alpha - \sin\alpha}, \quad N_1 = N_2(\cos\alpha - f\sin\alpha). \quad (5)$$

В частном случае если закон движения клинообразного рабочего органа задано в виде $x = \sin kt$, то, дважды продифференцировав это выражение получим:

$$\ddot{x} = -k^2\sin kt. \quad (6)$$

Подставив это в (5), получим выражения динамических нормальных сил реакции N_1 и N_2:

$$N_1 = \frac{-(mk^2\sin kt + P)(\cos\alpha - f\sin\alpha)}{f^2\sin\alpha - 2f\cos\alpha - \sin\alpha}, \quad (7)$$

$$N_1 = \frac{-(mk^2\sin kt + P)(\cos\alpha - f\sin\alpha)}{f^2\sin\alpha - 2f\cos\alpha - \sin\alpha}. \quad (8)$$

Таким образом, получено решение динамической задачи одностороннего клина.

Заключение. Решена динамическая задача одностороннего клина, находящегося под действием постоянной силы и совершающего движение периодическим законом.

На основе принципа освобождения от связей и формулу основного закона динамики определены аналитические выражения динамической силы реакции одностороннего клина.

Задача решена другим методом, отличающего от принципа Даламбера. По принципу Даламбера поменяют дифференциал силами инерции объекта, и дифференциальное уравнение приводят к обычному уравнению равновесия статики. В данной работе к этому пришли другим путем, т.е. избавились от решения

дифференциального уравнения и вместо их получили обычное равенство, продифференцировав закон движения клина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fujie Xia. Modelling of Wedge Dampers in the Presence of Two-Dimensional Dry Friction. Vehicle System Dynamics, International Journal of Vehicle Mexanics and Mobility. Volume 37, Issue 1, 2002, Pages 565-578, Published online: 04 Jan 2016. https://doi.org/10.1080/00423114.2002.11666263

2. Qing Wu, Cusumano J.P., Yan Quan Sun. A review of dynamics modelling of friction wedge suspensions. Vehicle System Dynamics. Vol.52, Is.11. 2014. Pp.1389-1415. https://doi.org/10.1080/00423114.2014.943249

3. Kornel Tamás, Istvan J**.** Jóri, A**.**M**.** Mouazen. Modelling soil sweep interaction with discrete element method. Elsevier. Soil and Tillage Research, Volume 134, November 2013, Pages 223-231. https://doi.org/10.1016/j.still.2013.09.001

4. Khudjaev M., Rizaev A., Pirnazarov G., Khojikulov Sh. Modeling the dynamics of a wedge pair under the action of a constant force. Transportation Rezearch Prosediya. ELSEVIER. Volume 63. June. 2022. pp.458-464. https://doi.org/1016/j.trpro.2022.06.035

5. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 2002, 416с.

6. Xudjayev M.K. “Nazariy mexanika” (o‘zbek va rus tillarida). O‘quv qo‘llanma. Toshkent. Yosh avlod matbaa. 216 bet. 2022

УДК 699.841:621.876

МЕТОДИКА НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛИФТОВЫХ УСТАНОВОК НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Назарова Матлюба Кудратовна
Ташкентский архитектурно-строительный университет, г. Ташкент, Узбекистан

Олимхон Хондамир Осимхон угли.
Ташкентский архитектурно-строительный университет, г. Ташкент, Узбекистан
E-mail: khondamir.olimkhon@gmail.com

Аннотация. В статье представлена авторская методика проведения натурных сейсмических испытаний лифтовых установок, смонтированных в многоэтажных зданиях сейсмоопасных районов. Описаны схемы размещения измерительной аппаратуры, порядок проведения испытаний и алгоритмы машинной обработки полученных данных. Приведены результаты испытаний на зданиях различных конструктивных серий г. Ташкента. Показано, что динамическое поведение лифтовых систем существенно зависит от конструктивного решения здания, этажности и схемы крепления направляющих.

Abstract. The article presents the author's methodology for conducting full-scale seismic testing of elevator installations mounted in multi-storey buildings located in seismically hazardous regions. The paper describes the layouts of measuring equipment, the testing procedure, and algorithms for machine processing of the obtained data. The results of tests carried out on buildings of various structural series in Tashkent are presented. It is shown that the dynamic behavior of elevator systems significantly depends on the structural design of the building, its number of storeys, and the guide rail fastening scheme.

Annotatsiya. Maqolada seysmik xavfli hududlarda joylashgan ko‘p qavatli binolarga o‘rnatilgan lift qurilmalarining tabiiy sharoitdagi seysmik sinovlarini o‘tkazish bo‘yicha mualliflik metodikasi taqdim etilgan. O‘lchov apparaturalarini joylashtirish sxemalari, sinovlarni o‘tkazish tartibi hamda olingan ma’lumotlarni mashinali qayta ishlash algoritmlari bayon qilingan. Toshkent shahridagi turli konstruktiv seriyalarga mansub binolarda o‘tkazilgan sinov natijalari keltirilgan. Lift tizimlarining dinamik xatti-harakati bino konstruktiv yechimi, qavatlar soni va yo‘naltiruvchi relslarni mahkamlash sxemasiga sezilarli darajada bog‘liq ekani ko‘rsatilgan.

Ключевые слова: сейсмостойкость лифтов, натурные испытания, динамические характеристики, лифтовая установка, направляющие, сейсмические воздействия, колебания.

Keywords: seismic resistance of elevators, full-scale testing, dynamic characteristics, elevator installation, guide rails, seismic actions, vibrations.

Kalit so‘zlar: liftlarning seysmik bardoshliligi, tabiiy sharoitdagi sinovlar, dinamik tavsiflar, lift qurilmasi, yo‘naltiruvchi relslar, seysmik ta’sirlar, tebranishlar.

1. Введение

Лифтовые установки относятся к категории ответственного инженерного оборудования зданий, обеспечивающего вертикальные транспортные связи и безопасность людей. В сейсмоопасных районах, где сосредоточена значительная часть городской застройки Центральной Азии, данное оборудование подвергается интенсивным динамическим нагрузкам. Опыт реальных землетрясений показывает, что лифты нередко выходят из строя даже при сохранности несущих конструкций здания.

Несмотря на широкое распространение лифтовых установок в высотном строительстве сейсмических районов, систематические натурные исследования их динамического поведения в отечественной практике до недавнего времени фактически

отсутствовали. Настоящая статья посвящена описанию разработанной методики натурных испытаний и анализу полученных результатов на объектах г. Ташкента.

