



ALFRAGANUS
UNIVERSITY

ISSN: 2992-8974

ALFRAGANUS

XALQARO ILMIY JURNAL
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL

ENGINEERING & EDUCATION

VOL. 3 • ISSUE 11 • 2026

*Knowledge
Engineering
a Brighter
Tomorrow*

11



LOYIHA RAHBARI

Ismailov Azizbek
Ruzimahmatovich

Alfraganus Universiteti rektori, PhD, dotsent.
Rector of ALFRAGANUS UNIVERSITY, PhD,
associate professor.

BOSH MUHARRIR

Egamberdiyev Farmonqul
Tursunqulovich

Alfraganus Universiteti rektori maslahatchisi,
professor, iqtisodiyot fanlari doktori.
Rector's advisor, Professor, Doctor of
Economics.

BOSH MUHARRIR O'RINBOSARI

Muminov Nozim
G'afarovich

Alfraganus Universiteti prorektori, professor,
iqtisodiyot fanlari nomzodi.
ALFRAGANUS UNIVERSITY vice-rector,
professor, candidate of economic sciences.

MAS'UL KOTIB

Xo'jayev Mo'minjon
Isoxonovich

Alfraganus Universiteti prorektori, falsafa fanlari
doktori (DSc), professor.
ALFRAGANUS UNIVERSITY vice-rector, Doctor
of Philosophy (DSc), professor.

Tahririyat kengashi

01

Abdurahmonov Qalandar Xodjayeich

O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, Toshkentdagi G. V. Plekhanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti filiali rektori.
Academician, Doctor of Economics, Rector of the Tashkent branch of Plekhanov Russian University of Economics.

03

Murtazayeva Raxbar Xamidovna

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti professori, tarix fanlari doktori.
Professor of the National University of Uzbekistan, Doctor of History.

05

Rahmonov Rasul Nematovich

Toshkent shahridagi Webster universiteti ijrochi direktori, PhD, professor.
Executive Director, Webster University in Tashkent, PhD, professor.

07

Umarov Baxriddin Mengboyevich

Alfraganus Universiteti professori, psixologiya fanlari doktori.
Doctor of Psychological Sciences (DSc), professor of ALFRAGANUS UNIVERSITY.

09

Qaxxorova Matluba Mannofovna

O'zbekiston Respublikasi Din ishlari bo'yicha qo'mita raisi o'rinbosari, professor, falsafa fanlari doktori.
Deputy Chair of the Committee on Religious Affairs, Doctor of Philosophy (DSc), professor.

11

Zakirov Nodir Uzuyeich

Respublika ixtisoslashtirilgan kardiologiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazi bo'limi rahbari, tibbiyot fanlari doktori.
Head of Department, Republican Specialized Cardiology Center, Doctor of Medical Sciences.

13

Jalilov Fazliddin Sodiqovich

ALFRAGANUS UNIVERSITY "Farmatsiya va kimyo" kafedrasini mudiri, farmatsevtika va kimyo fanlari doktori, professor. f.jalilov@afu.uz
Head of Pharmacy and Chemistry, Doctor of Pharmaceutical and Chemical Sciences.

15

Shukurov Yorkin Alidjanovich

PhD, O'zbekiston Xalqaro Islom akademiyasi dotsenti.
PhD, Associate Professor of the International Islamic Academy of Uzbekistan.

17

Xadjamuratova Matlyuba Xashimovna

ALFRAGANUS UNIVERSITY "Xalqaro munosabatlar va tarix" kafedrasini professori, tarix fanlari doktori, dotsent. m.xadjamuratova@afu.uz
Professor of International Relations and History, Doctor of Historical Sciences, Associate Professor.

02

Vaxabov Abduraxim Vasikovich

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti kafedra mudiri, iqtisodiyot fanlari doktori, professor.
Professor, Doctor of Economics, department head at the National University of Uzbekistan.

04

Saifnazarov Ismoil Saifnazarovich

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti professori, falsafa fanlari doktori.
Professor of Tashkent State University of Economics, Doctor of Philosophy.

06

Mambetjanov Qahramon Qurbandurdiyevich

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti kafedra mudiri, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor.
Professor, Doctor of Economics (DSc), department head at the National University of Uzbekistan.

08

Egamberdiyeva Yulduz Xamroqul qizi

O'zbekiston Milliy universiteti, PhD, Tabiiy geografiya kafedrasini dotsenti.
National University of Uzbekistan, PhD, Assistant Professor of Physical Geography.

10

Xalmirzayev Axmadjon Axunovich

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti, geografiya fanlari nomzodi.
Associate Professor of the National University of Uzbekistan, Candidate of Geography.

12

Abduraximova Lola Anvarovna

Toshkent Kimyo xalqaro universiteti, tibbiy fundamental fanlar kafedrasini professori, DSc.
Professor of Basic Medical Sciences, Kimyo International University in Tashkent, DSc.

14

Norov Toji Omonovich

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti professori, falsafa fanlari doktori.
Professor of Tashkent State University of Economics, Doctor of Philosophy.

16

Kurbonov Jasurbek Pozilovich

ALFRAGANUS UNIVERSITY Iqtisodiyot fakulteti dekani, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent. j.kurbonov@afu.uz
Dean of the Faculty of Economics, PhD in Economics, Associate Professor.

Tahririyatning xalqaro kengashi

01

Birol Merkan

Najmaddin Erbakan nomidagi davlat universiteti, Siyosiy fanlar fakulteti, Iqtisodiyot nazariyasi kafedrasini professori, fan doktori (Turkiya).
Professor, Doctor of Science, Necmettin Erbakan University (Turkiye).

03

Aliyeva Inobbat Akramovna

I. Kant nomidagi Baltika Federal universiteti, Boshqaruv va hududiy rivojlanish instituti talaba salohiyatini rivojlantirish klasteri boshlig'ining muvini, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent (Rossiya).
Deputy Head, Institute of Management and Regional Development.

05

Zenkova Inga Vladimirovna

Yevfrosiniya Polotskaya nomidagi Polotsk davlat universiteti Iqtisodiyot kafedrasini mudiri, PhD, dotsent (Belarus).
Head of Economics, Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk.

07

Bunkin Nikolay Fedorovich

Fizika-matematika fanlari doktori, professor, N. E. Bauman nomidagi Moskva davlat texnika universiteti.
nbunkin@mail.ru (Rossiya).
Professor, Department of Fundamental Sciences, Bauman Moscow State Technical University.

09

Boshkayeva Asil Kinesovna

Farmatsevtika fanlari doktori, professor, S. D. Asfandiyanov nomidagi Qozog'iston Milliy Tibbiyot universiteti kafedra mudiri. boshkayeva.a@kaznmu.kz
Professor and Head of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry.

02

Altunina Varvara Viktorovna

I. Kant nomidagi Baltika Federal universiteti huzuridagi Oliy biznes va tadbirkorlik maktabi direktori, iqtisodiyot fanlari nomzodi, pedagogika fanlari doktori, professor (Rossiya).
Director, Higher School of Business and Entrepreneurship, Immanuel Kant Baltic Federal University.

04

Raximshikova Mavluda Karimjanovna

Muxtor Auevov nomidagi Janubiy Qozog'iston universiteti dotsenti, falsafa fanlari nomzodi (Qozog'iston).
Associate Professor, South Kazakhstan University, Candidate of Philosophy.

06

Turmetov Batirxan Xudaybergenovich

Fizika-matematika fanlari doktori, X. A. Yassaviy nomidagi Xalqaro qozoq-turk universiteti professori. batirkhan.turmetov@ayu.edu.kz (Qozog'iston).
Professor, Doctor of Science, Khoja Ahmed Yasawi University.

08

Gulgaysha Sagidolda

Filologiya fanlari doktori, L. N. Gumilev nomidagi Yevroosiyo milliy universiteti professori. sagidolda.g@enu.kz (Qozog'iston).
Doctor of Philology, Professor, L. N. Gumilyov Eurasian National University.

10

Askiah Jamaluddin

PhD, Dr., Inson ekologiyasi fakulteti, Resurslarni boshqarish va iste'molchi tadqiqotlari bo'limi, Putra Malaysia Universiteti. askiah@upm.edu.my
University Putra Malaysia, Faculty of Human Ecology.

MUNDARIJA

HAQBERDIYEV B.

MUHANDISLIK GRAFIKASI FANLARINI SINERGETIK
KOMPETENTLIK ASOSIDA INTEGRATSIYALASH 3

KURBANOVA SH.

TASVIRIY SAN'AT FANLARI MAZMUNINI INTERGATIV
O'QITISHDA ZAMONAVIY YUTUQLARIGA MUOFIQ
RIVOJLATIRISH 11

ABDUKARIMOV M.

GNSS VA RADIOLOKATSION INTERFEROMETRIYA
(InSAR) USULLARINI INTEGRATSIYALASH
ASOSIDA TUPROQLI TO'G'ONLAR
DEFORMATSIYASINI KOMPLEKS MONITORING
QILISH (TO'POLON TO'G'ONI MISOLIDA) 17

HAQBERDIYEV B, ABDUKARIMOVA G.

FAZOVIIY GEOMETRIK OBYEKT LARNI
PARAMETRIK MODELLASHTIRISH VA
PROYEKSIYALARNI HOSIL QILISH USULLARINING
QIYOSIY TAHLILI 27

KHURSANDOVA D, QOSIMOV J.

DIDACTIC SYSTEM FOR FORMING THE
PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE
ENGINEERS BASED ON AN INTEGRATIVE
APPROACH 39

YO'LDOSHEV J, SAFAROV E, PRENOV SH.

TARIXIY-MADANIY MEROS HUDUDLARIDA
GEODEZIK MONITORING VA KARTOGRAFIK
MODELLASHTIRISHDA SUN'IY INTELLEKT HAMDA
NEYRON TARMOQLARNI QO'LLASHNING
FUNKSIONAL-TEXNIK IMKONIYATLARI 47

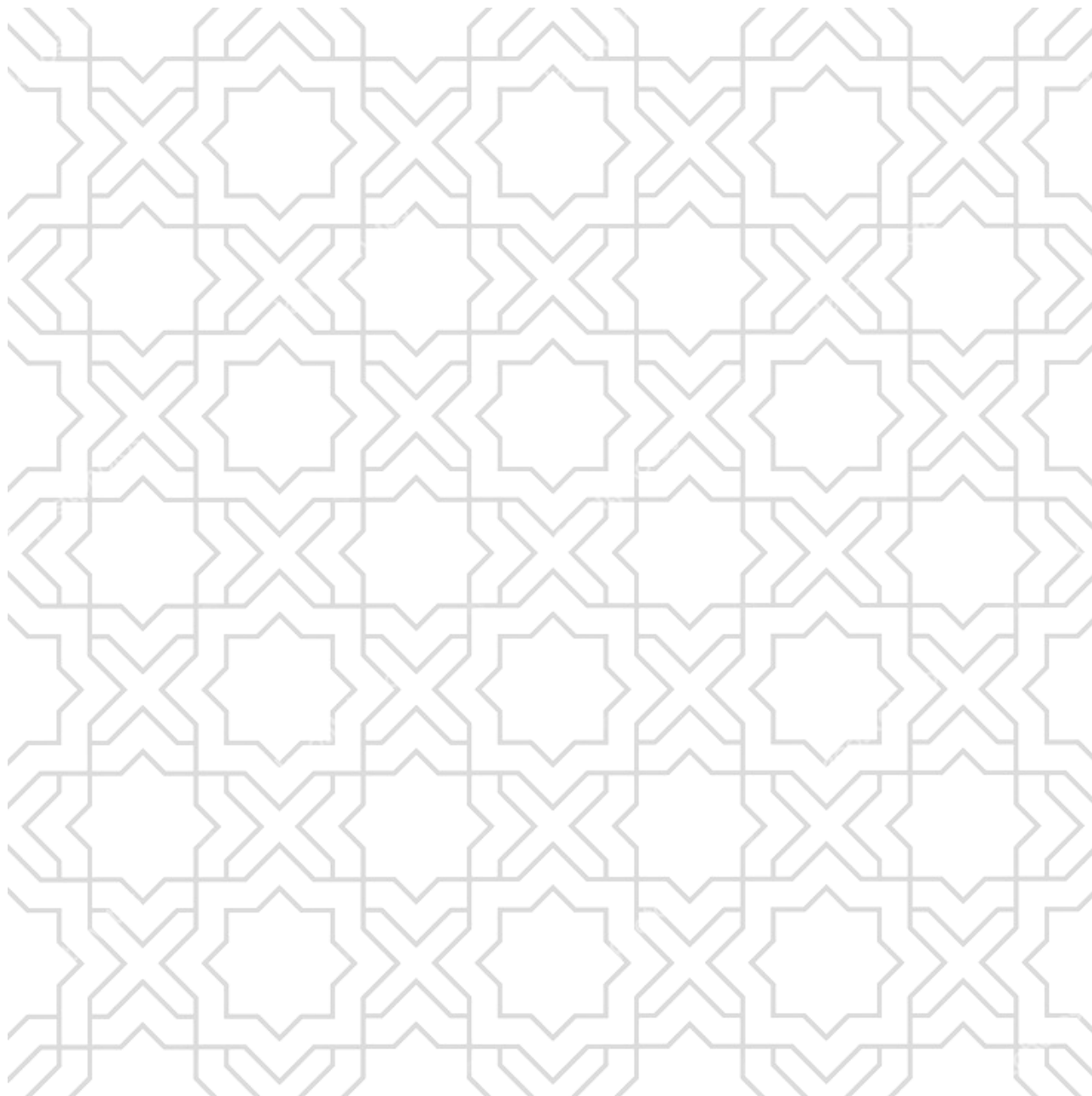
ABDURAHMONOV B

SANATORIUMS AND ARCHITECTURE 57

RAXMONOV A

**TOG'LI VA TOG' OLDI HUDUDLARDA AHOLI
TURAR JOYLARINI REJALASHTIRISHNING
BARQAROR ARXITEKTURA TAMOYILLARI VA
ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI**

67



Haqberdiyev Baxtiyor Rustamovich*Alfraganus universiteti Umumkasbiy
fanlar kafedrası mudiri (PhD) v.b.professor**b.haqberdiyev@afu.uz**bahtiyor.haqberdiyev@mail.ru**ORCID 0000-0002-2208-7827*

MUHANDISLIK GRAFIKASI FANLARINI SINERGETIK KOMPETENTLIK ASOSIDA INTEGRATSIYALASH

Annotatsiya: Ushbu maqolada bo'lajak mutaxassislarining muhandislik grafikasi fanlarini o'zlashtirishida sinergetik kompetentlikni shakllantirish va fanlararo integratsiyani ta'minlashning nazariy-metodik asoslari yoritilgan. Chizmachilik, geometriya, 3D modellashtirish va tasviriy san'at elementlarini o'zaro bog'liqlikda o'qitishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilingan. Sinergetik yondashuv vositasida talabalarning fazoviy tasavvurini, divergent fikrlashini hamda grafik kompetentligini oshirish modeli taklif etilgan.

Kalit so'zlar: muhandislik grafikasi, sinergetik kompetentlik, integratsiya, fazoviy tasavvur, raqamli modellashtirish, SketchUp, fanlararo bog'liqlik, pedagogik sinergetika.

Аннотация: В данной статье освещаются теоретико-методические основы формирования синергетической компетентности и обеспечения междисциплинарной интеграции при освоении предметов инженерной графики будущими специалистами. Проанализированы педагогические возможности обучения черчению, геометрии, 3D-моделированию и элементам изобразительного искусства во взаимосвязи. Предложена модель повышения пространственного воображения, дивергентного мышления и графической компетентности студентов на основе синергетического подхода.

Ключевые слова: инженерная графика, синергетическая компетентность, интеграция, пространственное воображение, цифровое моделирование, SketchUp, междисциплинарная связь, педагогическая синергетика.

Abstract: This article highlights the theoretical and methodological foundations of developing synergetic competence and ensuring interdisciplinary integration in mastering engineering graphics disciplines by future specialists. The pedagogical possibilities of teaching drawing, geometry, 3D modeling, and fine arts elements in interrelation are analyzed. A model for enhancing students' spatial imagination, divergent thinking, and graphical competence based on a synergetic approach is proposed.

Keywords: engineering graphics, synergetic competence, integration, spatial imagination, digital modeling, SketchUp, interdisciplinary connection, pedagogical synergetics.

Zamonaviy muhandislik va loyihalash ta'limida raqamli texnologiyalarning tezkor kirib kelishi chizmachilik va muhandislik grafikasi fanlarini o'qitish metodikasini tubdan qayta ko'rib chiqishni talab etmoqda. Bugungi kunda deyarli barcha muhandislik, arxitektura va dizayn kompaniyalari o'z ish jarayonlarida CAD Computer-Aided Design - Kompyuter yordamida loyihalash, CAE Computer-Aided Engineering - Kompyuter yordamida muhandislik va CAM Computer-Aided Manufacturing - Kompyuter yordamida ishlab chiqarish kabi dasturiy ta'minotlardan foydalanadi. Qo'lda chizish amaliyoti ishlab chiqarish va loyihalashning asosiy bosqichlaridan deyarli butunlay chiqib ketgan. Bitiruvchilar ishga kirishgach, darhol ushbu raqamli vositalarda ishlashga qodir bo'lishlari shart. Ta'lim tizimi bitiruvchilarni real ish sharoitlariga tayyorlashi, ularga raqobatbardosh ko'nikmalarni berishi kerak. An'anaviy metodlar bilan cheklanish, talabalarni zamonaviy mehnat bozoriga tayyorlamaydi.