2. Объекты испытаний

Экспериментальные исследования проводились на зданиях повышенной этажности г. Ташкента пяти основных конструктивных серий: крупнопанельные здания серии ТДСК-71/А77 высотой 8–9 этажей; каркасные здания с монолитным железобетонным каркасом, жёсткой арматурой и широким шагом колонн; каркасные здания с монолитным каркасом, гибкой арматурой, узким шагом колонн; то же с широким шагом колонн; каркасные здания с монолитным каркасом и полужёсткой арматурой.

Помимо типовых зданий, испытания проводились на ряде уникальных объектов высотой до 25 этажей: гостиница «Узбекистан» (17 этажей), административное здание (19 этажей), гостиница «Москва» (25 этажей). Во всех зданиях эксплуатировались типовые лифтовые установки серий ЛП-320, ЛТГ-500, ЛГП-500, предназначенные для несейсмических районов.

3. Методика проведения испытаний

Разработанная методика включает два взаимодополняющих вида динамических испытаний: испытания от мгновенного сброса горизонтальной нагрузки и вибрационные испытания. Первый вид позволяет определить собственные частоты и формы колебаний системы в условиях свободного затухания, второй — получить частотные характеристики в широкой полосе при вынужденных колебаниях.

Измерительная аппаратура располагалась по специально разработанным схемам, обеспечивающим одновременную регистрацию колебаний шахты лифта, кабины, противовеса и несущих конструкций здания. Применялись сейсмические акселерометры с полосой частот 0,5–50 Гц, многоканальные аналого-цифровые регистраторы, а также контактные и бесконтактные датчики перемещений.

Схема размещения датчиков предусматривала установку приборов на каждые 3–4 этажа по высоте шахты, а также в машинном помещении и на уровне приямка. Для кабины и противовеса датчики крепились к раме в точках, соответствующих расположению башмаков направляющих — зонах наибольших контактных усилий.

4. Обработка экспериментальных данных

Машинная обработка записей колебаний производилась по алгоритму, включающему три последовательных этапа. На первом этапе определялся уровень колебаний: среднеквадратичное значение ускорений и перемещений по каждому каналу измерений. На втором этапе вычислялся видимый период колебаний методом последовательного счёта перехода через нулевой уровень.

На третьем этапе строились спектры Фурье и спектры реакций. Спектры Фурье позволяли выявить доминирующие частоты в записи колебаний, а спектры реакций — оценить максимальные динамические нагрузки, воспринимаемые элементами лифтовых систем при сейсмических воздействиях заданной интенсивности.

5. Результаты испытаний

Результаты испытаний показали существенное различие в динамических характеристиках лифтовых установок в зависимости от конструктивного типа здания. Собственные частоты колебаний лифтовых систем в крупнопанельных зданиях составили 1,8–2,4 Гц, в монолитных каркасных — 1,2–1,9 Гц. При этом частоты собственных колебаний самих зданий повышенной этажности находились в диапазоне 0,8–1,3 Гц, что при определённых условиях создаёт предпосылки для резонансного взаимодействия.

Наибольшие амплитуды ускорений зафиксированы в верхней части шахты и в зоне машинного помещения. Уровень ускорений на противовесе превышал аналогичный показатель для кабины в 1,3–1,8 раза, что объясняется меньшей массой противовеса и особенностями его крепления к направляющим. Данное обстоятельство подтверждается

характером повреждений, зафиксированных при натурных обследованиях после землетрясений.

6. Выводы

Разработанная методика натурных испытаний лифтовых установок на динамические воздействия обеспечивает получение достоверных данных о собственных частотах, формах колебаний и уровнях сейсмических нагрузок на основные элементы лифтовых систем. Результаты испытаний на объектах г. Ташкента свидетельствуют о том, что типовые лифтовые установки, применяемые в сейсмических районах, работают в неблагоприятных динамических условиях, создающих риск преждевременного выхода из строя.

Полученные данные используются для разработки расчётных моделей и практических рекомендаций по повышению сейсмостойкости лифтовых установок на стадиях проектирования, монтажа и эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова М.К. Натурные исследования сейсмостойкости лифтов: Монография. — Ташкент: ТАСУ, 2026. — 106 с.

2. Поляков С.В. Сейсмостойкие конструкции зданий. — М.: Высшая школа, 1983. — 304 с.

3. Айзенберг Я.М. Сооружения с выключающимися связями для сейсмостойкого строительства. — М.: Стройиздат, 1976. — 229 с.

4. Fukuda T. Seismic design of elevator systems // Journal of Structural Engineering (Japan). — 1981. — Vol. 27. — P. 112–128.

5. Treiman L. Seismic performance of elevators in the 1971 San Fernando earthquake // Earthquake Engineering Research Institute. — 1975. — P. 45–62.

6. Рашидов Т.Р. Динамика сложных пространственных систем трубопроводов при сейсмических воздействиях. — Ташкент: Фан, 1973. — 180 с.

UO‘T: 37.02:51

“SONLI QATORLARNING YAQINLASHISH ALOMATLARI” MAVZUSINI YORITISHDA B.BLUM TAKSONOMIYASIGA ASOSLANGAN TEXNOLOGIK XARITA VA FOYDALANILGAN INTERFAOL USULLAR HAQIDA

Xusainova Xusnidaxon Saloyidinovna
Namangan davlat texnika universiteti “Oliy matematika “
kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Sonli qatorlarni yaqinlashishini tekshirish muammosi murakkab va ko‘p tarmoqli bo‘lgani uchun bu texnologiyadan ma’ruza, amaliy va mustaqil ishlarni o‘tkazishda foydalanish mumkin. Bu yerda ma’ruza uchun bir elementdan foydalanish mumkin bo‘ladi. Bunda muammon hal qilayotgan yechimining afzalligi va kamchiligi haqida fikr yuritilib, xulosa qilinadi.

Аннотация. Поскольку проблема сходимости числовых рядов сложна и междисциплинарна, данная технология может быть использована в лекционных, практических и самостоятельных работах. Здесь можно будет использовать для лекции один элемент. При этом обсуждаются преимущества и недостатки решения проблемы и делается вывод.