Muhandislik grafikasi fanlarini sinergetik kompetentlikda integratsiyalashtirishda raqamli vositalar loyihalash jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi. Loyihalarni o'zgartirish, tahrirlash, nusxalash va turli variantlarni yaratish qo'lda chizishga nisbatan ancha oson va tezdir. Sababi raqamli vositalar inson omili tufayli yuzaga keladigan xatlarni minimallashtiradi va loyihaning yuqori aniqligini ta'minlaydi. Bu esa

loyihaning amalga oshirilishida va ishlab chiqarishda katta iqtisodiy samaradorlikka erishishga yordam beradi. An'anaviy grafik ta'limda bilimlar tarqoq holda berilib, geometriya, chizmachilik, loyihalash va badiiy-kompozitsion asoslar o'rtasidagi uzviylik yetarlicha ta'minlanmaydi.

An'anaviy grafik ta'limda, asosan, 2D ko'rinishlar ortografik proyeksiyalar bilan cheklangan. Raqamli texnologiyalar esa 3D modelashtirish, animatsiya, fazoviy reallik va kengaytirilgan reallik orqali loyihani har tomonlama, realistik tarzda ko'rish imkonini beradi. Sababi bu imkoniyatlar loyiha g'oyasini mijozlarga, hamkasblarga va ishlab chiqaruvchilarga yanada tushunarli va jozibali tarzda yetkazishga yordam beradi. Dizayn xatolarini erta bosqichlarda aniqlash va bartaraf etishga imkon beradi, bu esa vaqt va resurslarni tejaydi.

Sinergetika bu murakkab, o'z-o'z me'yorlashtiruvchi va ochiq tizimlarning o'z-o'zini tashkil etish qonuniyatlarini o'rganuvchi fan sifatida pedagogikaga integratsiyalashganda, talabaning bilimlarni mustaqil sintez qilish ko'nikmasini shakllantiradi. Muhandislik grafikasi fanlarini sinergetik kompetentlik asosida integratsiyalash o'quv jarayonini chiziqli bir yo'nalishli yondashuvdan ko'p o'lchamli va ijodiy tizimga o'tkazish imkonini beradi (1-jadval).

1-jadval

	Model bloklari	Boshqaruv va mazmuniy unsurlar	Pedagogik hamda sinergetik tavsifi
1.	Maqsad va maqsadli blok	Bosh maqsad	Talabalarda muhandislik-grafik masalalarni kompleks va variativ yechishga qaratilgan sinergetik kompetentlikni rivojlantirish.
		Kutilayotgan natijalar	Fazoviy-mantiqiy va tasviriylik fikrlashining uyg'unlashishi; An'anaviy va raqamli (3D) vositalarni erkin va sintez qilib qo'llash; Nostandart va murakkab muhandislik-dizayn muammolariga kreativ yechim topish.
2.	Metodologik va nazariy blok	Asoiy yondashuvlar	Sinergetik yondashuv (o'z-o'zini tashkillashtirish, ko'p variantlilik), Integrativ yondashuv (fanlararo bog'liqlik), Kompetentlik va Loyihaviy yondashuvlar.
		Ta'lim tamoyillari	Tizimlilik, ochiqlik, bifurkatsiya (ko'p usulli yechim tanlovi), nostatsionarlik, an'anaviy va zamonaviy vositalar uzviyligi.
3.	Mazmuniy-integrativ blok (Fanlararo sintez)	Chizmachil geometriya va Chizmachilik	Proektsiyalash nazariyasi, kesim va qirqimlar, standartlar, aniq mantiqiy-geometrik shakllantirish.
		Raqamli modellashtirish (SketchUp, SAPR)	Fazoviy parametriklik, 3D vizualizatsiya, obyektlarni real vaqt rejimida tahlil qilish va shakllantirish.
3.	Mazmuniy-integrativ blok (davomi)	Tasviriy san'at va Kompozitsiya	Proportsiya, simmetriya/asimmetriya, ritm, yorug'-soya, rang va estetik muvozanat qonuniyatlari.
		Arxitektura va Konstruksiyalash	Tektonika, ergonomika, konstruktiv mustahkamlik va funksional loyihalash.

4.	Processual- metodik blok (Bosqichlar)	1-bosqich: Analitik- eskizli	Masalani tahlil qilish va qog'ozda g'oya hamda loyihaning qo'lda chizilgan dastlabki eskizlarini shakllantirish.
		2-bosqich: Sinergetik- raqamli (3D)	Eskizni SketchUp kabi 3D dasturlarga ko'chirish, hajmli modelni yaratish, tekstura hamda yoritishni sozlash.
		3-bosqich: Konstruktiv-yakuniy	3D modeldan avtomatik 2D ishchi chizmalarni va kesimlarni ajratib olish hamda standartlarga moslash.
5.	Baholash va diagnostika bloki	Kompetentlik mezonlari	Kognitiv: Geometrik va tasviriy bilimlarni chuqur egallaganlik. Amaliy-amaliyot: Raqamli va an'anaviy grafika vositalarini sintez qila olish. Kreativ: Nostandart shakllarni yaratish va bifurkatsion (muqobil) yechimlar taklif etish.
		Diagnostika vositalari	Integratsiyalashgan grafik loyihalar taqdimoti, portfoliolar, muammoli-ijodiy topshiriqlar va 3D modellarning to'g'riligi.

Muhandislik grafikasi fanlarini o'qitishda sinergetik kompetentlikni shakllantirish ta'limga juda katta va kompleks qiymat beradi. Bu shunchaki bir nechta ko'nikmalarni egallashdan ko'ra ko'proq narsani anglatadi; bu turli bilimlarni, ko'nikmalarni va yondashuvlarni bir butun qilib, ularning umumiy samaradorligini oshirishni nazarda tutadi. Talabalar nafaqat qo'lda chizish qoidalarini yoki CAD dasturlarining funksiyalarini alohida-alohida o'rganadilar, balki ularning bir-birini qanday to'ldirishini, qachon va qaysi

usuldan foydalanish samaraliroq ekanligini tushunadilar. Bu ularga muhandislik grafikasi tushunchasini butun bir tizim sifatida idrok etishga yordam beradi. Buning foydasi nazariy bilimlar amaliy ko'nikmalar bilan, an'anaviy usullar zamonaviy texnologiyalar bilan uyg'unlashadi, bu esa mavzuni yanada chuqur o'zlashtirishga olib keladi.

Sinergetik kompetentlikka ega talaba muhandislik muammosini tahlil qilishda faqat bir yondashuvga tayanmaydi. U muammoning mohiyatini tushunish uchun qo'lda

eskizlar chizishi, keyinroq uni CADda modellashtirishi, kerak bo'lsa, tahlil dasturlaridan foydalanishi va natijalarni turli formatlarda taqdim etishi mumkin. Bu ularga murakkab muhandislik vazifalarini turli burchaklardan ko'rib chiqish va eng optimal yechimni topishga imkon beradi. Turli vositalar va yondashuvlarni birlashtirish imkoniyati talabalarga cheklangan doirada fikrlashdan xalos bo'lib, yangi va noodatiy yechimlarni topishga undaydi. Ular dizayn jarayonida eksperimentlar o'tkazish, turli variantlarni sinab ko'rish va eng yaxshi natijaga erishish uchun turli usullarni sinergetik tarzda qo'llash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu ularni kelajakda innovatsion mahsulotlar va texnologiyalar yaratishga qodir mutaxassislar sifatida shakllantiradi.

Proyeksion chizmachilik fanini sinergetik kompetentlik asosida integratsiyalashdan asosiy maqsadi bu talabalarni nafaqat chizishning texnik jihatlarini o'rganishga, balki ushbu bilimlarni zamonaviy muhandislik va loyihalash jarayonlarida samarali qo'llay oladigan, keng qamrovli va moslashuvchan mutaxassislar qilib tayyorlashdir. Talabalar proyeksion chizmachilikning fundamental qonuniyatlarini (ortografik proyeksiyalar, aksometriya, kesimlar, qirqimlar va boshqalar) nafaqat yoddan bilishlari, balki ularning nima uchun kerakligini, real ob'ektlarni tasvirlashda qanday qo'llanilishini va ularning CAD dasturlarida qanday aks etishini chuqur tushunishlari kerak. Bu ularga 2D chizmadan 3D modelni tasavvur qilish va

aksincha, 3D modeldan 2D chizmalarni to'g'ri yaratish qobiliyatini beradi. proyeksion chizmachilik fanini sinergetik kompetentlik asosida integratsiyalashdan maqsad – talabalarni shunchaki chizuvchi emas, balki chuqur bilimga, keng ko'lamli amaliy ko'nikmalarga, moslashuvchanlikka va muammolarni kompleks hal qilish qobiliyatiga ega bo'lgan, zamonaviy muhandislik sohasining har qanday talabiga javob bera oladigan **yetuk muhandis-loyihachi** qilib tayyorlashdir. Bu ularning kelajakdagi kasbiy muvaffaqiyatining kaliti hisoblanadi.

Geometrik chizmachilik fanini sinergetik kompetentlik asosida integratsiyalash talabalarga juda ko'p muhim afzalliklar va ko'nikmalar beradi. Bu yondashuv ularni nafaqat chizishning texnik jihatlarini o'rganishga, balki bu bilimlarni real dunyo muammolarini hal qilishda samarali qo'llash qobiliyatiga ega bo'lgan, keng qamrovli va moslashuvchan mutaxassislar qilib tayyorlashga qaratilgan. Talabalar geometrik yasashlar va prinsiplarni real muhandislik yoki dizayn muammolarini hal qilishda qo'llashni o'rganadilar. Masalan, berilgan shartlar asosida optimal shakl topish, murakkab bog'lanishlarni loyihalash yoki konstruktiv xatolarni geometrik tahlil orqali aniqlash. Bu ularning tanqidiy fikrlash va ijodiy yechimlar topish qobiliyatini oshiradi. Fan faqat nazariy geometrik qoidalarni o'rgatish bilan cheklanmay, ularni amaliy loyihalash va ishlab chiqarish jarayonlari bilan bog'laydi. Talabalar chizilgan geometrik shakllarning qanday qilib

real ob'ektlarga aylanishini, materiallarning xususiyatlari va ishlab chiqarish texnologiyalarining geometriyaga qanday ta'sir qilishini tushunadilar. Geometrik chizmachilikni matematika, fizika, materialshunoslik, mashinasozlik, arxitektura va dizayn kabi boshqa fanlar bilan integratsiyalash orqali talabalar bilimlarning o'zaro bog'liqligini tushunadilar. Bu ularga murakkab loyihalarga kompleks yondashish imkonini beradi.

Mashinasozlik chizmachiligi fanini sinergetik kompetentlik asosida integratsiyalash talabalarga juda katta afzalliklar beradi, chunki bu yondashuv ularni nafaqat chizishning texnik qoidalarini biladigan mutaxassis, balki butun ishlab chiqarish jarayonini tushunadigan, muammolarni kompleks hal qila oladigan va innovatsion yechimlar topa oladigan muhandis qilib shakllantiradi. Talabalar detalni chizishda nafaqat uning geometrik shaklini, balki uning qanday materialdan yasalishi, qanday texnologiya bilan ishlov berilishi, qanday yuklamalarga bardosh berishi, boshqa detallar bilan qanday o'zaro ta'sirda bo'lishi va qanday yig'ilishi kabi omillarni ham hisobga olishni o'rganadilar. Bu ularda chuqur va tizimli muhandislik fikrlashini rivojlantiradi. Fan faqat nazariy bilimlarni emas, balki ularni real loyihalash va ishlab chiqarish vazifalarida qo'llashni o'rgatadi. Talabalar chizmadagi har bir element (o'lcham, qo'yilgan o'lcham, yuzaning g'adir-budurligi) ishlab chiqarish xarajatlari, detalning funksional xususiyatlari va yig'ish jarayoniga

qanday ta'sir qilishini tushunib yetadilar. Bu ularga optimal va samarali yechimlar topishga yordam beradi. Sinergetik yondashuv talabalarga nafaqat chizmalarni o'qish va yaratishni, balki ulardagi ma'lumotlar asosida texnik, iqtisodiy va funksional jihatdan asosli qarorlar qabul qilishni o'rgatadi. Masalan, qanday qo'yilgan o'lchamlar optimal ekanligini, qaysi materialdan foydalanish eng maqsadga muvofiqligini aniqlash. Yuqorida sanab o'tilgan barcha kompetensiyalar talabalarni zamonaviy sanoatning talablariga javob bera oladigan, keng qamrovli bilim va ko'nikmalarga ega, tez o'zgaruvchan texnologik muhitga moslasha oladigan yuqori malakali mutaxassislar qilib tayyorlaydi. Bu ularning ishga joylashish imkoniyatlarini oshiradi va kasbiy faoliyatida muvaffaqiyatga erishishlariga yordam beradi.

Topografik chizmachilik fanini sinergetik kompetentlik asosida integratsiyalash talabalarga nafaqat xarita chizishning texnik qoidalarini o'rgatadi, balki ularni Yer yuzasi haqidagi ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash, tahlil qilish va ulardan amaliy maqsadlarda foydalanish bo'yicha keng qamrovli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lgan mutaxassislar qilib tayyorlaydi. Talabalar topografik chizmani shunchaki tasvir emas, balki Yer yuzasi haqidagi ma'lumotlarning yig'indisi sifatida qabul qilishni o'rganadilar. Ular relyefning shakllanishi, suv havzalarining oqimi, o'simlik qoplamining taqsimlanishi kabi tabiiy jarayonlar bilan birga, inson faoliyati (qurilish, yo'llar) ta'sirini ham

tushunishadi. Bu ularda hududga nisbatan kompleks va tizimli yondashuvni shakllantiradi. Sinergetik yondashuv talabalarni nafaqat an'anaviy chizish usullari, balki GPS, GLONASS kabi sun'iy yo'ldosh navigatsiya tizimlari, dronlar, LIDAR (lazerli skanerlash), aerofotosuratlar, GIS dasturlari (ArcGIS, QGIS) va CAD dasturlari (AutoCAD Civil 3D) kabi zamonaviy texnologiyalardan foydalanishga o'rgatadi. Bu ularni raqamli asrning talablariga javob beradigan mutaxassislar qilib tayyorlaydi. Yuqorida sanab o'tilgan sinergetik kompetensiyalar talabalarni geodeziya, kartografiya, qurilish, yer kadastr, shaharsozlik, ekologiya, qishloq xo'jaligi va mudofaa kabi ko'plab sohalarda talab yuqori bo'lgan, keng qamrovli bilim va ko'nikmalarga ega mutaxassislar qilib tayyorlaydi. Bu ularning ishga joylashish imkoniyatlarini sezilarli darajada oshiradi.

Arxitekturaviy chizmachilik fanini sinergetik kompetentlik asosida integratsiyalash shunchaki bino chizish

texnikasini o'rgatishdan ko'ra, ancha kengroq va chuqurroq yondashuvni anglatadi. Bu yondashuv arxitektura sohasida faoliyat yurituvchi mutaxassislarni nafaqat chizishga, balki loyihalashning barcha bosqichlarida kompleks fikrlashga, turli fanlararo bilimlarni birlashtirishga va zamonaviy texnologiyalardan samarali foydalanishga o'rgatishda fundamental ahamiyatga ega. Arxitekturaviy chizma endi faqat estetik tasvir emas, balki bino haqidagi barcha ma'lumotlarni (konstruktiv, muhandislik, ekologik, iqtisodiy) o'zida mujassam etgan yagona hujjatga aylanadi. Sinergetik yondashuv talabalarga loyihani bir butunlikda ko'rish, uning har bir elementi boshqalar bilan qanday bog'liqligini tushunish imkonini beradi. Masalan, devor chizmasi nafaqat uning shaklini, balki uning yuk ko'tarish qobiliyatini, issiqlik izolyatsiyasini, elektr simlari va quvurlarning joylashuvini ham o'z ichiga oladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Haqberdiyev, B. R., Ismag'lova, M. S. Q., & Imomnazarova, D. F. Q. (2025). Raqamli texnologiyalarda arxitektura va dizayn. *Academic research in educational sciences*, (Conference 1), 65-66. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.arims.85786>
2. Rustamovich, H. B. (2025). *Texnik va san'at fanlarini integrativ o'qitishda sinergetik kompetentlikni takomillashtirish*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15233683>
3. Xujaev, M. (2020). Mahmudkhuja Behbudiy as a leader of jadid reforms. *The Light of Islam*, 3, 39-47.
4. Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical and thermal properties via FDM and bioprinting. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 1-25.

5. Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusuf, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. *Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI*, 214(3/4), 84.
6. Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. *European Journal of Innovation in Nonformal Education*, 2(6), 134-136.
7. Xujayev, M. I. (2018). THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK. *Мировая наука*, (6 (15)), 61-63.
8. Хужаев, М. И. (2018). АХМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ. In *Инновационные подходы в современной науке* (pp. 177-182).
9. Khujaev, M. (2024). AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY. *Экономика и социум*, (1 (116)), 235-239.
10. Mosavi A. Jiyenbayeva N., Dilshodbekov S., Madinakhon I., Dada-bayeva D., Bakhtiyor K., Aidarova L. Computer graphics education research review and bibliometric analysis. *EURASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL AND COMPUTER APPLICATIONS*. Volume 14, Issue 2 (2026). <https://ejmca.enu.kz/assets/files/14-2-5.pdf>
11. Haqberdiyev, B. R. (2021). Teaching methods in integrating topographic drawing and landscape design. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 11 (103), 454-457.
12. Haqberdiyev B.R. "ART&ENGINEERING" fanini interyer dizaynda tutgan o'rnini. ALFRAGANUS xalqaro ilmiy jurnal № 2 (17). 2026 83-90 file:///C:/Users/user/Downloads/10_Haqberdiyev_Art_Engineering_Interyer_Dizayn.pdf

Kurbanova Shoxsanam Boxodirjon qizi*Alfraganus universiteti, Umumkasbiy**fanlar kafedrası katta o'qituvchisi**shoxsanamkurbonova1994@gmail.com**ORCID 0009-0003-4688-7540*

TASVIRIY SAN'AT FANLARI MAZMUNINI INTERGATIV O'QITISHDA ZAMONAVIY YUTUQLARIGA MUOFIQ RIVOJLATIRISH

Annotatsiya: Ushbu maqolada tasviriy san'at fanlari mazmunini integrativ yondashuv asosida hamda zamonaviy fan va texnika yutuqlariga mos ravishda rivojlantirish masalalari yoritilgan. Tasviriy san'atni boshqa turdosh fanlar va raqamli texnologiyalar bilan o'zaro bog'lab o'qitishning pedagogik va metodik imkoniyatlari tahlil qilingan. Integrativ ta'lim o'quvchilarning fazoviy tasavvurini, ijodiy fikrlashini hamda amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishdagi samaradorligi ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: tasviriy san'at, integrativ o'qitish, zamonaviy yutuqlar, interfaol usullar, ijodiy fikrlash, raqamli texnologiyalar, pedagogik yondashuv.

Аннотация: В данной статье освещаются вопросы развития содержания предметов изобразительного искусства на основе интегративного подхода и в соответствии с современными достижениями науки и техники. Проанализированы педагогические и методические возможности преподавания изобразительного искусства во взаимосвязи с другими смежными дисциплинами и цифровыми технологиями. Показана эффективность интегративного обучения в развитии пространственного воображения, творческого мышления и практических навыков учащихся.

Ключевые слова: изобразительное искусство, интегративное обучение, современные достижения, интерактивные методы, творческое мышление, цифровые технологии, педагогический подход.

Abstract: This article highlights the development of the content of fine arts disciplines based on an integrative approach and in accordance with modern scientific and technological achievements. The pedagogical and methodological possibilities of teaching fine arts in interrelation with related disciplines and digital technologies are analyzed. The effectiveness of integrative learning in developing students' spatial imagination, creative thinking, and practical skills is demonstrated.

Keywords: fine arts, integrative teaching, modern achievements, interactive methods, creative thinking, digital technologies, pedagogical approach.

Zamonaviy ta'lim tizimining ustuvor vazifalaridan biri yosh avlodda mantiqiy, ijodiy va fazoviy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirish hamda

ularni fan-texnika va san'atning so'nggi yutuqlari bilan uyg'un holda tarbiyalashdan iboratdir. Fotografiya ixtiro qilinmaguncha, insonlar, voqealar, joylar,

ilmiy kashfiyotlar va boshqa har qanday narsani fazoviy tarzda qayd etishning yagona yo'li rasm chizish edi. Rassomlar portretlar yaratgan, tarixiy voqealarni tasvirlagan, xaritalar chizgan, botanik va anatomik illyustratsiyalar tayyorlagan. Bu san'atning asosiy funksiyalaridan biri edi. Savodxonlik darajasi past bo'lgan davrlarda tasviriy san'at diniy, siyosiy va ijtimoiy g'oyalarni keng omma tushunadigan tilda yetkazishning muhim vositasi bo'lgan.

O'rta asrlardan to Uyg'onish davrigacha, san'at asosan hunarmandchilik sifatida o'rganilgan. Shogirdlar ustalardan rasm chizish, bo'yash, haykaltaroshlik kabi amaliy ko'nikmalarni o'zlashtirishgan. Bu jarayonda texnik mahorat, materiallarni bilish va tasvirlash qobiliyati birinchi o'rinda turgan. Dastlabki san'at akademiyalari ham (masalan, Fransiya Qirollik Rassomlik va Haykaltaroshlik Akademiyasi) klassik san'at qoidalariga, anatomiya, perspektiva va kompozitsiya kabi fundamental chizish ko'nikmalariga katta e'tibor bergan. Bu ko'nikmalar san'atning probitasi (Ingres aytganidek) hisoblangan. San'atning falsafiy, sotsiologik yoki psixologik jihatdan chuqur tahlil qilinishi, uning estetik qiymati va ma'nosi haqidagi munozaralar nisbatan keyingi davrlarga to'g'ri keladi. "San'at san'at uchun" degan g'oya yoki san'atning shunchaki go'zallikdan tashqari boshqa ma'nolarga ega ekanligi haqidagi tushunchalar Modernizm davrida keng tarqaldi. Ungacha, san'atning asosiy vazifasi ob'ektiv dunyoni

imkon qadar aniq aks ettirish deb hisoblangan.

Ko'p yillar davomida san'at ta'limi asosan texnik ko'nikmalarni o'rgatishga qaratilgan edi. San'at tarixi, san'atshunoslik, estetika kabi fanlar alohida akademik fanlar sifatida nisbatan keyinroq shakllandi va san'at maktablarining o'quv dasturlariga to'liq integratsiya qilinmadi. San'atning ijtimoiy funksiyasi asosan diniy ibodat joylarini bezash, hukmdorlarni ulug'lash, boylarning uyini bezatish yoki shunchaki buyurtma asosida ishlar yaratishdan iborat bo'lgan. Bu vazifalarni bajarish uchun rassomlardan birinchi navbatda tasvirlash mahorati talab qilingan.

Tasviriy san'atning uzoq vaqt davomida asosan amaliy ko'nikmalarni shakllantiruvchi vosita sifatida qaralishi, uning tarixiy zarurati, hunarmandchilik an'analari, akademik ta'limning dastlabki yo'nalishi va falsafiy tushunchalarning evolyutsiyasi bilan bog'liq. Faqatgina XX asrga kelib, fotografiyaning paydo bo'lishi, modernizmning rivojlanishi va san'at nazariyasining chuqurlashishi bilan tasviriy san'atning nafaqat amaliy mahorat, balki chuqur intellektual, falsafiy va ijtimoiy mazmunga ega bo'lgan fan sifatida tushunilishi kengaydi. Tasviriy san'at fani uzoq yillar davomida faqat amaliy rasm chizish yoki tasvirlash ko'nikmalarini shakllantiruvchi vosita sifatida qaralib kelgan bo'lsa, bugungi raqamli jamiyatda ushbu fanning o'qitish metodikasi va mazmunini tubdan isloh qilish talab etilmoqda.

Tasviriy san'at fanlarini boshqa sohalar — xususan, muhandislik grafikasi, me'morchilik, dizayn, axborot texnologiyalari va geometriya bilan integratsiyalashgan holda o'qitish o'quvchilarning dunyoqarashini kengaytiradi. Raqamli texnologiyalar, 3D modellash va kompyuter grafikasi rivojlangan davrda tasviriy san'at ta'limini an'anaviy qoliplar bilan cheklab bo'lmaydi. Shu sababli, fan mazmunini integratsiyalash va zamonaviy ilmiy-texnik yutuqlar bilan boyitish davr talabiga aylanmoqda.

San'at ijodiy, nostandart fikrlashni, hissiy idrokni va go'zallikni yaratishni o'rgatsa, texnik fanlar (muhandislik grafikasi, geometriya) tizimli, mantiqiy yondashuvni, aniqlikni va muammolarni ratsional hal qilishni talab qiladi. Bu ikki yondashuvning birlashuvi talabalarga har qanday muammoni har tomonlama (ham estetik, ham funksional) ko'rib chiqish va samarali, innovatsion yechimlar topish imkonini beradi.

Bugungi axborotlashgan va tez suratlarda yangilanayotgan dunyoda ma'lumotni tasvirlar orqali tushunish, tahlil qilish va samarali yetkazish juda muhim. Tasviriy san'at talabalarga fazoviy tilni, kompozitsiya, rang nazariyasi, shakl va binoni tushunishni o'rgatadi. Bu ko'nikmalar dizayn interyer, grafik, veb, mahsulot, me'morchilik va axborot texnologiyalari dizayn, ma'lumotlarni vizuallashtirish sohalarida g'oyalarni aniq va jozibali tarzda ifodalash uchun zarurdir. Muhandislik, me'morchilik va dizayn kabi sohalarda

nafaqat funksionallik va samaradorlik, balki estetik go'zallik, foydalanuvchi qulayligi va hissiy tajriba ham muhim ahamiyatga ega. San'atning integratsiyasi texnik mutaxassislarga o'z ishlariga badiiy did, uyg'unlik, joziba va insonparvarlik tamoyillarini qo'shishga yordam beradi. Natijada nafaqat funksional, balki fazoviy jihatdan ham jozibali mahsulotlar, binolar va interfeyslar yaratiladi.

Tasviriy san'at fanlari mazmunini fanlararo integratsiya hamda zamonaviy pedagogik va raqamli texnologiyalar yutuqlari asosida takomillashtirishning nazariy-metodik omillarini ishlab chiqish hamda uning samaradorligini asoslab berish. Tasviriy san'atni boshqa fanlar bilan bog'lash talabalarning dunyoqarashini kengaytiradi va ularga san'atni kengroq kontekstda tushunishga yordam beradi. Talabalar muayyan san'at loyihasini (masalan, jamoat installyatsiyasi, tematik ko'rgazma, kitob illyustratsiyasi) boshidan oxirigacha mustaqil yoki guruh bo'lib bajaradi. Bu ularning amaliy ko'nikmalarini, muammolarni hal qilish qobiliyatini va jamoada ishlash malakasini rivojlantiradi. San'at orqali ijtimoiy, ekologik yoki madaniy muammolarni o'rganish va ularga vizual yechimlar taklif qilish. Bu tanqidiy fikrlash va ijtimoiy mas'uliyatni shakllantiradi.

Ko'pgina yirik kashfiyotlar va innovatsiyalar turli sohalarning kesishgan nuqtasida paydo bo'ladi. San'at va texnologiyaning integratsiyasi talabalarni an'anaviy chegaralardan

tashqariga chiqib, yangi, kreativ yechimlar yaratishga undaydi. Misol uchun, raqamli san'at, interaktiv installyatsiyalar, virtual reallik VR va kengaytirilgan reallik AR loyihalari san'at, IT va dizaynning uyg'unlashuvi natijasidir. Zamonaviy mehnat bozori faqat tor mutaxassislikni emas, balki keng dunyoqarashga ega, turli ko'nikmalarni egallagan va moslashuvchan mutaxassislarni talab qiladi. Integratsiyalashgan ta'lim bitiruvchilarni dizayner, arxitektor, o'yin ishlab chiquvchi, veb-dizayner, mahsulot dizayneri, 3D rassom kabi keng doiradagi kasblarga tayyorlaydi. Bu ularning ishga joylashish imkoniyatlarini oshiradi va kelajakdagi kasbiy o'sishi uchun mustahkam zamin yaratadi. Tasviriy san'at talabalarga fazoviy tasavvurni, aniqlikni, proportsiya va masshtabni tushunishni o'rgatadi. Bu esa muhandislik chizmalarini o'qish va yaratish uchun asos bo'ladi. Chizma geometriya esa shakllar, tuzilmalar va kompozitsiyaning matematik asoslarini beradi.

San'at me'morlarga estetik didni, makonni his qilishni, ranglar va materiallar uyg'unligini tushunishni o'rgatadi. Me'morchilik esa san'atga funksional va amaliy yondashuvni, inson ehtiyojlarini hisobga olishni qo'shadi. Tasviriy san'at dizaynerlarga kompozitsiya, rang nazariyasi, vizual ierarxiya kabi fundamental prinsiplarni beradi. Dizayn esa bu prinsiplarni muayyan muammoni hal qilish, foydalanuvchi tajribasini yaxshilash va maqsadli auditoriyaga yetkazish uchun qo'llashni

o'rgatadi. Raqamli san'at, veb-dizayn, UI/UX dizayn, 3D modellash, animatsiya kabi sohalar tasviriy san'at ko'nikmalarini IT vositalari bilan birlashtiradi. Bu talabalarga raqamli muhitda ijod qilish va zamonaviy texnologiyalardan samarali foydalanish imkonini beradi.

Tasviriy san'atni integrativ o'qitishning nazariy-metodologik asoslarini tahlil qilish ta'limga juda ko'p qimmatli narsalarni beradi. Bu shunchaki yaxshiroq o'qitish degani emas, balki ta'lim jarayonini tubdan takomillashtirishga xizmat qiladigan chuqur tushunchalar va amaliy yechimlarni taqdim etadi. Talabalarga san'atni boshqa fanlar (muhandislik grafikasi, dizayn, texnologiya, ekologiya, boshlang'ich ta'lim, maktabgacha ta'lim, tarix, matematika, fizika, adabiyot, IT) bilan o'zaro bog'liqlikda tushunish imkonini beradi. Bu esa ularga mavzularni yuzaki emas, balki chuqur, kompleks va kontekstual tarzda o'zlashtirishga yordam beradi. Ular san'atning jamiyat, fan va texnologiya bilan qanday bog'liqligini anglaydilar. Nazariy-metodologik tahlil bu bog'liqliklarni qanday qilib eng samarali tarzda ochib berish, qaysi fanlararo aloqalar eng ma'noli ekanligini aniqlashga yordam beradi.

Tanqidiy fikrlash, kreativlik, muammolarni hal qilish, hamkorlik va kommunikatsiya kabi zamonaviy ko'nikmalarni rivojlantirish uchun mustahkam asos yaratadi. Integrativ yondashuv talabalardan turli sohalaridagi bilimlarni birlashtirib, real hayotiy

muammolarga ijodiy yechim topishni talab qiladi. O'quv jarayonini yanada qiziqarli va mazmunli qiladi.

Xulosa shuki yuqoridagi tahlillar shuni ko'rsatadiki, tasviriy san'at fanlari mazmunini integrativ o'qitishda zamonaviy yutuqlarga muvofiq rivojlantirish bugungi ta'lim tizimining eng dolzarb va strategik yo'nalishlaridan biridir. An'anaviy yondashuvlar endilikda 21-asr talablariga to'liq javob bera olmayotgan bir sharoitda, san'atni texnologiya, muhandislik, dizayn, me'morchilik va boshqa fanlar bilan

uyg'unlashtirish orqali o'quvchilarning kompleks fikrlash qobiliyatini, ijodiy salohiyatini va tanqidiy ko'nikmalarini shakllantirish mumkin.

Integrativ ta'lim nafaqat talabalarda chuqur fazoviy savodxonlikni va estetik didni rivojlantiradi, balki ularni kelajakning fanlararo kasblariga tayyorlaydi. Bu yondashuv o'quv jarayonini yanada qiziqarli, mazmunli va amaliy ahamiyatga ega qiladi, o'quvchilarning motivatsiyasini oshiradi va ularni real hayotiy muammolarga innovatsion yechimlar topishga undaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Kurbanova, Shohsanam. "Methodology for the Integrative Development OF Students' Educational AND Creative Activities in Teaching Fine ARTS." Maktabgacha va Maktab Ta'limi Jurnal, 2 Dec. 2025, doi:[10.5281/zenodo.18005651](https://doi.org/10.5281/zenodo.18005651).
2. Haqberdiyev, B. R. (2022). Integration of design and engineering graphic sciences to increase educational efficiency. Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities, 12(1), 162-164. DOI:10.5958/2249-7315.2022.00010.7 <https://aijsh.com/wp-content/uploads/2022/02/1.29-Bakhtiyor-Rustamovich-Haqberdiyev-ABS.pdf>
3. Haqberdiyev, B. R. (2021). Goals and objectives of pedagogical experimental work. International Engineering Journal For Research & Development, 6(3), 2-2. <file:///C:/Users/user/Downloads/Haqberdiyev.pdf>
4. Kurbonova Shohsanam Bahodirjon Qizi Rangtasvir va inson emotsiyalari: ranglarning hissiyot uyg'otish mexanizmlarini o'rganish // Строительство и образование. 2024. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rangtasvir-va-inson-emotsiyalari-ranglarning-hissiyot-uyg-otish-mexanizmlarini-o-rganish>
5. Haqberdiyev, B. (2025). O'quv faoliyati tamoyillarida integrativ va sinergetik yondashuvlar. Ижтимоий-гуманитар фанларнинг долзарб муаммолари Актуальные проблемы социально-гуманитарных наук Actual Problems of Humanities and Social Sciences., 5(5), 459-463. <https://doi.org/10.47390/SPR1342V5I5Y2025N74>
6. Xujaev, M. (2020). Mahmudkhuja Behbudiy as a leader of jadid reforms. The Light of Islam, 3, 39-47.
7. Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical

and thermal properties via FDM and bioprinting. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 1-25.

8. Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusuf, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI, 214(3/4), 84.

9. Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. European Journal of Innovation in Nonformal Education, 2(6), 134-136.

10. Xujayev, M. I. (2018). THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK. Мировая наука, (6 (15)), 61-63.

11. Хужаев, М. И. (2018). АҲМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ. In Инновационные подходы в современной науке (pp. 177-182).

12. Khujaev, M. (2024). AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY. Экономика и социум, (1 (116)), 235-239.

13. Mosavi A. Jiyenbayeva N., Dilshodbekov S., Madinakhon I., Dada-bayeva D., Bakhtiyor K., Aidarova L. Computer graphics education research review and bibliometric analysis. EURASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL AND COMPUTER APPLICATIONS. Volume 14, Issue 2 (2026). <https://ejmca.enu.kz/assets/files/14-2-5.pdf>

Abdulkarimov M.M.*Alfraganus universiteti, Turizm fakulteti,**Umumkasbiy fanlar kafedrası**katta o'qituvchisi**e-mail: makhsudabdkarimov774@gmail.com**<https://orcid.org/0009-0001-4313-1559>*

GNSS VA RADIOLOKATSION INTERFEROMETRIYA (InSAR) USULLARINI INTEGRATSIYALASH ASOSIDA TUPROQLI TO'G'ONLAR DEFORMATSIYASINI KOMPLEKS MONITORING QILISH (TO'POLON TO'G'ONI MISOLIDA)

Annotatsiya. Gidrotexnika inshootlari deformatsiyasini kuzatishda qo'llanilayotgan sun'iy yo'ldosh navigatsiya tizimlari (GNSS) va radiolokatsion interferometriya (InSAR) usullarining har biri o'ziga xos fazoviy va vaqtiy cheklavlarga ega: GNSS uzluksiz, ammo nuqtaviy ma'lumot beradi; InSAR keng hududni retrospektiv qamrab oladi, biroq deformatsiyani faqat yo'ldoshning ko'rish chizig'i (LOS) bo'yicha bir o'lchamli proyeksiyada qayd etadi. Mazkur maqolada ikki usulni yagona metodologik doirada birlashtirishning uch bosqichli sxemasi — fazoviy moslashtirish, GNSS siljish vektorini ko'rish chizig'iga proyeksiyalash va qoldiq deformatsiyani baholash — asoslab berilgan hamda u To'polon tuproqli to'g'oni (Surxondaryo viloyati) misolida sinovdan o'tkazilgan. To'g'onda 2024-yildan buyon ishlab turgan o'nta stansiyali ko'p tizimli GNSS tarmog'i gorizontali bo'yicha ± 2 mm, vertikal bo'yicha ± 4 mm aniqlikni ta'minlaydi; Sentinel-1 ma'lumotlari asosida 2020–2024-yillar uchun bajarilgan PS-InSAR (6 233 nuqta) va SBAS (18 391 nuqta) tahlillari esa to'g'on va suv ombori hududini to'liq qamrab olgan. Ikkala texnologiya ham deformatsiyaning quyi b'ef tomon yo'nalganligini bir-biridan mustaqil ravishda tasdiqlaydi: GNSS bo'yicha gorizontali siljish azimuti $170\text{--}190^\circ$, InSAR bo'yicha esa maksimal cho'kish aynan quyi b'ef zonasida qayd etilgan. Shu bilan birga, ikki usul to'g'onning turli qismlarini qamrab olishi aniqlandi — GNSS asosan toj zonasini, InSAR esa bermalar va yuklanmagan qiyalikni. Bu holat ularning o'zaro almashinuvchi emas, balki o'zaro to'ldiruvchi ekanligini ko'rsatadi va kompleks monitoring tizimini shakllantirish zaruratini asoslaydi.

Kalit so'zlar: GNSS; InSAR; PS-InSAR; SBAS; integratsiyalashgan monitoring; deformatsiya; tuproqli to'g'on; ko'rish chizig'i; To'polon to'g'oni.

Kirish. To'g'onlar xavfsizligini nazorat qilish gidrotexnika qurilishi amaliyotining asosiy talablaridan biri

bo'lib, inshootning yoshi, balandligi va suv sig'imi ortishi bilan uning ahamiyati oshib boradi [1]. Klassik geodezik

usullar — triangulyatsiya, trilateratsiya, poligonometriya va aniq nivelirlash — millimetr darajasidagi aniqlikni ta'minlay olsa-da, ular davriy kuzatuv kampaniyalariga asoslangani sababli deformatsiya jarayonining uzluksiz dinamikasini to'liq aks ettira olmaydi [2].

So'nggi yigirma yil ichida bu cheklovni bartaraf etishga qaratilgan ikkita texnologiya keng tarqaldi. Birinchisi — sun'iy yo'ldosh navigatsiya tizimlari (GNSS): ko'p tizimli qabul qilgichlar uch o'lchamli koordinatalarni uzluksiz, avtomatlashtirilgan tarzda va millimetr aniqligida qayd etadi [3]. Ikkinchisi — radiolokatsion interferometriya (InSAR): bir hududning turli vaqtlarda olingan radiolokatsion tasvirlari orasidagi faza farqini tahlil qilish orqali sirtning millimetr darajasidagi siljishini masofadan, keng hudud bo'ylab va retrospektiv aniqlash imkonini beradi [4; 5].

Biroq amaliyotda bu ikki texnologiya ko'pincha bir-biridan mustaqil ravishda, alohida hisobotlar doirasida qo'llaniladi. Natijada ularning bir-birini to'ldiruvchi imkoniyatlaridan to'liq foydalanilmaydi. Aslida GNSS va InSAR fazoviy hamda vaqtiy o'lchov bo'yicha bir-biriga qarama-qarshi xususiyatlarga ega: GNSS vaqt bo'yicha zich, ammo fazo bo'yicha o'ta siyrak; InSAR esa aksincha — fazo bo'yicha zich, vaqt bo'yicha diskret. Bundan tashqari, GNSS siljishning uchta mustaqil tashkil etuvchisini beradi, InSAR esa ularning yagona proyeksiyasini o'lchaydi, ya'ni GNSS ma'lumotlari InSAR natijalarini tarkibiy qismlarga ajratishda mustaqil cheklov

(constraint) vazifasini bajarishi mumkin [4].

Mazkur maqolaning maqsadi ikki qismdan iborat. Birinchidan, GNSS va InSAR ma'lumotlarini yagona metodologik doirada solishtirish va integratsiyalashning bosqichma-bosqich sxemasini asoslash. Ikkinchidan, ushbu sxemani To'polon tuproqli to'g'oni misolida qo'llash, ikki usul natijalarining o'zaro muvofiqligini va ularning fazoviy qamrovidagi farqlarni baholash.

Materiallar va usullar. 2.1. Ikki usulning o'lchash geometriyasidagi tub farqi. GNSS monitoringida har bir kuzatuv nuqtasi uchun boshlang'ich (nol) siklda aniqlangan koordinatalar (X_0, Y_0, Z_0) tayanch sifatida qabul qilinadi va keyingi har bir siklning koordinatalari (X_t, Y_t, Z_t) ulardan avtomatik ravishda ayiriladi:

$$\Delta X = X_t - X_0; \Delta Y = Y_t - Y_0; \Delta Z = Z_t - Z_0 \quad (1)$$

bu yerda $\Delta Z < 0$ cho'kishni, $\Delta Z > 0$ esa ko'tarilishni bildiradi. Gorizont siljishning to'liq qiymati gorizont tashkil etuvchilarning Evklid normasi sifatida hisoblanadi:

$$d_{\text{hor}} = \Delta L = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)} \quad (2)$$

uning shimolga nisbatan azimuti esa kvadrantni to'g'ri aniqlashni kafolatlovchi ikki argumentli arktangens funksiyasi orqali topiladi:

$$\alpha = \text{atan2}(\Delta Y, \Delta X) \quad (3)$$

InSAR usulida esa ikkita radiolokatsion tasvir orasidagi kuzatilgan faza

farqi bir necha tashkil etuvchidan iborat bo'ladi [6]:

$$\varphi_{\text{obs}} = \varphi_{\text{topo}} + \varphi_{\text{def}} + \varphi_{\text{atm}} + \varphi_{\text{orb}} + \varphi_{\text{noise}} \quad (4)$$

bu yerda φ_{topo} — relyefga bog'liq topografik faza; φ_{def} — haqiqiy deformatsiya fazasi; φ_{atm} — troposfera va ionosferadagi kechikishdan yuzaga keladigan atmosfera fazasi; φ_{orb} — orbital xatolik; φ_{noise} — shovqin tashkil etuvchisi. Ajratib olingan φ_{def} faqat yo'ldoshning ko'rish chizig'i bo'ylab siljishni beradi va uning uch o'lchamli tashkil etuvchilar bilan bog'liqligi quyidagicha ifodalanadi [4]:

$$d_{\text{LOS}} = d_{\text{E}} \cdot \sin\theta \cdot \sin\alpha - d_{\text{N}} \cdot \sin\theta \cdot \cos\alpha + d_{\text{U}} \cdot \cos\theta \quad (5)$$

bu yerda d_{E} , d_{N} , d_{U} — mos ravishda sharqiy, shimoliy va vertikal tashkil etuvchilar; θ — radiolokatorning tushish burchagi; α — yo'ldosh orbitasi-ning azimuti.

(1)–(3) va (5) tenglamalarni qiyoslash integratsiyaning asosiy metodologik xulosasini beradi: GNSS uchta mustaqil o'lchov beradi, InSAR esa ularning bitta chiziqli kombi-natsiyasini o'lchaydi. Demak, ma'lumotlarni birlashtirish assimetrik xarakterga ega — GNSS natijalari (5) tenglama orqali InSAR o'lchoviga aynan keltirilishi mumkin, teskarisi esa qo'shimcha faraz yoki ikkinchi orbital yo'nalish bo'yicha tasvirlarsiz mumkin emas.

2.2. Fazoviy va vaqtiy o'lchamlarning qiyosiy tavsifi. Ikki texnologiya-ning monitoring nuqtai nazaridan asosiy xususiyatlari 1-jadvalda umumlashtirilgan. Jadval ko'rsatishicha, ular bir xil vazifani bajaruvchi muqobil vositalar emas, balki turli o'lchov o'qlari bo'ylab ishlovchi to'ldiruvchi vositalardir.

Mezon	GNSS	InSAR (PS-InSAR / SBAS)
O'lchov turi	Uch o'lchamli mutlaq koordinata	Ko'rish chizig'i bo'yicha bir o'lchamli proyeksiya
Fazoviy zichlik	Siyrak (o'nlab stansiya)	Zich (minglab nuqta)
Vaqtiy diskretlik	Uzluksiz, 24/7	Yo'ldosh qaytish davriga bog'liq
Retrospektivlik	Faqat o'rnatilgan paytdan boshlab	Arxiv tasvirlar hisobiga o'tmishga qaratilgan
Vertikal aniqlik	± 4 mm	$\approx 1-3$ mm (PS) / $\approx 5-10$ mm (SBAS)
Gorizontal aniqlik	± 2 mm	Orbita yo'nalishiga bog'liq, bilvosita
Asosiy cheklov	Nuqtalar soni va joylashuvi	Barqaror qaytaruvchi nuqtalar zichligi

Mezon	GNSS	InSAR (PS-InSAR / SBAS)
Qamrab oladigan zona	Toj va bermalardagi tanlangan nuqtalar	To'g'on, bermalar, qirg'oqlar, suv ombori atrofi

1-jadval. GNSS va InSAR texnologiyalarining monitoring imkoniyatlari bo'yicha qiyosiy tavsifi [2; 4; 7; 8].

2.3. Integratsiyalash sxemasi.

Ikki manba ma'lumotlarini birlashtirish uchun quyidagi uch bosqichli tartib taklif etiladi.

Birinchi bosqich — fazoviy moslashtirish. Har bir GNSS stansiyasi atrofida r radiusli bufer zona ajratiladi va shu zonaga tushgan barqaror qaytaruvchi (PS) yoki SBAS nuqtalarining deformatsiya qiymatlari tanlab olinadi. Buferning o'lchami inshoot elementining o'lchamidan kichik, ammo statistik ishonchli tanlanma hosil qiladigan darajada katta bo'lishi kerak.

Ikkinchi bosqich — geometrik keltirish. GNSS bo'yicha aniqlangan uch o'lchamli siljish vektori (5) tenglama yordamida yo'ldoshning ko'rish chizig'iga proyeksiyalanadi:

$$d_LOS^{GNSS} = \Delta Y \cdot \sin\theta \cdot \sin\alpha - \Delta X \cdot \sin\theta \cdot \cos\alpha + \Delta Z \cdot \cos\theta \quad (6)$$

bunda ΔX , ΔY , ΔZ (1) tenglamadan olinadi. Bu amal ikki manbani bir xil o'lchov o'qiga keltiradi va ularni bevosita solishtirish imkonini beradi.

Uchinchi bosqich — qoldiqni baholash. Bir xil o'qqa keltirilgan qiymatlar farqi hisoblanadi:

$$\Delta_res = d_LOS^{InSAR} - d_LOS^{GNSS} \quad (7)$$

Agar $|\Delta_res|$ ikki usulning birlashtirilgan o'rtacha kvadratik xatoligidan

oshmasa, natijalar o'zaro muvofiq deb qabul qilinadi; oshgan taqdirda esa farqning manbai (turli tayanch tizim, turli kuzatuv davri, PS nuqtalarining yetishmasligi yoki haqiqiy lokal deformatsiya) alohida tahlil qilinadi.

2.4. Tadqiqot ob'ekti va ma'lumotlar bazasi. Tadqiqot ob'ekti sifatida Surxondaryo viloyatidagi To'polon tuproqli to'g'oni tanlangan. To'g'onda ikkala texnologiya ham amalda joriy etilgan bo'lib, bu ularni bir xil inshoot uchun qiyoslash imkonini beradi.

GNSS qismi. Onlayn monitoring tizimini loyihalash 2019-yil avgust oyida "To'polon GES" AJ buyurtmasi asosida boshlangan; 2024-yil fevral oyida "Gidrotexmonitoring" MChJ mutaxassislari CHC Navigation kompaniyasi bilan hamkorlikda iStar rusumli doimiy GNSS qabul qilgichlarini o'rnatib, HCmonitor dasturiy platformasini sozlagan va tizimni to'liq ishga tushirgan [9; 10]. Jami o'nta stansiya joylashtirilgan: to'rttasi (GNSS-1–GNSS-4) to'g'on tojida (965 m belgi), uchitasi (GNSS-5–GNSS-7) 919 m bermada, ikkitasi (GNSS-8, GNSS-9) 875 m bermada va bitta baza stansiyasi (GNSS-10) deformatsiya zonasidan 500 m dan ortiq masofada, barqaror tog' jinsi asosida. Tizim statik rejimda gorizont bo'yicha ± 2 mm, vertikal bo'yicha ± 4

mm aniqlikni ta'minlaydi va GPS, GLONASS, BeiDou hamda Galileo tizimlaridan birgalikda foydalanadi.

InSAR qismi. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-maydagi PQ-158-sonli Qarori ijrosini ta'minlash doirasida To'polon suv ombori to'g'oni zilzilabardoshligini radiolokatsion kosmik suratlarni interferometrik qayta ishlash asosida baholash bo'yicha ilmiy-amaliy tadqiqot bajarilgan [11; 12]. 2020-yil yanvaridan 2024-yil iyuniga qadar olingan Sentinel-1 C-diapazon ($\lambda = 5,5$ sm) radiolokatsion ma'lumotlari PS-InSAR va SBAS usullarida qayta ishlangan. PS-InSAR tahlili suv ombori va to'g'on hududi bo'ylab 6 233 ta tayanch nuqtani, to'g'onning o'zi bo'yicha esa 250 ta nazorat nuqtasini qamrab olgan; SBAS tahlili 18 391 ta nuqtani, shundan 256 tasini to'g'onning o'zida qamragan. To'polon hududi uchun tushish burchagi θ odatda $31\text{--}47^\circ$ oralig'ida bo'lib [13], (5) tenglamaga ko'ra vertikal tashkil etuvchining ko'rish chizig'iga qo'shgan hissasi $\cos\theta \approx 0,66\text{--}0,86$ ni tashkil etadi.

Natijalar. 3.1. GNSS kuzatuvlari natijalari. To'g'on toji zonasidagi barcha stansiyalar bo'yicha (3) tenglama asosida hisoblangan gorizonta siljish azimuti $\alpha \approx 170\text{--}190^\circ$ ni tashkil etadi, ya'ni siljish quyi b'ef tomon yo'nalgan. Bir-biridan mustaqil stansiyalarda yo'nalishning bir xilligi deformatsiyaning asosiy harakatlantiruvchi omili suv omboridan keladigan gidrostatik bosim ekanligini ko'rsatadi. Eng katta qiymat to'g'on tojida

joylashgan GNSS-3 stansiyasida qayd etilgan: to'plangan gorizonta siljish 28 mm ga yetgan, bu Xalqaro yirik to'g'onlar komissiyasi (ICOLD) ushbu sinf inshootlari uchun tavsiya etadigan 30 mm chegaraviy qiymatdan atigi 2 mm past [1].