Abstract. Since the problem of convergence of numerical series is complex and multidisciplinary, this technology can be used in lectures, practical and independent work. Here it will be possible to use one element for the lecture. In this case, the advantages and disadvantages of the solution to the problem are discussed and concluded

Kalit so‘zlar: texnologik xarita, interfaol,tahlil, sintez,rezyume, differensiyalash, integral, tasniflash

Ключевые слова: технологическая карта, интерактив, анализ; синтез; Резюме, дифференциация, интеграция, классификация

Key words: technological map, interactive, Analysis; synthesis; Summary, differentiation, integration, classification

Turli o‘qitish usullarida o‘tiladigan dars loyihalashtirib olinadi. Buning uchun darsni texnologik xaritasini xar bir mavzu, xar bir dars uchun o‘qitilayotgan predmet, fanning xususiyatidan, talabalarning imkoniyati va ehtiyojlaridan kelib chiqgan holda tuziladi. [2]

Xozirgi kunda o‘quv jarayonini loyihalashtirish bo‘yicha ta’lim muassasalarida bir necha shakl, mazmundagi teznologik xaritalar mavjud. B.Blum taksonomiyasiga asosan texnologik xarita qanday tuzilgan bo‘lmasin, unda dars jarayoni yaxlit holda aks etgan bo‘lishi hamda aniq belgilangan maqsad, vazifa va kafolatlangan natija, dars jarayonini tashkil etishning texnologiyasi to‘liq o‘z ifodasini topgan bo‘lishi kerak.[1]

Texnologik xaritani tuzishdan avval Bendjamin Blum tamonidan ilmiy asosda 1956-yilda e’lon qilingan taksonomiyasini bilishimiz kerak ekan. Unga asosan xar bir insonni miyasini quyidagi faoliyatlari mavjudligi isbotlangan, ya’ni maqsadlarni belgilash piramidasi quyidagi 6 bosqichdan ioborat:

– Bilish;
– Tushunish;
– Qo‘llash;
– Tahlil;
– Sintez;
– Baholas

№	**O‘quv maqsadlari**	**Fe’llar**

1.	Bilish	Qaytarib aytish Qayd qilish Nomlamoq atamoq Yozmoq	ifodalash farqlash tanib olish aytib berish
2.	. Tushunish	Dalillar keltirmoq Aniqlamoq, Belgilamoq Tushuntirmoq	o‘tkazish, aylantirish surat bilan ko‘rsatish izoh berish
3.	Qo‘llash	Tatbiq etish Namoyish etish Foydalanish, o‘rganish.	aniqlash bajarish amalga oshirish
4.	Analiz	Ajratib ko‘rsatish Differensiyalash Tasniflash Taklif etish	qismlarga ajratish taqsimlash tekshirish guruhlash
5.	Sintez	Umumlashtirish Rejalashtirish Ishlab chiqish	tizimga solish tuzish Loyihalash
6	Baholash	Tashxis etish Isbotlash Asoslash	baholash, tekshirish taqqoslash, solishtirish, qiyoslash

Bunda Bilish – ta’riflar, teoremalar, tushunchalarni yoddan aytish, faktlarni sanab o‘tishni bildiradi. Tushunish – ta’rif, teorema, tushuncha va faktlarga izoh berishni bildiradi. Qo‘llashda – masala, misolni ishlaydi. Taxlil – ikki yoki undan ko‘p obyektlarni, teorema, tushunchalarni taqqoslash olishni, farqlay olishni bildiradi. Sintez da ishlagan masalani qayta ko‘rib chiqib xulosa qilinadi. Baholash – tushunchalar, formulalarni ahamiyati va muximligini biladi. Adekvatligigi ajrata oladi.

Yuqorida keltirilgan ketma-ketlikda o‘quv jarayonini tashkil qilish yuqori natija berishini B.Blum o‘z tajribalarida isbotlagan. Shunga asosan erishilgan o‘quv natijalarni ishlab chiqish qoidalari ishlab chiqilgan. Bu qoidalar quyidagicha:

1) Erishiladigan o‘quv natijalari B.Blum taksonomiyalari asosida shakllantirilishi lozim;

2) Erishiladigan o‘quv natijalari aniq tushunchalardan foydalangan holda ishlab chiqilishi kerak;

3) Erishiladigan o‘quv natijalari ishonch, kafolat shaklida yozilishi kerak.

Endi yuqoridagilarga asosan mavzu uchun texnologik xaritani tuzamiz.

Xaritadagi qisqa yozuvlarni aniqlashtirish maqsadida ilovalar berilishi mumkin.

Mavzu	Musbat hadli sonli qatorlarning yaqinlashish alomatlari (2 soat)
Maqsad va vazifalar	Musbat sonli qatorlarning umumiy hadidan foydalangan holda ularni yaqinlashish yoki uzoqlashish haqidagi tasdiqlarni innovatsion pedagogik yondashuv asosida o‘rgatish. Talabalarda mavzuning mazmuni bo‘yicha kerakli bilim, ko‘nikma va malakalarni shakllantirish
O‘quv materiallari mazmuni	Birinchi blokda talabalarni oldingi darslarda o‘tilgan mavzular bo‘yicha bilimlari faollashtiriladi.
O‘quv jarayonini tashkil etish texnologiyasi	Shakl: Interfaol mashg‘ulot: blokli ma’ruza, yakka tartibda, guruh, jamoa bo‘lib ishlash

	Metod: BBB, Aqliy hujum, Rezume, og‘zaki bayon, tushuntirish, savol
	Vosita: Savol javoblarning tarqatma materiallari, doska, mel
	Usul:Jadval
	Nazorat: Kuzatish, nazorat savollari, nazorat testlari, Keyslar
	Baholash: Rag‘batlantirish, ball tizimi
Kutiladigan natijalar	O‘qituvchi Koshi, Dalamber, Integral, Raabe alomatlariga oid teoremalarni tushuntiradi. Limitlar yordamida qatorni yaqinlashishga tekshirishni o‘rgatadi 2. Koshi, Dalamber va Integral alomatlariga oid teoremalari isbotini o‘rgatadi. Qator yaqinlashishini alomatlar yordamida tekshirish tushuntiriladi Misollarga mos alomatlarni tanlashni o‘rgatadi. Barcha alomatlardagi umumiy xususiyatni tushuntiradi Alomatlardagi formulalarning, hal qilingan masalalarning muximligi tushuntiradi va oldindan mo‘ljallab qo‘yilgan misollar asosida o‘quv maqsadlarga erishganlik darajasini bnlgilaydi. Tinglovchi (Talaba): 1. Koshi, Dalamber, Integral va Raabe alomatlariga oid teoremalarni va formulalarni yoddan aytib beradi 2. Koshi, Dalamber va Integral alomatlariga oid teoremalarni isbotini o‘rganadi. 3. Alomatlar yordamida misollar ishlay oladi 4. Aralash misollarni qaysi alomat bilan ishlashni ajrata oladi. 5. Barcha alomatlar uchun umumiy xususiyat uning umumiy hadiga bog‘liqligini tushunadi 6. Formulalar va ular yordamida ishlangan misol va masalalarni amaliy, nazariy ahamiyatini anglab yetadi va mezonlar asosida bahosini oladi..