3.2. InSAR tahlili natijalari. PS-InSAR usuli bo'yicha suv ombori va to'g'on hududining to'liq tahlili (6 233 nuqta) quyi b'ef tomonida maksimal cho'kish $-214,74$ mm, suv omborining chap qirg'og'ida esa maksimal ko'tarilish $+54,54$ mm ekanligini aniqlagan; barcha nuqtalar bo'yicha o'rtacha yillik deformatsiya tezligi $-0,68$ mm/yil. To'g'onning o'zi bo'yicha bajarilgan tahlil (250 nuqta) quyi b'ef bermalarida 35 mm dan 210 mm gacha cho'kishni qayd etgan; kuzatuv davri mobaynida to'g'onning umumiy deformatsiyasi $-38,55$ mm ni, o'rtacha yillik cho'kish esa $-8,69$ mm/yil ni tashkil etgan [12].

SBAS usuli bo'yicha o'sha tarmoq (18 391 nuqta) tahlili quyi b'efda maksimal cho'kish $-113,91$ mm va o'ng qirg'oqda maksimal ko'tarilish $+41,38$ mm ni ko'rsatgan, o'rtacha yillik tezlik $-0,40$ mm/yil. Gorizonta bo'yicha maksimal sharqqa siljish $+137,31$ mm bo'lib, u aynan to'g'onning yuklanmagan quyi b'ef qiyaligiga to'g'ri keladi va o'rtacha yillik 30,94 mm/yil tezlikka mos keladi — bu qiymat alohida e'tibor talab qiladigan zona sifatida ajratilgan [12].

3.3. Ikki usul natijalarining qiyosiy tahlili. 2-jadvalda ikki texnologiya bilan olingan asosiy ko'rsatkichlar

solishtirilgan. Solishtirish ikki muhim natijani beradi.

Ko'rsatkich	GNSS (2024-y.dan)	InSAR (2020–2024-y.)	Talqin
Deformatsiya yo'nalishi	Azimut 170–190° (quyi b'ef)	Maksimal cho'kish quyi b'efda	Ikki usul mustaqil ravishda bir xil yo'nalishni tasdiqlaydi
Asosiy qamrov zonasi	To'g'on toji (965 m)	Bermalar, qiyalik, qirg'oqlar	Qamrov zonalarini bir-birini to'ldiradi
Eng katta gorizontall qiymat	28 mm (GNSS-3)	+137,31 mm (yuklanmagan qiyalik)	Turli zonalar, bevosita solishtirib bo'lmaydi
Vertikal tezlik	Uzluksiz qayd etiladi	–8,69 mm/yil (to'g'on, PSI)	InSAR uzoq davrli trendni beradi
Kuzatuv davri	Uzluksiz, real vaqt	Retrospektiv, arxivga asoslangan	Vaqt o'qi bo'yicha to'ldiruvchilik

2-jadval. To'polon to'g'onida GNSS va InSAR usullari bilan olingan natijalarning qiyosiy tahlili [9–12].

Birinchidan, deformatsiyaning yo'nalishi bo'yicha ikki usul bir-birini mustaqil ravishda tasdiqlaydi: GNSS azimuti quyi b'efni ko'rsatadi va InSAR maksimal cho'kish zonasi ham aynan shu tomonda joylashgan. Bu muvofiqlik natijalarning asboblar xatoligi emas, balki haqiqiy fizik jarayon ekanligini kuchaytiradi.

Ikkinchidan, ikki usul to'g'onning turli qismlarini qamrab olgan. GNSS stansiyalarining aksariyati toj va yuqori bermalarda joylashgan bo'lsa, InSAR bo'yicha eng katta faollik quyi b'efning yuklanmagan qiyaligida aniqlangan — ya'ni GNSS tarmog'i zich qamramagan hududda. Shu sababli 28 mm va 137,31 mm qiymatlarini bevosita

solishtirish metodologik jihatdan noto'g'ri bo'ladi: ular turli nuqtalarga, turli davrlarga va turli o'lchov geometriyasiga tegishli. Aynan shu holat (7) tenglamaga asoslangan qoldiq tahlilini o'tkazish uchun umumiy nuqtalar zarurligini ko'rsatadi.

Muhokama. Olingan natijalar integratsiyalashgan yondashuvning bir necha afzalligini ko'rsatadi. Avvalo, InSAR to'g'onning GNSS tarmog'i qamramagan zonalarida deformatsiya o'chog'ini aniqlashi mumkin: To'polon misolida yuklanmagan quyi b'ef qiyaligida qayd etilgan 30,94 mm/yil tezlik shunday o'choqdir. Ushbu natija GNSS tarmog'ini kengaytirish yoki qo'shimcha nazorat nuqtalarini aynan

shu zonaga joylashtirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Teskari yo'nalishda esa GNSS ma'lumotlari (6) tenglama orqali InSAR uchun mustaqil tayanch va nazorat vazifasini bajaradi: InSAR faqat bir o'lchamli proyeksiyani o'lchagani sababli, uning natijalarini vertikal va gorizontal tashkil etuvchilarga ajratish uchun tashqi cheklov talab etiladi va GNSS bunday cheklovni ta'minlaydi [4].

Xalqaro tajriba ham shunday kompleks yondashuvni qo'llab-quvvatlaydi. Gruziyadagi Enguri gum-bazzimon to'g'onida DAMAST loyihasi doirasida 2020-yildan buyon o'nta doimiy GNSS stansiyasi ishlatilib, toj siljishi 8 sm gacha qayd etilgan va suv ombori to'lish hamda bo'shatish davrlarida deformatsiya yo'lining farqlanishi — gisterezis effekti — aniqlangan [14]. Meksikadagi Sanalona to'g'onida suv sathi va siljish o'rtasidagi korrelyatsiya koeffitsienti $r = 0,97$ ni tashkil etgan [15]. Xitoydagi suv ombori to'g'onida ko'p tizimli GNSS ishlov berish faqat GPS asosidagi yechimga nisbatan aniqlikni 35 % ga oshirgani ko'rsatilgan [16]. InSAR yo'nalishida esa Xitoydagi to'g'on bo'yicha uzoq muddatli tahlil klassik geodezik o'lchovlar bilan $r \approx 0,93$ korrelyatsiyani bergan [17]. Bu natijalar To'polon bo'yicha olingan xulosalarning fizik jihatdan asoslanganligini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, integratsiyalashda bir qator cheklovlarni hisobga olish zarur. Birinchidan, ikki tizimning kuzatuv davrlari to'liq mos kelmaydi: InSAR tahlili 2020–2024-yillarni, GNSS

tarmog'i esa 2024-yildan keyingi davrni qamraydi. To'liq qiymatli qoldiq tahlili uchun ikkala tizimning kesishgan davri bo'yicha ma'lumotlar to'planishi kerak. Ikkinchidan, PS-InSAR barqaror qaytaruvchi nuqtalarga tayangani sababli o'simlik qoplamli va bo'shoq gruntli hududlarda samaradorligi pasayadi; ochiq bermalar va suv ombori qirg'oqlari uchun SBAS afzalroq [7]. Uchinchidan, PS-InSAR va SBAS natijalarini nuqtama-nuqta solishtirish metodologik jihatdan cheklangan, chunki ular turli algoritmlar va turli tayanch tarmoqlarga asoslanadi [8; 18]. To'rtinchidan, GNSS uchun troposfera tuzatmasining aniqligi to'g'on toji va quyi bermalar orasidagi sezilarli balandlik farqiga (≈ 90 m) sezgir bo'lib, mahalliy meteorologik ma'lumotlar bilan tekshirib borish tavsiya etiladi.

Umuman olganda, GNSS va InSAR o'rtasidagi tanlov masalasini qo'yish metodologik jihatdan noto'g'ri: ular bir-birini almashtirmaydi. Shuningdek, ikkalasi ham klassik geodezik usullarni — triangulyatsiya, trilateratsiya va aniq nivelirlashni — o'rnini bosmaydi, balki ular bilan birgalikda ko'p bosqichli monitoring tizimini tashkil etadi [2; 3].

Xulosa. Maqolada GNSS va InSAR ma'lumotlarini yagona metodologik doirada integratsiyalashning uch bosqichli sxemasi — fazoviy moslashtirish, GNSS vektorini ko'rish chizig'iga proyeksiyalash va qoldiq deformatsiyani baholash — asoslab berildi hamda To'polon tuproqli to'g'oni misolida qo'llanildi.

Tahlil natijalari quyidagilarni ko'rsatdi. Birinchidan, ikkala texnologiya ham deformatsiyaning quyi b'ef tomon yo'nalganligini bir-biridan mustaqil ravishda tasdiqlaydi, bu esa gidrostatik yuklanishning asosiy omil ekanligini kuchaytiradi. Ikkinchidan, ular to'g'oni-ning turli zonalarini qamrab oladi: GNSS toj zonasida 28 mm gacha to'plangan gorizonta siljishni qayd etgan bo'lsa, InSAR yuklanmagan quyi b'ef qiyaligida 30,94 mm/yil tezlikdagi faol zonani aniqlagan. Uchinchidan, ikki usul o'lchov geometriyasi jihatidan

assimetrik bo'lib, GNSS InSAR uchun mustaqil cheklov beradi, InSAR esa GNSS tarmog'ini optimal joylashtirish uchun fazoviy asos yaratadi.

Shu asosda To'polon to'g'oni uchun quyidagilar tavsiya etiladi: ikkala tizimning kesishgan kuzatuv davri bo'yicha (7) tenglamaga asoslangan qoldiq tahlilini muntazam bajarish; InSAR aniqlagan faol zonaga qo'shimcha GNSS nuqtalarini joylashtirish; hamda ikki tizimni yagona tayanch koordinata asosiga keltirish.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- [1] ICOLD. Dam Safety Guidelines. International Commission on Large Dams. — Paris: ICOLD, 2022.
- [2] Scaioni M., Marsella M., Crosetto M., Tornatore V., Wang J. Geodetic and Remote-Sensing Sensors for Dam Deformation Monitoring // Sensors. — 2018. — Vol. 18, №11. — P. 3682.
- [3] Chen M., Zhang H. GNSS-based deformation monitoring methodology for hydraulic structures // Journal of Geodesy. — 2018. — Vol. 92, №4. — P. 341–358.
- [4] Massonnet D., Feigl K.L. Radar interferometry and its application to changes in the earth's surface // Reviews of Geophysics. — 1998. — Vol. 36, №4. — P. 441–500.
- [5] Rosen P.A., Hensley S., Joughin I.R. Synthetic aperture radar interferometry // Proceedings of the IEEE. — 2000. — Vol. 88, №3. — P. 333–382.
- [6] Hanssen R.F. Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis. — Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. — 308 p.
- [7] Ashrafzadeh A., Karimzadeh S. Advanced InSAR analysis for dam surface monitoring // Bulletin of Engineering Geology and the Environment. — 2021. — Vol. 80, №6. — P. 4535–4552.
- [8] Ferretti A., Prati C., Rocca F. Permanent Scatterers in SAR Interferometry // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. — 2001. — Vol. 39, №1. — P. 8–20.
- [9] CHC Navigation iStar GNSS qabul qilgich texnik ko'rsatkichlari. — URL: <https://www.chcnave.com/product-detail/istar> (murojaat sanasi: 15.03.2025).

- [10] HCmonitor GNSS monitoring dasturiy ta'minoti. CHC Navigation (Chcnav) kompaniyasi. — URL: <https://www.chcnv.com> (murojaat sanasi: 20.01.2025).
- [11] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-maydagi PQ-158-sonli Qarori "To'polon suv ombori to'g'oni zilzilabardoshligini radiolokatsion kosmik suratlarni interferometrik qayta ishlash va natijalarni tahlil qilish asosida baholash to'g'risida". — Toshkent, 2023.
- [12] Texnik-analitik hisobot: To'polon suv omborida amalga oshirilgan ishlar yuzasidan. — Toshkent: "Gidrotexmonitoring" MChJ, 2024.
- [13] Sentinel-1 Mission Guide. European Space Agency. — URL: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1> (murojaat sanasi: 05.04.2025).
- [14] DAMAST Consortium. Remote Sensing and Geodetic Monitoring of the Enguri High Arch Dam, Georgia // Remote Sensing. — 2020. — Vol. 12, №24. — P. 4006.
- [15] Vazquez-Ontiveros J.R., Hernandez-Andrade D. GNSS monitoring of the Sana-lona earthfill dam: correlation of displacement and water level // Journal of Surveying Engineering. — 2021. — Vol. 147, №1. — 04020022.
- [16] Xiao R., Yu C., He X. Multi-GNSS Monitoring of Reservoir Dam Deformation // Remote Sensing. — 2022. — Vol. 14, №2. — 284 p.
- [17] Guo Y., Tong L. Geodetic monitoring of Xiaolangdi dam using PS-InSAR and levelling methods // Engineering Geology. — 2019. — Vol. 257. — P. 105–117.
- [18] Berardino P., Fornaro G., Lanari R., Sansosti E. A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. — 2002. — Vol. 40, №11. — P. 2375–2383.
- [19] ShNK 2.02.02-20. Gidrotexnika inshootlari. Asosiy loyiha qoidalari. O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. — Toshkent, 2020.
- [20] Xujaev, M. (2020). Mahmudkhuja Behbudiy as a leader of jadid reforms. The Light of Islam, 3, 39-47.
- [21] Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical and thermal properties via FDM and bioprinting. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 1-25.
- [22] Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusufov, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI, 214(3/4), 84.
- [23] Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. European Journal of Innovation in Nonformal Education, 2(6), 134-136.

[24] Xujayev, M. I. (2018). THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK. Мировая наука, (6 (15)), 61-63.

[25] Хужаев, М. И. (2018). АХМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ. In Инновационные подходы в современной науке (pp. 177-182).

[26] Khujaev, M. (2024). AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY. Экономика и социум, (1 (116)), 235-239.

Haqberdiyev B.R*p.f.f.d., dots**Alfraganus universiteti,**Umumkasbiy fanlar kafedrası mudiri**e-mail: bahtiyor.haqberdiyev@mail.ru**ORCID: 0000-0002-2208-7827***Abdukarimova G.D***TIQXMMI Milliy tadqiqot universiteti tayanch doktoranti**e-mail: g_abdukarimova@tiiame.uz**ORCID: 0009-0006-4165-4694*

FAZOVIIY GEOMETRIK OBYEKT LARNI PARAMETRIK MODEL- LASHTIRISH VA PROYEKSIYALARNI HOSIL QILISH USULLARINING QIYOSIIY TAHLILI

Annotatsiya. Grafik topshiriqlarni avtomatik generatsiya qilish tizimini loyihalash uchun fazoviy obyekt ni qanday tasvirlash va uning ortogonal proyeksiya-larini qay tarzda hosil qilish masalasi hal etilishi lozim. Maqolada qattiq jismlarni tas-virlashning asosiy usullari — konstruktiv fazoviy geometriya (CSG), chegaraviy tas-virlash (B-rep), protsedurali-grammatik va poligonal to'r modellari — beshta mezon bo'yicha qiyosiy tahlil qilingan. Tahlil ko'rsatdiki, topshiriq generatsiyasi masalasi uchun CSG va B-rep tasvirlarining gibril qo'llanilishi optimal hisoblanadi: CSG para-metrik boshqaruv va regulyarlashtirilgan Bul amallarini, B-rep esa proyeksiyalarni qurish uchun zarur topologik axborot ni ta'minlaydi. Proyeksiya hosil qilishning markaziy hisoblash masalasi ko'rinmas chiziqlarni aniqlash bo'lib, klassik algoritmlarning murakkabligi eng yomon holatda $O(n^2)$ tartibda shakllanadi. Jism va uning proyeksiyalari o'rtasidagi muvofiqlikni tekshirishda Eyler–Puankare munosabati za-ruriy shart sifatida qo'llanilishi, biroq u yetarli shart bo'la olmasligi asoslangan. Shuningdek, uch ortogonal proyeksiyadan jismni tiklash masalasining bir qiymatli yechilmasligi generatsiya qilinadigan topshiriqlar uchun to'g'ridan-to'g'ri metodologik oqibatga ega ekani ko'rsatilgan. Natijalar generativ modul arxitekturasini uchun asoslangan tanlov qilish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: parametrik modellashtirish; konstruktiv fazoviy geometriya; che-garaviy tasvirlash; ortogonal proyeksiya; ko'rinmas chiziqlarni yo'qotish; geometrik cheklovlar tizimi; Eyler–Puankare formulasi; jismni tiklash; CAD.

Аннотация. Для проектирования системы автоматической генерации гра-фических заданий необходимо решить вопрос о способе представления

пространственного объекта и построения его ортогональных проекций. В статье проведён сравнительный анализ основных способов представления твёрдых тел — конструктивной блочной геометрии (CSG), граничного представления (B-реп), процедурно-грамматических и полигональных сеточных моделей — по пяти критериям. Анализ показал, что для задачи генерации заданий оптимальным является гибридное применение CSG и B-реп: CSG обеспечивает параметрическое управление и регуляризованные булевы операции, а B-реп — топологическую информацию, необходимую для построения проекций. Центральной вычислительной задачей построения проекций является определение невидимых линий, причём сложность классических алгоритмов в худшем случае составляет порядка $O(n^2)$. Обосновано, что соотношение Эйлера–Пуанкаре применяется как необходимое условие проверки соответствия тела и его проекций, но не может служить достаточным условием. Показано также, что неоднозначность решения задачи восстановления тела по трём ортогональным проекциям имеет непосредственные методологические последствия для генерируемых заданий. Результаты позволяют осуществить обоснованный выбор архитектуры генеративного модуля.

Ключевые слова: параметрическое моделирование; конструктивная блочная геометрия; граничное представление; ортогональная проекция; удаление невидимых линий; система геометрических ограничений; формула Эйлера–Пуанкаре; восстановление тела; САПР.

Abstract. Designing a system for the automatic generation of graphic tasks requires resolving how a spatial object is to be represented and how its orthographic projections are to be produced. This paper comparatively analyses the principal solid representation schemes — constructive solid geometry (CSG), boundary representation (B-rep), procedural-grammatical models and polygonal meshes — against five criteria. The analysis shows that a hybrid use of CSG and B-rep is optimal for the task-generation problem: CSG provides parametric control and regularised Boolean operations, while B-rep supplies the topological information required for constructing projections. The central computational problem in

projection construction is hidden-line determination, with classical algorithms exhibiting worst-case complexity of order $O(n^2)$. It is substantiated that the Euler–Poincaré relation serves as a necessary condition for verifying the consistency between a solid and its projections, but cannot serve as a sufficient one. It is further shown that the non-uniqueness of solid reconstruction from three orthographic views has direct methodological consequences for the generated tasks. The results enable a justified choice of architecture for the generative module.

Keywords: parametric modelling; constructive solid geometry; boundary representation; orthographic

projection; hidden-line removal; geometric constraint system; Euler–Poincaré formula; solid reconstruction; CAD.

Kirish. Muhandislik grafikasi bo'yicha o'quv topshiriqlari bankini qo'lda tuzish mehnat talab qiluvchi jarayon bo'lib, u bir necha jiddiy cheklovga ega: variantlar soni chegaralangan, topshiriqlar takrorlanadi va vaqt o'tishi bilan javoblari tarqaladi. Ushbu muammoning tizimli yechimi — fazoviy obyektlarni va ularning proyeksiyalarini avtomatik ravishda sintez qiluvchi generativ modul yaratishdir.

Bunday modulni loyihalashda ikki tamal masalasi hal etilishi lozim. Birinchisi — fazoviy obyektning qanday tasvirlash: tanlangan tasvirlash sxemasi parametrik boshqaruvni, geometrik to'g'rilikni va keyingi qayta ishlash imkonini ta'minlashi kerak. Ikkinchisi — sintez qilingan obyektning uch ortogonal proyeksiyasini qanday hosil qilish, xususan ko'rinmas chiziqlarni qanday aniqlash.

Qattiq jismlarni tasvirlash nazariyasining formal asoslari — tasvirlash sxemalariga qo'yiladigan to'g'rilik, bir qiymatlilik va to'liqlik talablari — Requicha va Voelckerning ishlarida bayon etilgan [1; 2]. Parametrik loyihalash sohasida geometrik cheklovlar tizimini yechish markaziy masala bo'lib qolmoqda; bu yo'nalishning so'nggi o'n besh yildagi holati batafsil sharhlarda umumlashtirilgan [3; 4]. Ko'rinmas chiziqlarni yo'qotish masalasining

klassik yechimlari esa bugungi kunda sanoat geometrik yadrolarida standart funksiya sifatida amalga oshirilgan [5; 6].

So'nggi yillarda soha jiddiy o'zgardi: yirik CAD-model to'plamlari [7] va parametrik konstruksiya ketma-ketliklarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar bazalari [8] paydo bo'lganidan so'ng, modellarni generativ tarzda sintez qilish mustaqil tadqiqot yo'nalishiga aylandi [9; 10]. Ayni paytda bu ishlarning deyarli barchasi sanoat va teskari injiniring vazifalariga qaratilgan; o'quv topshirig'ini boshqariladigan murakkablik bilan generatsiya qilish masalasi ular doirasida qo'yilmagan. Mazkur tahlil aynan shu bo'shliqni aniqlashtirishga qaratilgan.

Mazkur maqolaning maqsadi — mavjud tasvirlash sxemalari va proyeksiya hosil qilish usullarini grafik topshiriqlarni avtomatik generatsiya qilish vazifasi nuqtayi nazaridan qiyosiy tahlil qilish hamda generativ modul uchun asoslangan tanlovni shakllantirishdir.

Materiallar va usullar. Tadqiqot qiyosiy-analitik usulda bajarilgan. Axborot bazasini to'rt guruh manba tashkil etadi: qattiq jismlarni tasvirlash nazariyasi va geometrik cheklovlarni yechish [1–6; 11]; CAD-modellarni ma'lumotlarga asoslangan generatsiya qilish va tanib olish bo'yicha so'nggi yillardagi ishlar [7–10; 12; 13]; ortogonal proyeksiyalardan jismni tiklash masalasi [14–16]; chizmalarni avtomatik

baholash sohasidagi amaliy ishlanmalar [17–20].

Manbalarning nashr yiliga alohida talab qo'yildi. Kompyuter grafikasi va CAD sohasi jadal yangilanayotgani bois asosiy tahliliy yuk 2015-yildan keyin chop etilgan ishlarga yuklandi; ro'yxatdagi manbalarning yarmidan ko'pi shu davrga tegishli. Undan avvalgi ishlar faqat bir holatda — agar ular tasvirlash sxemasi yoki algoritmining birlamchi manbasi bo'lsa — keltirildi. Masalan, konstruktiv fazoviy geometriya yoki miqdoriy ko'rinmaslik tushunchasi uchun yangiroq nashrga havola qilish ilmiy jihatdan noto'g'ri bo'lar edi, chunki bu tushunchalar aynan o'sha ishlarda kiritilgan. Klassik algoritmlarning hozirgi holati esa ularning zamonaviy geometrik yadrolardagi amalga oshirilishi orqali baholandi.

Tasvirlash sxemalarini qiyoslash uchun beshta mezon belgilandi: (1) parametrik boshqaruv imkoniyati — obyekt shaklini sonli parametrlar orqali boshqarish; (2) Bul amallarini qo'llash imkoniyati; (3) topologik axborotning mavjudligi — qirralar, yoqlar va cho'qqilar o'rtasidagi bog'lanishlar; (4) proyeksiyalarni bevosita qurish qulayligi; (5) geometrik to'g'rilikni tekshirish imkoniyati.

Ortogonal proyeksiyalash matematik jihatdan quyidagi akslantirish bilan ifodalanadi. XOY tekisligiga proyeksiyalash uchun:

$$\pi_z(x, y, z) = (x, y); \quad P_z = \text{diag}(1, 1, 0) \quad (1)$$

Uch ko'rinishli chizma uchun mos ravishda π_z , π_y va π_x akslantirishlari qo'llaniladi. Bunda jismning har bir qirradi tekislikdagi kesmaga akslanadi, biroq bu akslantirish bir qiymatli bo'lmaydi: turli chuqurlikdagi nuqtalar bitta proyeksiya nuqtasiga tushishi mumkin. Aynan shu holat ko'rinmas chiziqlarni aniqlash masalasini keltirib chiqaradi.

Bul amallari qattiq jismlar sinfinda yopiq bo'lishi uchun ular regulyarlashtirilgan shaklda qo'llaniladi [1]:

$$A \cup^* B = \text{cl}(\text{int}(A \cup B)); \quad A \cap^* B = \text{cl}(\text{int}(A \cap B)); \quad A \setminus^* B = \text{cl}(\text{int}(A \setminus B)) \quad (2)$$

bu yerda int — to'plamning ichki qismi; cl — yopilishi. Regulyarlashtirish natijasida nolinch qalinlikdagi «osilib qolgan» yoq va qirralar yo'qotiladi, natija esa doimo to'g'ri qattiq jism bo'lib qoladi.

Hosil qilingan chegaraviy modelning topologik izchilligi Eyler–Punkare munosabati orqali tekshiriladi:

$$V - E + F - R = 2(S - G) \quad (3)$$

bu yerda V — cho'qqilar soni; E — qirralar; F — yoqlar; R — yoqlardagi ichki konturlar (halqalar) soni; S — bog'langan komponentlar soni; G — jinsi (teshiklar soni). Cheklovlar tizimining aniqlanganlik darajasi esa erkinlik darajalarining balansi bo'yicha baholanadi:

$$\text{DOF} = \sum_i \text{dof}(g_i) - \sum_j \text{dof}(c_j) \quad (4)$$

bu yerda $\text{dof}(g_i)$ — i -geometrik element erkinlik darajalari soni; $\text{dof}(c_j)$ — j -cheklov tomonidan olib

tashlanadigan erkinlik darajalari soni. $DOF = 0$ bo'lganda tizim to'liq aniqlangan, $DOF > 0$ bo'lganda kam aniqlangan, $DOF < 0$ bo'lganda esa ortiqcha aniqlangan hisoblanadi [3; 4].

Algoritmning hisoblash murakkabligi kirish primitivlari soni n ga nisbatan asimptotik baholandi.

Natijalar. Tasvirlash sxemalarining beshta mezon bo'yicha qiyosiy tahlili 1-jadvalda keltirilgan.

Sxema	Parametrik boshqaruv	Bul amallari	Topologik axborot	Proyeksiya qurish	To'g'rilikni tekshirish
CSG (konstruktiv)	Yuqori	Tabiiy, sxemaga xos	Bevosita yo'q	Bilvosita (B-rep ga o'tish orqali)	Kafolatlangan (konstruksiya bo'yicha)
B-rep (chegaraviy)	O'rtacha	Murakkab (chegara hisoblash)	To'liq	Bevosita	Eyler–Puankare bo'yicha
Protsedurali / grammatik	Juda yuqori	Bilvosita	Yo'q	Bilvosita	Qoidalar bilan cheklanadi
Poligonal to'r	Past	Taqribiy	Qisman	Bevosita, ammo taqribiy	Cheklangan

1-jadval. Qattiq jismlarni tasvirlash sxemalarining topshiriq generatsiyasi vazifasi nuqtayi nazaridan qiyosiy tahlili [1; 2; 11; 12] asosida muallif tomonidan tuzilgan.

Jadval birinchi asosiy natijani beradi: birorta sxema beshta mezonning barchasi bo'yicha ustunlikka ega emas. CSG parametrik boshqaruv va Bul amallarida kuchli, biroq unda qirralar va yoqlar o'rtasidagi bog'lanishlar bevosita saqlanmaydi, shu bois undan proyeksiya qurish uchun avval chegaraviy modelga o'tish talab etiladi. B-rep esa aksincha — proyeksiya qurish uchun barcha zarur topologik axborotni beradi, ammo parametrik o'zgartirishlar va Bul amallari unda ancha murakkab kechadi. Shu sababli generativ modul

uchun gibril yondashuv asoslangan hisoblanadi: obyekt CSG daraxti sifatida parametrik tarzda sintez qilinadi, so'ng chegara hisoblash (boundary evaluation) protsedurasi orqali B-rep ga aylantiriladi va proyeksiyalar shu modeldan quriladi. Ushbu ikki tasvirlash o'rtasidagi o'tish nazariy jihatdan Requicha va Voelcker tomonidan asoslangan [2] va bugungi kunda ochiq hamda tijoriy geometrik yadrolarda standart protsedura sifatida amalga oshirilgan. Ma'lumotlarga asoslangan zamonaviy yondashuvlarda ham CSG-

tipidagi eskiz–ekstruziya ketma-ketligi va chegaraviy model o'rtasidagi ikki-yoqlama bog'liqlik markaziy g'oya bo'lib qolmoqda [9; 10; 12].

Ikkinchi natija — proyeksiya qurishning hisoblash yadrosi. (1)

Yondashuv	Yili	Asosiy g'oya	Murakkabligi	Qo'llash chegarasi
Miqdoriy ko'rinmaslik (Appel)	1967	Har bir qirra bo'ylab ko'rinmaslik sonini kuzatish	$O(n^2)$ tartibda	Chiziqli tasvirlar uchun tabiiy; egri sirtlarda qo'shimcha ishlov talab etadi [5]
Poligonlarni maydon bo'yicha saralash (Weiler–Ather-ton)	1977	Tasvirni rekursiv bo'lish va poligonlarni kesish	Kesishishlar soniga bog'liq	Kirish va chiqish formati bir xil; qayta ishlashga qulay [6]
Zamonaviy geometrik yadrolar	2015+	Klassik yechimlarning sanoat amalga oshirilishi	Amalda chiziqli-logarifmik	Tayyor interfeys; alohida dasturlash talab etilmaydi

2-jadval. Ko'rinmas chiziqlarni yo'qotish yondashuvlarining qiyosiy tavsifi [5; 6] asosida; oxirgi qator zamonaviy amaliyotni aks ettiradi.

Jadvaldan ko'rinadiki, klassik algoritmning murakkabligi kirish primitivlari soniga nisbatan kvadratik tartibda shakllanadi. Bu o'quv topshiriqlari uchun cheklov hisoblanmaydi: talabaga beriladigan jism odatda 20–60 qirradan iborat bo'lib, bunday o'lchamlarda kvadratik algoritm ham real vaqt rejimida bajariladi. Demak, generativ modul uchun algoritm tanlashda tezlik emas, balki natijaning aniqligi va

akslantirish o'z-o'zicha triviiial bo'lib, asosiy hisoblash yuki ko'rinuvchanlikni aniqlashga to'g'ri keladi. Klassik algoritmning qiyosiy tavsifi 2-jadvalda berilgan.

chiqish formatining vektor ko'rinishida bo'lishi hal qiluvchi mezon bo'ladi — bu jihatdan poligonlarni maydon bo'yicha saralashga asoslangan yondashuv ustunlikka ega, chunki uning chiqish formati kirish formati bilan bir xil bo'lib, keyingi qayta ishlash imkonini beradi [6]. Amalda bu funksiya alohida dasturlashni talab qilmaydi: zamonaviy geometrik yadrolar vektor chiqishli

proyeksiyalashni tayyor interfeys sifatida taqdim etadi.

Uchinchi natija (3) munosabatning qo'llanish chegarasiga tegishli. Eyler–Puankare formulasi hosil qilingan chegaraviy modelning topologik izchilligini tekshirishning arzon va samarali vositasi hisoblanadi. Biroq u zaruriy shart bo'lgani holda yetarli shart emas: munosabatni qanoatlantiruvchi, ammo geometrik jihatdan noto'g'ri (masalan, o'z-o'zini kesuvchi) model ham qurilishi mumkin. Shu sababli generativ modulda topologik tekshiruv geometrik tekshiruv — yoqlarning o'zaro kesishmasligi va qattiq jism shartining bajarilishi — bilan to'ldirilishi lozim.

To'rtinchi va metodologik jihatdan eng muhim natija teskari masalaga — uch ortogonal proyeksiyadan jismni tiklashga tegishli. Wesley va Markowskyning klassik ishlarida bu masalaning yechimi ko'pyoqlar sinfi uchun qurilgan [14; 15], keyinchalik u egri sirtli jismlarga kengaytirilgan; yo'nalishning umumiy holati alohida sharhda tizimlashtirilgan [16]. Barcha manbalar bir masalani qayd etadi: proyeksiyalar to'plami jismni bir qiymatli aniqlamaydi — bitta uch ko'rinishli chizmaga bir necha turli jism mos kelishi mumkin va bunday holatlarda algoritm bir nechta yechim hosil qiladi [16]. So'nggi yillarda bu masalaga ma'lumotlarga asoslangan yondashuvlar ham qo'llanilmoqda [9; 13], biroq ular ham bir qiymatlilikni kafolatlamaydi.

Ushbu holat topshiriq generatsiyasi uchun bevosita oqibatga ega. Agar talabaga «uch proyeksiya bo'yi-cha jismni tiklang» tipidagi topshiriq berilsa, generator hosil qilgan proyeksiyalar to'plamining bir qiymatliligini oldindan tekshirishi shart; aks holda talabaning formal jihatdan to'g'ri, ammo etalondan farq qiluvchi javobi noto'g'ri deb baholanadi. Bu esa baholash tizimining validligini buzadi. Shu sababli generativ modulda ikki mexanizmdan biri ko'zda tutilishi lozim: yo bir qiymatlilikni kafolatlovchi chekllovlar tizimi joriy etiladi, yo topshiriq ko'p yechimli sifatida rasmiylashtirilib, baholash mezon shunga moslashtiriladi.

Beshinchi natija — geometrik jihatdan asosli distraktorlar masalasi. 1-jadvalda ko'rsatilgan parametrik boshqaruv imkoniyati aynan shu vazifa uchun qo'l keladi: noto'g'ri javob variantlari tasodifiy tarzda emas, balki etalon jismning parametrlarini boshqariladigan tarzda o'zgartirish (qirra chuqurligini almashtirish, ko'rinmas chiziqni ko'rinishiga aylantirish, kesim yo'nalishini o'zgartirish) yo'li bilan sintez qilinadi. Bunday distraktorlar sinalluvchiga ularni fazoviy tahlilsiz chetlashtirish imkonini bermaydi va topshiriqning konstrukt validligini oshiradi.

Tahlil natijalari 3-jadvalda umumlashtirilgan.