Endi texnologik xaritadagi o‘quv jarayonini tashkil etish texnologiyasidagi nazorat ishlarini va mustaqil faoliyatni tashkil etish masalalariga to‘xtalib o‘tamiz.

Xozirdagi nazorat jarayonidagi har bir natija bo‘yicha xar bir talabani tekshirish va baholash shart hisoblanadi. Shuning uchun kam vaqt talab qilinadigan nazorat shakllari tanlash kerak bo‘ladi. Nazorat shakllar

– og‘zaki;
– yozma;
– amaliy topshiriqlar;
– testlar

bo‘lishi mumkin.

Ushbu mavzuda biz JN, ON va YAN savollari keyslar va testlar yordamida nazorat qilishni tanladik .

Shuni aytib o‘tish kerakki, modul bo‘yicha o‘qitish texnologiyasida nazorat shakllari axborot texnologiyalari asosida internetni qo‘llagan holda amalga oshiriladi, biz xozirda shu metodga qarab intilmoqdamiz.

Testlarni tuzishning 5 xil turi mavjud bo‘lib, biz ushbu mavzu uchun ochiq tipdagi testlardan bitta to‘g‘ri javobli testlarni tanladik.

Mustaqil ishlar auditoriyada va auditoriyadan tashqarida o‘tkazilishi mumkin. Biz auditoriyadan tashqarida o‘tkaziladigan mustaqil ishlar sifatida «Keys”larni oldik. Keys-stadi bu – vaziyatni tahlil etishdir. Biz taklif qilgan keyslarda talaba tomonidan muammoning nazariy yechimini topish talab qilinadi. Ularda ketma-ketlikning limitiga oid mavjud bilimlar esga olinadi va aktivlashtiriladi. Musbat sonli qatorlarni yaqinlashish alomatlar o‘zaro taqqoslanadi. Bu keyslar ta’limiy bo‘lib, bilimlarni o‘zlashtirishga qaratilgan, hajmiga ko‘ra o‘rtacha, vazifalarni qo‘yilishiga qarab savollarga asoslangan. Ba’zi keyslarda yechimlarni ko‘rsatamiz, ba’zilarida esa ko‘rsatma berilgan xolos.

Dars davomida foydalanilagan interfaol usullar haqidagi ma’lumotlarni keltiramiz.

1. BBB (Bilardim, Bilib oldim, Bilmoqchiman) texnologiyasi Bu usuldan darsni boshlab tarqatma materiallar yordamida talabalarni baholash (tasodifiy ravishda chiqarish usulidan foydalanib) jarayonida Bilaman degan bo‘limini to‘ldiramiz. Bunda umumiy savol quyidagicha qo‘yiladi:

Sonli qatorlarni yaqinlashishini qanday tekshira olasiz.

1) Ta’rif yordamida
2) Sonli qatorning yaqinlashish alomatlari bilan
3) Maxsus misollardan foydalanib, masalan geometrik qatorlarga o‘xshaganlari
4) Zaruriy va yetarli shartlar yordamida
5) Taqqoslash alomati bilan
6) Ekvivalentlik munosabatlari yordamida

Endi Bilmoqchiman ni ishlatamiz va ma’ruzaga o‘tamiz. Ikkinchi blokda Koshi alomatini aytib, misollar ko‘rib, so‘ng uni isbotlaymiz. Endi Bilib oldim ni qo‘llaymiz. Bilmoqchimanni qo‘llab Dalamberdan so‘ng Integral alomatlarini o‘rgatib xar blok oxirida Bilib oldim ni to‘ldiramiz.

2. Aqliy hujum texnologiyasi

BBB ni ma’ruzada qo‘llash davomida Bilmoqchimanni to‘ldirish uchun talabalarni fikrlarini eshitish ularni faollashtirishga olib keladi. Bunda Aqliy xujumdan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Unga asosan talabalar muammoga ta’luqli xar turli g‘oyalarni taklif qilishlari mumkin. Ular xatto g‘ayri oddiy bo‘lishi ham mumkin. Aqliy hujum ishtirokchilarini va ularning takliflarini tanqid qilish mumkin emas. Ularni yorqin fikrlari va fantaziyalariga ko‘proq ustunlik berish kerak.

Ma’ruzaning har bir blokini tugagandan so‘ng Aqliy hujumni ishlatish talabalarni ijodiy fikrlash diapozonini oshib borishiga imkon yaratadi. Aqliy hujumda

– Axborot, g‘oya, fikrlarni to‘plash;
– Yangi g‘oyalarni generatsiya qilish, ajratib olish;
– Yangi g‘oyalarni umumlashtirish, qiyin masalalarni jamoaviy hal etish rejalashtiriladi.

3. Rezume texnologiyasi

Sonli qatorlarni yaqinlashishini tekshirish muammosi murakkab va ko‘p tarmoqli bo‘lgani uchun bu texnologiyadan ma’ruza, amaliy va mustaqil ishlarni o‘tkazishda foydalanish mumkin. Bu yerda ma’ruza uchun bir elementdan foydalanish mumkin bo‘ladi. Bunda muammon hal qilayotgan yechimining afzalligi va kamchiligi haqida fikr yuritilib, xulosa qilinadi. Natija yaxshi bo‘lishi uchun talabalar kichik guruhlarga bo‘linib, tarqatma materiallar yordamida ish boshlanadi. Materialdagi savollar hal qilingandan so‘ng guruh vakillari taqdimot qiladi, o‘qituvchi berilgan fikr va xulosalarga izoh berib baholaydi va mashg‘ulotni tugatadi. Ko‘rib turganimizdek bu mashg‘ulot vaqt talab qiladi. Talabalar savollarga javob topadi, o‘zaro fikr almashishadi va xar bir kichik guruh 5-10 minutdan taqdimot qiladi, o‘qituvchi fikr bildiradi va h.k.

Ma’ruzada bu jarayonni ma’ruza yakunida doskada o‘qituvchi barcha talabalarni jalb qilgan holda “savol-javob” Usulini qo‘llab texnologiyani ishlatish mumkin. Bunda umumiy sxema quyidagicha bo‘ladi:

Alomat: ...
Afzalligi: ...
Kamchiligi: ...
Xulosa: ...

Ma’ruza shunday yakunlansa talabalarda o‘zlarida ham yangi alomat topish istagi paydo bo‘ladi.