Vazifa	Tanlangan yechim	Asoslash
Obyektni sintez qilish	CSG daraxti + parametrlar vektori	Parametrik boshqaruv va Bul amallarining tabiiyligi [1; 2]
To'g'rilikni ta'minlash	Regulyarlashtirilgan Bul amallari (2)	Natija doimo to'g'ri qattiq jism bo'lib qoladi [1]
Cheklovlarni boshqarish	Erkinlik darajalari balansi (4)	Ortiqcha va kam aniqlangan holatlarni oldini olish [3; 4]
Proyeksiyalarni qurish	B-rep ga o'tish + vektor chiqishli HLR algoritmi	Topologik axborot zarurligi; chiqish formatining qayta ishlanuvchanligi [2; 6]
Topologik tekshirish	Eyler–Puankare munosabati (3) + geometrik tekshiruv	Zaruriy, ammo yetarli bo'lmagan shart
Distraktorlarni sintez qilish	Parametrlarni boshqariladigan buzish	Chetlashtirish strategiyasining oldini olish
Bir qiymatlilikni nazorat qilish	Proyeksiyalar to'plamini oldindan tekshirish	Tiklash masalasining ko'p yechimlilik [14–16]

3-jadval. Generativ modul uchun tanlangan yechimlar va ularning asoslanishi (muallif tahlili natijasi).

Muhokama. Olingan natijalar mavjud adabiyotdagi ikki yo'nalishning — geometrik modellash va ta'lim tizimlarini avtomatlashtirish — kesishmasida joylashadi. Geometrik modellash sohasida tasvirlash sxemalari va proyeksiya algoritmlari yetarli darajada ishlab chiqilgan bo'lib, ular sanoat CAD tizimlarida o'nlab yillardan buyon qo'llanilmoqda. Ta'lim sohasida esa asosiy e'tibor teskari masalaga — talaba tomonidan bajarilgan chizmani avtomatik baholashga qaratilgan: so'nggi yillarda DXF fayllarni etalon bilan qiyoslash, geometrik belgilarni ajratib olish va qoidalarga asoslangan xato aniqlash tizimlari yaratilib, ular

ming donadan ortiq talaba ishida sinovdan o'tkazilgan [17; 18]. Kompyuter ko'rish usullariga tayanadigan muqobil yechimlar ham taklif etilgan [19].

Shu bilan birga, to'g'ri masala — topshiriqning o'zini geometrik jihatdan boshqariladigan tarzda sintez qilish — sezilarli darajada kam o'rganilgan. Mavjud ishlar asosan tayyor topshiriqlar bankidan foydalanadi, generatsiya esa amalda shablonlarni takrorlash bilan cheklanadi. Ushbu bo'shliq mazkur tadqiqot uchun asosiy yo'nalishni belgilaydi: parametrik generatsiyani nafaqat shakl xilma-xilligini, balki topshiriqning geometrik

murakkabligini ham boshqariladigan qilib qurish. Bunday boshqaruvning pedagogik ahamiyati fazoviy ko'nikmalarni maqsadli mashq orqali rivojlantirish samaradorligi bilan asoslanadi: CAD muhitidagi mashqlar va fazoviy vizualizatsiya ko'nikmalari o'rtasidagi bog'liqlik yaqinda o'tkazilgan empirik tadqiqotda tasdiqlangan [13].

Amalga oshirish nuqtayi nazaridan muhim jihat shundaki, sanoat CAD yadrolari (jumladan ochiq kodli geometrik yadrolar) CSG–B-rep o'tishini va vektor chiqishli proyeksiyalash imkoniyatini standart funksiya sifatida taqdim etadi. Bu holat generativ modulni noldan yozish zaruratini bartaraf etadi va tadqiqot diqqatini algoritmik yangilik joylashgan qismga — murakkablikni boshqarish va distraktorlarni sintez qilishga — qaratish imkonini beradi. Mahalliy tadqiqotlarda ham CAD vositalarini o'quv jarayoniga integratsiya qilish yo'nalishi rivojlanmoqda [20], biroq topshiriqni avtomatik sintez qilish masalasi ko'tarilmagan.

Tadqiqotning cheklovlarini qayd etish lozim. Birinchidan, 2-jadvaldagi murakkablik baholari asimptotik xarakterga ega bo'lib, real ishlash tezligi amalga oshirish tafsilotlariga va ma'lumotlar tuzilmasiga sezilarli bog'liq; shu bois ular tanlov uchun yagona mezon bo'la olmaydi. Ikkinchidan, tahlil ikki o'lchamli ortogonal proyeksiyalar bilan cheklandi — aksonometrik tasvirlar, kesimlar va qirqimlar alohida ko'rib chiqishni talab etadi. Uchinchidan, tiklash masalasining bir qiymatligini

tekshirish algoritmik jihatdan qimmat bo'lishi mumkin va uning generatsiya jarayoniga qanday integratsiya qilinishi alohida tadqiqot mavzusidir. To'rtinchidan, maqolada keltirilgan qiyosiy baholar adabiyot tahliliga asoslangan bo'lib, ular hisoblash tajribasi bilan tasdiqlanishi lozim.

Xulosa. Maqolada fazoviy geometrik obyektlarni parametrik modelashtirish va ularning ortogonal proyeksiyalarini hosil qilish usullari grafik topshiriqlarni avtomatik generatsiya qilish vazifasi nuqtayi nazaridan qiyosiy tahlil qilindi.

Tahlil quyidagi xulosalarga olib keldi. Birinchidan, tasvirlash sxemalarining hech biri belgilangan beshta mezonning barchasi bo'yicha ustun emas, shu sababli generativ modul uchun CSG va B-rep tasvirlarining gibrad qo'llanilishi asoslangan: parametrik sintez CSG darajasida, proyeksiyalash esa chegaraviy model darajasida amalga oshiriladi. Ikkinchidan, proyeksiya qurishning hisoblash yadrosi ko'rinmas chiziqlarni aniqlashdan iborat bo'lib, klassik algoritmning kvadratik murakkabligi o'quv topshiriqlari o'lchamlarida cheklov hisoblanmaydi; tanlovda hal qiluvchi mezon chiqish formatining vektor ko'rinishida bo'lishidir.

Uchinchidan, Eyler–Puankare munosabati topologik izchillikni tekshirishning zaruriy, ammo yetarli bo'lmagan sharti hisoblanadi va u geometrik tekshiruv bilan to'ldirilishi lozim. To'rtinchidan, uch ortogonal

proyeksiyadan jismni tiklash masalasining ko'p yechimliligi generatsiya qilinadigan topshiriqlar uchun bevosita metodologik oqibatga ega: proyeksiyalar to'plamining bir qiymatliligi oldindan tekshirilmasa, baholash tizimining validliligi buziladi.

Olingan natijalar generativ modul arxitekturasini uchun asoslangan tanlov qilish imkonini beradi. Keyingi tadqiqotda parametrik sintez algoritmini ishlab chiqish, topshiriqning geometrik murakkablik metrikasini shakllantirish hamda tanlangan yechimlarni hisoblash tajribasi orqali tekshirish vazifalari belgilanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

- [1] Requicha A.A.G. Representations for Rigid Solids: Theory, Methods, and Systems // ACM Computing Surveys. — 1980. — Vol. 12, №4. — P. 437–464. DOI: 10.1145/356827.356833. (Tasvirlash sxemalari nazariyasining birlamchi manbasi).
- [2] Requicha A.A.G., Voelcker H.B. Boolean Operations in Solid Modeling: Boundary Evaluation and Merging Algorithms // Proceedings of the IEEE. — 1985. — Vol. 73, №1. — P. 30–44. DOI: 10.1109/PROC.1985.13108.
- [3] Bettig B., Hoffmann C.M. Geometric Constraint Solving in Parametric Computer-Aided Design // Journal of Computing and Information Science in Engineering. — 2011. — Vol. 11, №2. — Art. 021001. DOI: 10.1115/1.3593408.
- [4] Zou Q. et al. A Review on Geometric Constraint Solving. — arXiv:2202.13795, 2022.
- [5] Appel A. The Notion of Quantitative Invisibility and the Machine Rendering of Solids // Proceedings of the 22nd ACM National Conference. — 1967. — P. 387–393. DOI: 10.1145/800196.806007. (Ko'rinmaslikni aniqlash tushunchasining birlamchi manbasi).
- [6] Weiler K., Atherton P. Hidden Surface Removal Using Polygon Area Sorting // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. — 1977. — Vol. 11, №2. — P. 214–222. DOI: 10.1145/965141.563896.
- [7] Koch S., Matveev A., Jiang Z., Williams F., Artemov A., Burnaev E., Alexa M., Zorin D., Panozzo D. ABC: A Big CAD Model Dataset for Geometric Deep Learning // IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2019. — P. 9601–9611. DOI: 10.1109/CVPR.2019.00983.
- [8] Willis K.D.D., Pu Y., Luo J., Chu H., Du T., Lambourne J.G., Solar-Lezama A., Matusik W. Fusion 360 Gallery: A Dataset and Environment for Programmatic CAD Construction from Human Design Sequences // ACM Transactions on Graphics. — 2021. — Vol. 40, №4. — P. 1–24.

- [9] Wu R., Xiao C., Zheng C. DeepCAD: A Deep Generative Network for Computer-Aided Design Models // IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV). — 2021. — P. 6772–6782.
- [10] Xu X., Jayaraman P.K., Lambourne J.G., Willis K.D.D., Furukawa Y. Hierarchical Neural Coding for Controllable CAD Model Generation // Proceedings of the 40th International Conference on Machine Learning (ICML). — 2023.
- [11] Lambourne J.G., Willis K.D.D., Jayaraman P.K., Sanghi A., Meltzer P., Shayani H. BRepNet: A Topological Message Passing System for Solid Models // IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2021. — P. 12773–12782.
- [12] Li C., Pan H., Bousseau A., Mitra N.J. Free2CAD: Parsing Freehand Drawings into CAD Commands // ACM Transactions on Graphics. — 2022. — Vol. 41, №4. — P. 1–16. DOI: 10.1145/3528223.3530133.
- [13] Nguyen et al. No Student Left Behind in Engineering Education: An Empirical Study on AutoCAD-Based Spatial Learning and Its Associations with Visualization Skills // Computer Applications in Engineering Education. — 2026. DOI: 10.1002/cae.70157.
- [14] Wesley M.A., Markowsky G. Fleshing Out Wire Frames // IBM Journal of Research and Development. — 1980. — Vol. 24, №5. — P. 582–597. (Tiklash masalasining birlamchi manbasi).
- [15] Wesley M.A., Markowsky G. Fleshing Out Projections // IBM Journal of Research and Development. — 1981. — Vol. 25, №6. — P. 934–954.
- [16] Fahiem M.A., Haq S.A., Saleemi F. A Review of 3D Reconstruction Techniques from 2D Orthographic Line Drawings // Geometric Modeling and Imaging (GMAI '07). — IEEE, 2007. — P. 60–66.
- [17] Xiao et al. CAD-AG: A Webapp for CAD-Tool-Independent Autograding of Two-Dimensional CAD Drawings // Computer Applications in Engineering Education. — 2026. DOI: 10.1002/cae.70149.
- [18] Wang L.J., Lim S.Y., Lin K.O., Tan C.K., Tan R.Y.S., Sani S.B., Tan H.J.A. Artificial Intelligence-Enabled Evaluating for Computer-Aided Drawings (AMCAD) // International Journal of Mechanical Engineering Education. — 2024. DOI: 10.1177/03064190231175231.
- [19] Goh K.N. et al. Automatic Assessment for Engineering Drawing // Advances in Visual Informatics. — Cham: Springer, 2013. — P. 497–507. DOI: 10.1007/978-3-319-02958-0_45.
- [20] Achilov N.N. Kompyuter grafikasi vositasida talabalarni ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish: pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati: 13.00.02. — Toshkent: Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, 2025.

- [21] Xujaev, M. (2020). Mahmudkhuja Behbudiy as a leader of jadid reforms. The Light of Islam, 3, 39-47.
- [22] Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical and thermal properties via FDM and bioprinting. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 1-25.
- [23] Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusufov, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI, 214(3/4), 84.
- [24] Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. European Journal of Innovation in Nonformal Education, 2(6), 134-136.
- [25] Xujayev, M. I. (2018). THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK. Мировая наука, (6 (15)), 61-63.
- [26] Хужаев, М. И. (2018). АХМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ. In Инновационные подходы в современной науке (pp. 177-182).
- [27] Khujaev, M. (2024). AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY. Экономика и социум, (1 (116)), 235-239.

Khursandova Dilafruz Saidovna*Independent researcher at the "TIIAME" National Research University***Qosimov Jahongir Avlaqulovich.***Independent researcher at the Institute for Retraining and Advanced Training of Personnel of the Higher Education System, DSc.**e-mail: j.qosimov@tiiame.uz**ORCID: 0009-0008-9057-7925*

DIDACTIC SYSTEM FOR FORMING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE ENGINEERS BASED ON AN INTEGRATIVE APPROACH

Abstract: The article presents methods for the targeted and effective use of digital educational resources in the world's leading higher education institutions and research centers, as well as large-scale research on introducing modern educational technologies into the educational process that contribute to the formation of technical thinking, spatial imagination, and creative thinking in students.

Keywords: digital educational resources, higher education, pedagogical activity, professional development, technical thinking, creative thinking.

Аннотация: В статье представлены методы целевого и эффективного использования цифровых образовательных ресурсов в ведущих высших учебных заведениях и научно-исследовательских центрах мира, а также широкомасштабные исследования по внедрению в учебный процесс современных образовательных технологий, способствующих формированию у учащихся технического мышления, пространственного воображения и креативного мышления.

Ключевые слова: цифровые образовательные ресурсы, высшее образование, педагогическая деятельность, профессиональное развитие, техническое мышление, творческое мышление.

Introduction.

Consistent work is being carried out in the republic's education system to improve the quality of education and the effective organization of the educational process in higher education institutions, which are an important link in continuous education [4]. In particular, providing students with meaningful and practical knowledge in a short period of time, forming skills and competencies

related to specific activities, and developing their creative and intellectual potential is manifested as one of the priority tasks of the educational process [3]. In today's information society, the introduction of innovative approaches to the field of education and the use of modern educational technologies are becoming an objective necessity. In particular, in the information educational environment, it is becoming

increasingly important to improve the professional competence of higher education students based on modern graphic programs and to improve pedagogical mechanisms aimed at developing their intellectual potential [1].

Literature review.

Analysis of the research problem shows that scientific research on the problems of improving professional competence has been conducted by domestic pedagogical scholars such as Sh.S. Sharipov, N.A. Muslimov, R.K. Choriev, U.K. Tolipov, Z.K. Ismailova, O.A. Kuysinov, D.A. Mustafoeva, M.M. Kodirov, A. Jumanov, and others. According to N.A. Muslimov, professional competence means mastering advanced technologies that enrich professional-pedagogical knowledge, skills, and abilities, and being able to use modern tools, techniques, and technologies. In the research of K.A. Grebennikov, the pedagogical and professional aspects of using computer graphics in the process of teaching general professional disciplines in the specialty "Hydroenergy" in higher educational institutions were analyzed. In the

research work conducted by E.M. Tretyakova, the technology for designing and implementing the content of the subject "Engineering Computer Graphics" for the specialty of hydropower in higher education institutions was developed [5].

Research methodology.

Based on the analysis of the opinions of the aforementioned scholars, we have provided our own author's definition of the concept of students' professional competence.

Professional competence of students - acquiring specific skills in using various technical devices and computer technologies, obtaining information from various sources, using it effectively in a generalized form, and developing skills in analytical data reconstruction "Includes knowledge of the characteristics of information flows in the field of science and professional activity. "The structural structure of graphic competence developed during the teaching of general professional and specialized disciplines ("Engineering Computer Graphics") developed by us.

PROFESSIONAL COMPETENCE			
Scientific-research. Organizing academic and scientific-research work; observing creative abilities; conducting professional-pedagogical activity using innovation	Academic-professional. Modeling, designing, and organizing educational activities; developing, determining, and predicting the professional qualities of a hydroelectric engineer	Educational-design. Developing the goals and objectives of education, the content of academic material, forms, methods, and designs of didactic and software tools for monitoring the results of professional-pedagogical activity.	Organizational-graph. Preparing a hydroelectric engineer, organizing the production process, creating academic and graphic environments

Figure 1. Structure of professional competence.

Applied graphics is considered one of the primary tools of design and construction activities. It is directly linked to the educational design process and the content of graphic education, allowing students to apply the knowledge gained from general cultural, psychological-pedagogical, general professional, and specialized subjects within a single system.

Analysis and discussion of results.

In the process of teaching general professional disciplines, great attention was paid to the introduction of interactive electronic educational resources in the creation of educational and methodological support that allows students to develop their professional competencies. We consider it

appropriate to use the "SCORE" methodology in the process of developing the professional competence of hydraulic engineers.

The "SCORE" method is one of the effective methods aimed at searching, sorting, analyzing information, and finding solutions to problematic situations.

Within the framework of the study, the possibilities of applying the "SCORE" methodology were considered on the topic "Processes of mutual intersection of planes and topographic surfaces in numerical projections, i.e., an apparel area" [1]. The role of this methodology in increasing educational effectiveness and the procedure for its application in the practical training process are reflected in Figure 2.