ADABIYOTLAR

1. A. H. Khamrayev - "Sonli qatorlar va ularning analizlari"
2. M. B. Turg'unov - "Matematika: Sonli qatorlar va ketma-ketliklar"
3. T. N. Mirzaev - "Sonli qatorlarga kirish"
4. Q. Z. Abdullayev - "Matematik tahlil: Sonli qatorlar nazariyasi"
5. S. A. Yuldashev - "Sonli ketma-ketliklar va qatorlar"

UO‘T: 004.8:004.912:004.738.5

QWEN 2.5-7B LOKAL KATTA TIL MODELI ASOSIDA NUTQNI TANISH VA JAVOB GENERATSIYASINI AMALGA OSHIRUVCHI VEB-INTERFEYSNI ISHLAB CHIQISH

O‘rmonov Musoxon Nodirjon o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti
o‘qituvchi
ormonovovmusoxon@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada Qwen 2.5-7B lokal katta til modeli asosida nutqni matnga aylantirish (Speech-to-Text), matndan javob generatsiyasi (LLM inference) va matndan ovozga aylantirish (Text-to-Speech) jarayonlarini birlashtirgan veb-interfeys ishlab chiqish arxitekturasi ko‘rib chiqiladi. Tizim real vaqt rejimida foydalanuvchi ovozini qabul qiladi, uni matnga aylantiradi va lokal AI model orqali javob generatsiya qilib interfeysda chiqaradi.

Аннотация. В данной статье рассматривается архитектура разработки веб-интерфейса, объединяющего процессы преобразования речи в текст (Speech-to-Text), генерации ответов с использованием локальной большой языковой модели Qwen 2.5-7B (LLM inference) и преобразования текста в речь (Text-to-Speech). Система в режиме реального времени принимает голос пользователя, преобразует его в текст, затем генерирует ответ с помощью локальной AI-модели и отображает его в интерфейсе.

Abstract. This article examines the architecture of a web interface that integrates Speech-to-Text conversion, response generation using the local large language model Qwen 2.5-7B (LLM inference), and Text-to-Speech synthesis. The system receives user voice input in real time, converts it into text, generates a response using a local AI model, and displays it in the interface.

Kalit so‘zlar. Qwen 2.5-7B, katta til modeli, sun’iy intellekt, nutqni tanish, Speech-to-Text, Text-to-Speech, tabiiy tilni qayta ishlash, NLP, veb-interfeys, lokal AI tizim, real vaqt tizimi, LLM inference, chatbot, ovozli yordamchi.

Ключевые. Qwen 2.5-7B, большая языковая модель, искусственный интеллект, распознавание речи, преобразование речи в текст, преобразование текста в речь, обработка естественного языка, NLP, веб-интерфейс, локальная AI система, система реального времени, LLM inference, чат-бот, голосовой помощник.

Keywords. Qwen 2.5-7B, large language model, artificial intelligence, speech recognition, Speech-to-Text, Text-to-Speech, natural language processing, NLP, web interface, local AI system, real-time system, LLM inference, chatbot, voice assistant.

Kirish

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt tizimlari tezkor rivojlanib, inson va kompyuter o‘rtasidagi o‘zaro aloqani tubdan o‘zgartirib yubordi. Ayniqsa katta til modellari asosida ishlovchi tizimlar matnni tushunish va tabiiy javob generatsiya qilishda yuqori samaradorlikka erishdi. Shu bilan birga, nutqni matnga aylantirish texnologiyalari ham real vaqt tizimlarida keng qo‘llanila boshladi.

Ushbu maqolada lokal kompyuterda ishlaydigan, internetga bog‘liq bo‘lmagan holda nutqni tanish va javob generatsiyasini amalga oshiruvchi veb-interfeys ko‘rib chiqiladi. Tizimning asosiy intellektual yadrosi sifatida Qwen 2.5-7B modeli tanlangan bo‘lib, u foydalanuvchi so‘rovlarini qayta ishlash va javob berish vazifasini bajaradi.

Loyihaning asosiy maqsadi oddiy foydalanuvchi uchun qulay, tezkor va lokal ishlovchi sun’iy intellekt yordamchisini yaratishdir. Ushbu tizim ayniqsa ingliz tilida yuqori aniqlikda ishlaydi, o‘zbek tilida esa nutqni tanish va tushunish darajasi nisbatan pastroq ekanligi kuzatiladi.

Tadqiqot muammosi

Hozirgi mavjud sun’iy intellekt asosidagi ko‘plab tizimlar internetga bog‘liq holda ishlaydi yoki yuqori hisoblash resurslarini talab qiladi. Bundan tashqari, nutqni tanish tizimlari har doim ham barcha tillar uchun bir xil aniqlikda ishlamaydi.

Amaliyotda uchraydigan asosiy muammo shundan iboratki, o‘zbek tilini qo‘llab-quvvatlash darajasi yetarli emas, natijada foydalanuvchi nutqi noto‘g‘ri transkripsiya qilinishi mumkin. Shu bilan birga, ko‘plab chatbot tizimlari lokal muhitda ishlash imkoniyatiga ega emas.

Shu sababli ushbu tadqiqotda lokal ishlovchi, nutqni matnga aylantiradigan va Qwen modeli orqali javob generatsiya qiladigan veb-interfeys yaratish vazifasi qo‘yildi.

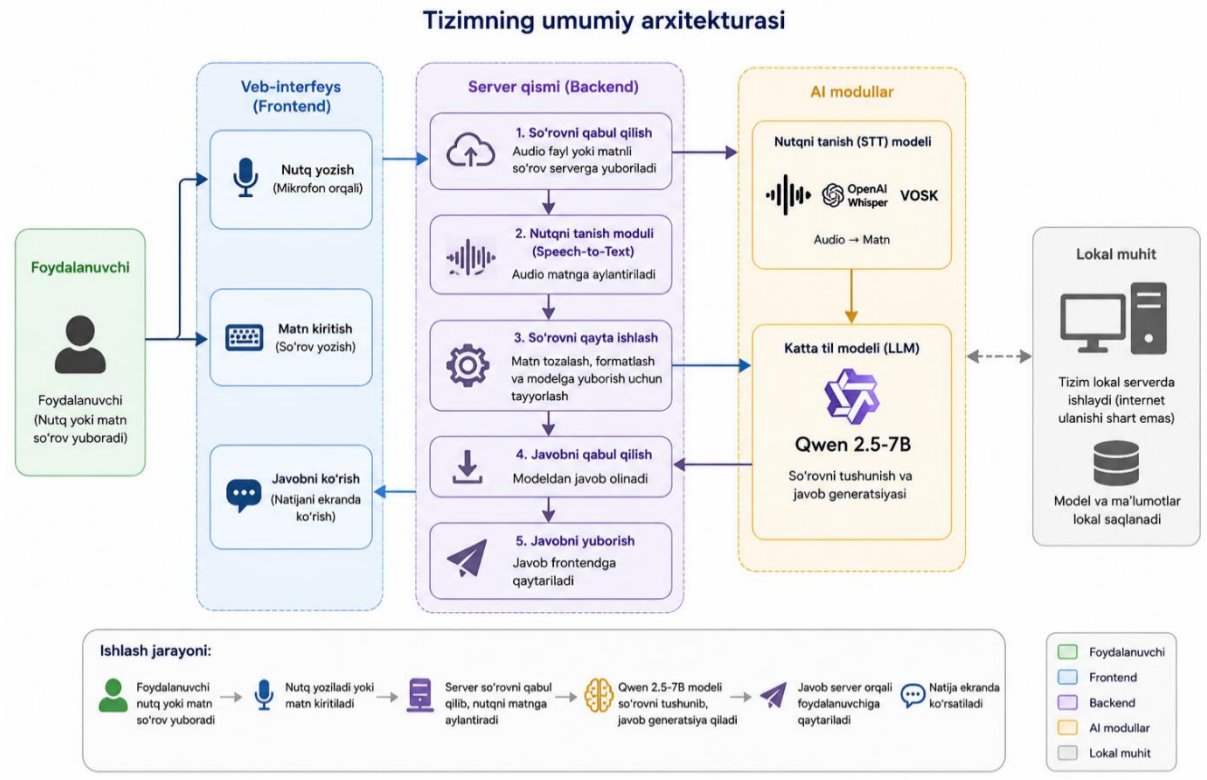
Tizimning umumiy arxitekturasi

Tizim bir nechta asosiy qatlamlardan tashkil topgan. Birinchi qatlam foydalanuvchi bilan o‘zaro aloqani ta’minlovchi veb-interfeys hisoblanadi. Ushbu interfeys orqali foydalanuvchi ovozli yoki matnli so‘rov yuboradi.

Ikkinchi qatlam server qismi bo‘lib, u kiruvchi audio ma’lumotni qabul qiladi va uni qayta ishlash uchun nutqni tanish moduliga uzatadi. Bu bosqichda audio signal matn ko‘rinishiga keltiriladi.

Uchinchi qatlam katta til modeli hisoblanadi. Bu yerda Qwen 2.5-7B foydalanuvchi so‘rovini tahlil qiladi va unga mos javob generatsiya qiladi.

To‘rtinchi qatlam esa natijani foydalanuvchiga qaytarish va uni veb-interfeysda ko‘rsatish vazifasini bajaradi. Ushbu jarayon real vaqtga yaqin tezlikda amalga oshiriladi.



1-rasm. Tizimning umumiy arxitekturasi.

Nutqni tanish jarayoni

Nutqni tanish jarayoni tizimning eng muhim qismlaridan biridir. Foydalanuvchi mikrofon orqali gapirganda audio signal serverga yuboriladi. Server ushbu signalni maxsus model orqali tahlil qiladi va uni matnga aylantiradi.

Amaliy sinovlarda ingliz tilidagi nutqni tanish aniqligi yuqori bo‘lib, model matnni to‘g‘ri transkripsiya qila oladi. Biroq o‘zbek tilidagi nutqda ba’zi tovushlar noto‘g‘ri aniqlanishi yoki so‘zlar buzib yozilishi holatlari kuzatiladi. Buning asosiy sababi o‘zbek tiliga oid o‘quv ma’lumotlarining kamligi bilan bog‘liqdir.

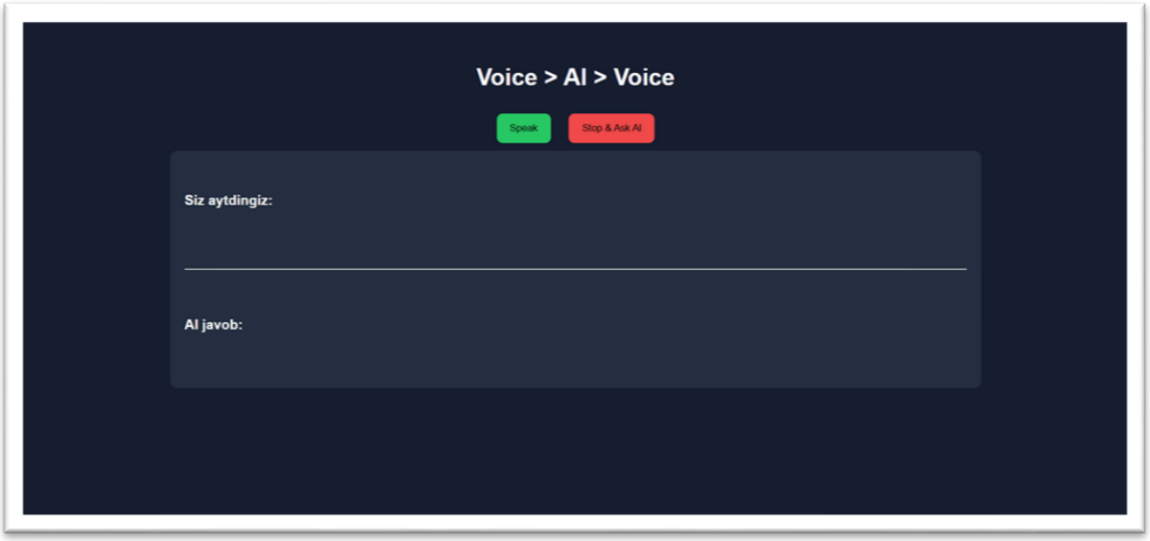
Matnga aylantirilgan so‘rov katta til modeliga uzatiladi. Qwen 2.5-7B ushbu matnni kontekst sifatida qabul qiladi va unga mos javob ishlab chiqadi.

Modelning asosiy afzalligi shundaki, u kontekstni saqlab qoladi va mantiqan bog‘langan javoblar yaratadi. Ingliz tilida model juda yaxshi natija ko‘rsatadi, chunki uning trening ma’lumotlari asosan ingliz tiliga asoslangan. O‘zbek tilida esa ba’zi hollarda javoblar sodda yoki umumiy ko‘rinishda bo‘lishi mumkin.

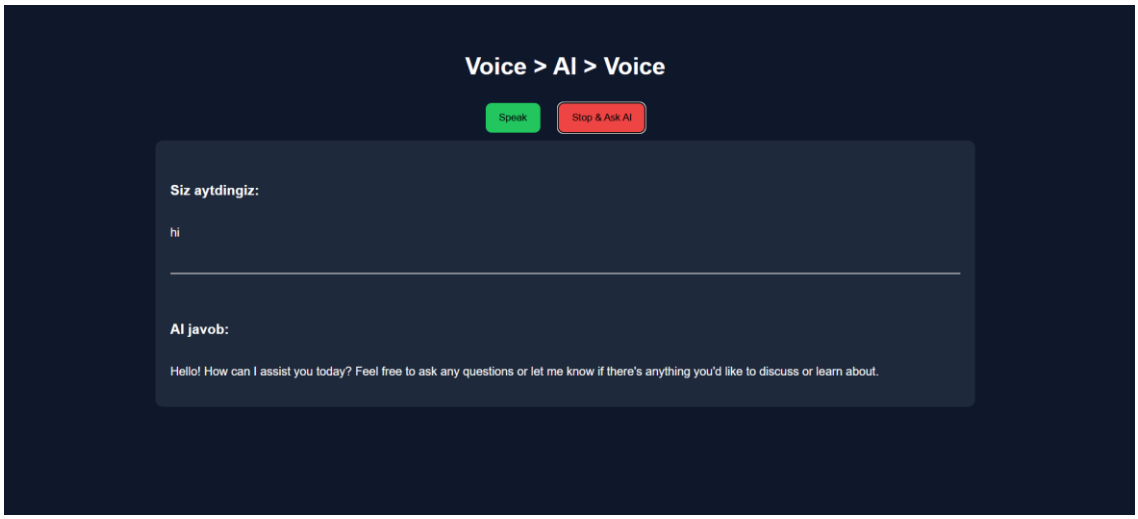
Veb-interfeys foydalanuvchi uchun juda sodda va qulay qilib ishlab chiqilgan. Unda mikrofon orqali ovoz yozish imkoniyati mavjud bo‘lib, foydalanuvchi gapirgandan so‘ng tizim avtomatik tarzda uni qayta ishlaydi.

Shuningdek, matn kiritish maydoni ham mavjud bo‘lib, foydalanuvchi ovoz o‘rniga to‘g‘ridan-to‘g‘ri matn yuborishi mumkin. Natija esa ekranda real vaqtga yaqin tezlikda ko‘rsatiladi.

Interfeysning asosiy maqsadi murakkab funksiyalarni foydalanuvchidan yashirish va tizimni maksimal darajada soddalashtirishdir.



2-rasm. Web interfeys ko‘rinishi



3-rasm. Web interfeys ko‘rinishi (AI javobi)

Tizim sinovlari davomida bir nechta muhim natijalar qayd etildi. Eng asosiy natija shundan iboratki, lokal ishlovchi model internetga ulanmasdan ham barqaror ishlash imkoniyatiga ega.

Ingliz tilidagi so‘rovlar uchun javob sifati yuqori bo‘lib, kontekstni tushunish darajasi ham yaxshi ekanligi aniqlangan. O‘zbek tilida esa nutqni tanish va javob generatsiyasi qisman cheklangan bo‘lsa ham, tizim ishlashga yaroqli holatda ekanligi tasdiqlangan.

Shuningdek, tizim real vaqtga yaqin javob berish tezligiga ega bo‘lib, bu foydalanuvchi tajribasini yaxshilaydi.

Bunday tizimlar ta’lim sohasida, ayniqsa interaktiv o‘qitish jarayonlarida katta ahamiyatga ega. O‘quvchilar ovoz orqali savol berib, darhol javob olishlari mumkin.

Bundan tashqari, smart uy tizimlarida, sanoat avtomatlashtirish jarayonlarida va offline chatbot sifatida ham qo‘llash mumkin. Lokal ishlash imkoniyati esa xavfsizlik va mustaqillikni oshiradi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot natijasida lokal kompyuterda ishlovchi sun’iy intellekt asosidagi veb-interfeys ishlab chiqildi. Tizimning asosiy yadrosi sifatida Qwen 2.5-7B modeli ishlatildi.

Tizim nutqni tanish va javob generatsiya qilish vazifalarini muvaffaqiyatli bajaradi. Ingliz tilida yuqori aniqlik kuzatilgan bo‘lsa, o‘zbek tilida qo‘shimcha optimallashtirish zarur ekanligi aniqlandi.

Kelajakda ushbu tizimni rivojlantirish uchun o‘zbek tiliga oid ma’lumotlar bazasini kengaytirish va nutqni tanish modullarini yanada takomillashtirish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson Education, 4-nashr, 2020, 1152 bet
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning, MIT Press, 2016, 775 bet
3. Jurafsky D., Martin J. H. Speech and Language Processing, Prentice Hall / Stanford, 3rd draft, 2023, 1024 bet
4. Murphy K. P. Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press, 2012, 1104 bet
5. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006, 738 bet
6. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines, Pearson, 3rd edition, 2009, 936 bet
7. Rao D., McMahan B. Natural Language Processing with Transformers, O’Reilly Media, 2022, 500 bet
8. Eisenstein J. Introduction to Natural Language Processing, MIT Press, 2019, 384 bet
9. Aggarwal C. C. Neural Networks and Deep Learning, Springer, 2018, 520 bet
10. Goodfellow I. et al. Generative Deep Learning, O’Reilly Media, 2019, 320 bet

QURILISH VA TA'LIM

Ilmiy jurnalida maqolalarni chop etish uchun rasmiylashtirishga qo'yiladigan talablar:

1. Namangan davlat texnika universitetining "Qurilish va ta'lim ilmiy jurnali" («Научный журнал Строительство и образование», «Scientific journal Construction and education») da respublikamizning oliy ta'lim va ilmiy tadqiqot institutlari, ilmiy ishlab chiqarish markazlari va xorijda bajarilgan ilmiy ahamiyatga molik ilmiy tadqiqot ishlarining natijalari nashr etiladi. Ilmiy jurnal bir yilda olti martagacha chop etilib, unda quyidagi yo'nalishlar bo'yicha maqolalar e'lon qilinadi:

- *Qurilish;*
- *Arxitektura va shaharsozlik;*
- *Pedagogika va ta'lim muammolari;*
- *Muhandislik va sanoat chizmacxiligi;*
-*Atrof-muhit muhofazasi va ekologiya*
- *Qisqa xabarlar.*

2. Tahririyatga taqdim etilayotgan maqola qo'lyozmasi bo'yicha muallif faoliyat olib borayotgan muassasa rahbariyati tomonidan imzolangan yo'llanma xati, maqolani chop etish mumkinligi haqidagi ekspert xulosasi va maqola mualliflarining tarkibida fan doktori bo'lmagan taqdirda tegishli fan yo'nalishi bo'yicha fan doktorining rasmiy taqrizi bo'lishi shart. Maqolalar o'zbek, rus yoki ingliz tillarida taqdim etilishi mumkin. **Maqolaning nomi, qisqacha annotatsiyasi (8-10 qator) va kalit so'zlar (10-15 ta) o'zbek, rus va ingliz tillari**da beriladi.

3. Maqola matni "MS Word" dasturida "Times New Roman" shriftida 12 pt o'lchamda, hajmi 1 intervalda 6-10 bet bo'lishi kerak. Varoq o'lchami 210x297 mm (A4-format), matn chegara o'lchamlari yuqoridan va pastdan– 2,0 sm, chapdan – 3,0 sm, o'ngdan – 1,5 sm bo'lishi lozim.

4. Maqolani rasmiylashtirish qoidalari quyidagilardan iborat: Maqola boshining chap tomonida UO'T (UO'T), keyingi qatorda maqolaning nomi o'zbek, rus va ingliz tillarida (bosh harflarda, o'rtada, qalin yozuvda (jirniy)), undan keyingi qatorda mualliflar to'g'risidagi ma'lumotlar (familiyasi, ismi, otasining ismi, ish joyi, lavozimi, ilmiy darajasi va unvoni, elektron manzili hamda telefon raqamlari) o'zbek, rus va ingliz tillarida kichik bosma harflarda yoziladi, qisqacha annotatsiyasi (8-10 qator) va kalit so'zlar (10-15 ta) o'zbek, rus va ingliz tillarida beriladi.

Maqolaning annotatsiyasi (abstract) ya'ni maqolaning qisqacha mazmunida maqsadi (objective), usullari (methods), natijalari (results) va xulosa (conclusion) qismlari qisqacha yoritilib o'tilishi shart. Chunki maqola annotatsiyasini o'qib chiqib, olim maqolani to'liq o'qishga qaror qilishi uchun maqolaning asosiy tushunchalarini yetarlicha tushunishi kerak. Annotatsiyadan so'ng mavzuga tegishli terminlar, kalit so'zlar (keywords) ham keltirilishi kerak;

Maqolaning asosiy qismida Kirish (Introduction), usullari (methods), natijalar (results), muhokamalar (discussion), va xulosalar (conclusion) bo'limlari aniq ma'lumotlar asosida yoritib berilishi kerak.

Bir qatordan so'ng maqola matni yoziladi. Maqoladagi formulalar Word dagi Vstavkani ichida Obyekt bor shunga kirib Microsoft Equation 3.0 da yoziladi. Rasm (grafik, sxema va chizma)lar standart qoidalarga rioya qilingan holda 10x10 sm dan katta bo'lmagan o'lchamda tayyorlanishi, ularni soni 5 tagacha, qisqa xabarlarda esa 2 tagacha ruxsat etiladi. Nomlari esa rasmdan so'ng qalin yozuvda o'rtada yoziladi **(1-rasm. Nomi).**

Jadvallarning nomlari javalning yuqori qismida qalin yozuvda o'rtada yoziladi (**1-jadval. Nomi).** Adabiyotlarga havolalar maqola ichida [1] ko'rinishda bo'lib, foydalanilgan adabiyotlar maqola oxirida havolalar ketma-ketligi tartibida beriladi. Adabiyotlar ro'yxatida quyidagilar ko'rsatiladi: jurnalda chop etilgan maqolalar va ma'ruza tezislari uchun - Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Maqolaning nomi // Jurnalning nomi. – Nashr joyi va yili. – Soni yoki qismi. – Betlari. (1. Turayev N.S., Saidov R. Anor tuplarini yarim ochadigan mashinaning

lemexlari va tuproq yo‘naltirgichlarining qamrash kengliklarini asoslash // Namangan davlat texnika universiteti ilmiy-texnika jurnali. – Namangan, 2019. – №1. – B. 77-81.); monografiyalar uchun - Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Nomi. – Nashriyot nomi, joyi va nashr yili. – Betlar soni. (1. Imomkulov Q.B., Turayev N.S. Anor tuplarini yarim ochadigan mashina parametrlarini asoslash. – Fan va texnologiyalara: Toshkent, 2021. – 180 b.); avtoreferatlar uchun - Muallifning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi: ishning darajasi. – Nashr joyi va yili. – Betlar soni. (1. Turayev N.S. Anor tuplarini yarim ochadigan mashina parametrlarin asoslash: t.f.f.d., (PhD). diss. avtoref. – Namangan, 2022. – 44 b.); dissertatsiya uchun - Muallifning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi: ishning darajasi. – Nashr joyi va yili. – Betlar soni. (1. Turayev N.S. Anor tuplarini yarim ochadigan mashina parametrlarin asoslash: t.f.f.d., (PhD). diss. – Namangan, 2022. – 120 b.); kitoblar uchun - mualliflarning familiyasi, ismi sharifi, kitobning nomi, nashr joyi, nashriyot nomi, nashr yili, qismi va betlari (1. Jo‘rayev A., Mavlyaviyev M., Abdukarimov T., Miraxmedov D. Mexanizm va mashinalar nazariyasi. – T.: G‘.G‘ulom, 2004. – 592 b.); patent uchun – Patent olingan davlat va uning raqami / e’lon qilingan yil. Mualliflarning familiyasi, ismi sharifi. Mavzusi // Patent raqami, nashr yili. – Byulleten raqami. (1. Patent O‘zR FAP 00848 / 31.10.2013. Djurayev A., To‘xtaqo‘ziyev A., Muhamedov J., Mamaxanov A. Zanjirli uzatma // O‘zbekiston Respublikasi patenti, 2013. – Byul. №10.); internet ma’lumotlari uchun - URL, ma’lumotga murojaat etilgan sana. (1. ZiyoNet ta’lim portali. http://library.ziyonet.uz/ru. 20.07.2022.)

5. Tahririyat barcha maqolalarni taqrizga yuboradi, ushbu taqriz natijalari asosida maqolani chop etish masalasi bo‘yicha tegishli qaror qabul qiladi.

6. Yuqoridagi talablarga javob bermaydigan maqolalar tahririyat tomonidan ko‘rib chiqilmaydi.

7. Keltirilgan talablar yakuniy emas, ba’zi maqolalar borasida tahririyat qo‘shimcha ma’lumot so‘rash huquqini saqlaydi. Tahririyat manzili:

160103. Namangan shahri, Islom Karimov ko‘chasi, 12-uy.
Telefon/faks: (0-369) 234-15-23,
Bizning sayt: qurilishtalim.uz
Ye-mail: qurilishta’lim@edu.uz
Aloqa uchun

+998939254606

NamDTU kichik bosmaxonasida 2026-yil 30-iyunda chop etildi.
Manzil: Namangan vil. Namangan shahar I. Karimov ko‘cha, 12-uy