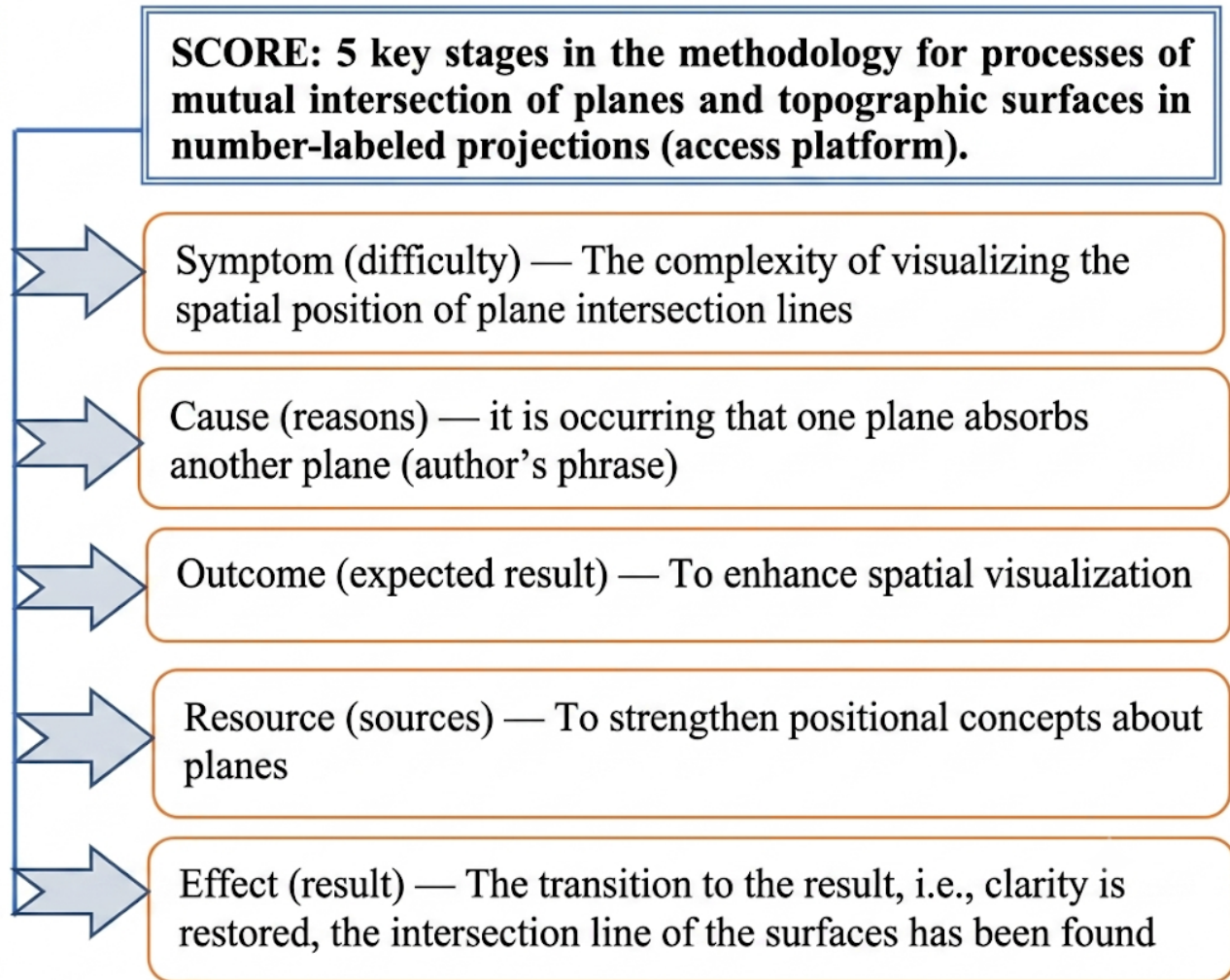


Figure 2. Application of the "SCORE" method

Symptoms, i.e., the main problem: Visualizing the intersection lines of planes in space creates certain difficulties for students. As a result, they have difficulty fully understanding which line is given or not given, as well as the position of the intersection line in space.

Reasons:

The main reasons for this problem are explained by insufficient formation of positional concepts regarding surfaces and their relative positions, as well as a lack of skills acquired through practical training.

Result:

To eliminate the identified shortcomings, it is first necessary to focus on providing consistent and understandable coverage of the topic during the educational process. Especially in problems related to determining the intersection lines of planes with each other or with a topographic surface, the teacher's speech, behavior, deep mastery of the topic, and ability to explain each point of the intersection line separately are of great importance [1]. In this process, the teacher's professional skills, the

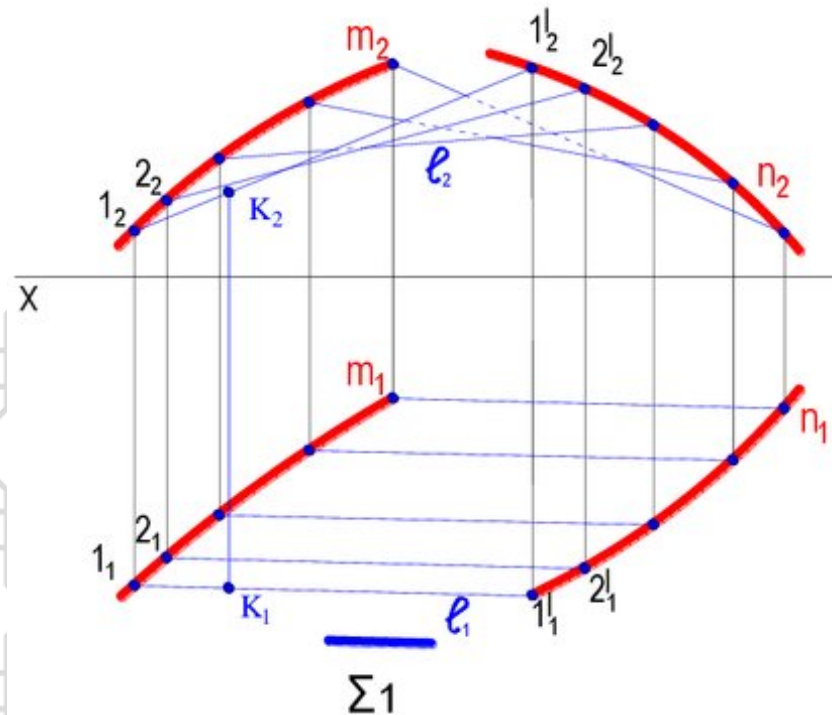


Figure 2.b. The solution to the problem

Conclusions and suggestions.

Analysis of empirical research results allows for the consideration of the following proven cases:

1. The level of general technical thinking among technical students is above average.

2. The traditional educational process in higher educational institutions specializing in technical education contributes to the development of technical thinking. This indicator of development is a progressive, but not stable, dynamics of the level of technical thinking.

3. Assessing students' success in subjects related to technical thinking cannot serve as an indicator of the development of this type of thinking, which is of professional importance for an engineer.

4. There is no equal clarity between the level of development of technical thinking and the level of inclination to activity in the field of technology. At the same time, the following personal relationships were identified:

5. Reflective analysis, which reflects the process of developing technical thinking, caused great difficulties for students: during the process of obtaining engineering information, questions regarding the nature of this thinking and ways to develop it were the most difficult.

6. The lists of subjects that develop technical thinking, compiled based on the answers of teachers and students, differ from each other, in particular, teachers do not pay attention to the importance of such

subjects as engineering graphics and computer science.

Reference:

1. J.A.Qosimov. "Talabalarning kasbiy kompetentligini zamonaviy grafik dasturlar asosida takomillashtirish (gidrotexnika qurilishi ta'lim yo'nalishi misolida)" dissertatsiya aftoreferati. Toshkent-2023
2. S. Kučina Softić; M. Odak; J. Lasić Lazić. "Digital transformation - New Approaches and Challenges in Education". 2022 45th Jubilee International Convention on Information, Communication and Electronic Technology. Pp 23-29
3. Didakticheskaya sushnost vospitatelnogo protsessa i rol vospitatelnix texnologiy v yego osveshenii. <http://elibrary.ru/item.asp?id=88807600>
4. Ivanova O.V. «Shkola molodogo vospitatelya» kak effektivnaya forma razvitiya professionalnoy kompetentnosti nachinayushix pedagogov doshkolnoy obrazovatelnoy organizatsii.
5. Karmanchikov A.I. Avtoreferat dissertatsii po teme "Pedagogicheskiye usloviya razvitiya tvorcheskoy aktivnosti uchashixsya v sisteme dopolnitelnogo obrazovaniya"
6. Aktualnie problemi sovremennogo obrazovaniya: opit i innovatsii. <http://elibrary.ru/item.asp?id=22920090>
7. Mosavi A. Jiyenbayeva N., Dilshodbekov S., Madinakhon I., Dada-boyeva D., Bakhtiyor K., Aidarova L. Computer graphics education research review and bibliometric analysis. EURASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL AND COMPUTER APPLICATIONS. Volume 14, Issue 2 (2026). <https://ejmca.enu.kz/assets/files/14-2-5.pdf>
8. Xujaev, M. (2020). Mahmudkhujja Behbudiy as a leader of jadid reforms. The Light of Islam, 3, 39-47.
9. Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical and thermal properties via FDM and bioprinting. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 1-25.
10. Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusufov, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI, 214(3/4), 84.
11. Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. European Journal of Innovation in Nonformal Education, 2(6), 134-136.

12. Xujayev, M. I. (2018). *THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK*. *Мировая наука*, (6 (15)), 61-63.
13. Хужаев, М. И. (2018). *АҲМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ*. In *Инновационные подходы в современной науке* (pp. 177-182).
14. Khujaev, M. (2024). *AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY*. *Экономика и социум*, (1 (116)), 235-239.

UDK: 528.1

Yo'ldoshev Jahongir Odilbek o'g'li

Alfraganus universiteti Turizm fakulteti

Umumkasbiy fanlar kafedrası o'qituvchisi

E-mail: yuldoshevjahongir7777777@gmail.com

ORCID 0009-0002-2245-6212

Safarov E.Y.

O'zMU Geodeziya, kartografiya va kadastr kafedrası t.f.d. professori

Prenov Sh.M.

Aniq va ijtimoiy fanlar universiteti O'quv-uslubiy bo'lim boshlig'i

Tarixiy-madaniy meros hududlarida geodezik monitoring va kartografik modellashtirishda sun'iy intellekt hamda neyron tarmoqlarni qo'llashning funksional-texnik imkoniyatlari

Annotatsiya. Mazkur maqolada tarixiy-madaniy meros obyektlari joylashgan Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlari hududlarining geoekologik barqarorligini ta'minlashda sun'iy intellekt texnologiyalari va neyron tarmoq algoritmlarining geodezik monitoring hamda kartografik modellashtirish jarayonlaridagi funksional-texnik imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotning maqsadi — masofadan zondlash, radar interferometriyasi (InSAR) va geoaxborot tizimlari (GAT) ma'lumotlarini chuqur o'rganish (deep learning) algoritmlari bilan integratsiyalashning ilmiy-uslubiy asoslarini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot metodikasi sifatida konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) yordamida yer qoplamini va bino zichligini segmentatsiya qilish, uzoq-qisqa muddatli xotira tarmoqlari (LSTM) orqali vaqt qatorlari asosida iqlim va harorat dinamikasini bashoratlash, tasodifiy o'rmon (Random Forest) va gradient buster (LightGBM/GBDT) algoritmlari yordamida cho'kish hamda degradatsiya xavfini tasniflash usullaridan foydalanildi. Natijada, har uch shahar uchun tarixiy yodgorliklarning geotexnik holatini nazorat qilishga xizmat qiluvchi umumlashgan funksional sxema va algoritmlarning qiyosiy jadvali ishlab chiqildi; Xiva ichki shahri uchun namlik va cho'kish, Samarqand me'moriy majmualari uchun tuproq sho'rlanishi va gumbaz deformatsiyasi, Toshkent tarixiy kvartallari uchun esa jadal urbanizatsiya bosimi asosiy geoekologik xavf omillari sifatida aniqlandi. Tadqiqot xulosalari sun'iy intellekt asosidagi monitoring modulini Milliy geoportal va Yagona kadastr tizimiga integratsiyalash bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi hamda dissertatsiyaning keyingi boblarida qo'llaniladigan uslubiy asosni tashkil etadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt; neyron tarmoqlar; geodezik monitoring; kartografik modellashtirish; geoekologik barqarorlik; tarixiy-madaniy meros; InSAR; masofadan zondlash; chuqur o'rganish; Milliy geoportal.

Аннотация: В статье анализируются функциональные и технические возможности технологий искусственного интеллекта и алгоритмов нейронных сетей — в частности, в рамках процессов геодезического мониторинга и картографического моделирования — для обеспечения геоэкологической устойчивости городов Ташкент, Самарканд и Хива, обладающих значимым историко-культурным наследием. Целью исследования является разработка научно-методических основ интеграции данных дистанционного зондирования, радарной интерферометрии (InSAR) и геоинформационных систем (ГИС) с алгоритмами глубокого обучения. Методология исследования включала такие методы, как сегментация типов земного покрова и плотности застройки с использованием сверточных нейронных сетей (CNN), прогнозирование динамики климата и температуры на основе временных рядов с применением сетей с долгой краткосрочной памятью (LSTM), а также классификацию рисков просадки грунта и деградации территорий с помощью алгоритмов «случайный лес» (Random Forest) и градиентного бустинга (LightGBM/GBDT). В результате была разработана обобщенная функциональная схема и составлена сравнительная таблица алгоритмов для мониторинга геотехнического состояния исторических памятников во всех трех городах; были выявлены ключевые геоэкологические факторы риска: влажность и просадка грунта для исторического центра Хивы; засоление почв и деформация купольных конструкций для архитектурных комплексов Самарканда; а также давление стремительной урбанизации на исторические кварталы Ташкента. Результаты исследования служат основой для разработки практических рекомендаций по интеграции модуля мониторинга на базе ИИ в Национальный геоportal и Единую систему кадастра, а также формируют методологическую базу для последующих глав диссертации.

Ключевые слова: искусственный интеллект; нейронные сети; геодезический мониторинг; картографическое моделирование; геоэкологическая устойчивость; историко-культурное наследие; InSAR; дистанционное зондирование; глубокое обучение; Национальный геоportal.

Annotation: This article analyzes the functional and technical capabilities of artificial intelligence technologies and neural network algorithms—specifically within geodetic monitoring and cartographic modeling processes—for ensuring the geoecological stability of the cities of Tashkent, Samarkand, and Khiva, which house significant historical and cultural heritage sites. The study aims to develop scientific and methodological foundations for integrating data from remote sensing, radar interferometry (InSAR), and geographic information systems (GIS) with deep learning algorithms. The research methodology employed techniques such as land cover and building density segmentation using convolutional neural networks (CNN), climate and temperature dynamics forecasting based on time series via long short-term memory (LSTM) networks, and the classification of subsidence and degradation risks

using Random Forest and gradient boosting (LightGBM/GBDT) algorithms. As a result, a generalized functional scheme and a comparative table of algorithms were developed to monitor the geotechnical condition of historical monuments in all three cities; specific primary geo-ecological risk factors were identified: moisture and subsidence for the inner city of Khiva; soil salinity and dome deformation for Samarkand's architectural complexes; and rapid urbanization pressure for Tashkent's historical quarters. The research findings serve to develop practical recommendations for integrating the AI-based monitoring module into the National Geoportal and the Unified Cadastre System, and form the methodological basis for the subsequent chapters of the dissertation.

Keywords: artificial intelligence; neural networks; geodetic monitoring; cartographic modeling; geo-ecological stability; historical-cultural heritage; InSAR; remote sensing; deep learning; National Geoportal.

1. Kirish

O'zbekistonning Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlari nafaqat milliy, balki jahon tarixiy-madaniy merosining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi — Samarqand va Xivaning tarixiy markazlari YUNESKOning Butunjahon merosi ro'yxatiga kiritilgan. Ushbu hududlarda antropogen bosimning kuchayishi (jadal urbanizatsiya, turizm oqimining ortishi, muhandislik-kommunikatsiya tarmoqlarining kengayishi) va tabiiy omillar (tuproq sho'rlanishi, yer osti suvlari sathining o'zgarishi, seysmik faollik, iqlim o'zgarishi) tarixiy obyektlarning geotexnik holatiga uzluksiz salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Shu sababli tarixiy shaharlar hududlarining geoekologik barqarorligini geodezik-kartografik vositalar bilan uzluksiz kuzatib borish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

So'nggi o'n yillikda xalqaro tadqiqotchilar tomonidan masofadan zondlash va geoaxborot texnologiyalarini sun'iy intellekt

algoritmllari bilan uyg'unlashtirish borasida keng tajriba to'plangan. Xususan, B. Cuca va hammualliflari Yevropa madaniy meros obyektlaridagi shikastlanishlarni masofadan zondlash va Yer kuzatuv ma'lumotlari asosida monitoring qilish bo'yicha ilmiy va amaliy adabiyotlarni tizimli tahlil qilib, integratsiyalashgan monitoring tizimlarining ustuvorligini asoslagan [9]. P. Ezquerro va hammualliflari Italiyaning Pistoya tarixiy shahrida InSAR radar interferometriyasi ma'lumotlaridan foydalanib, binolarning cho'kishga nisbatan zaifligini baholovchi modelni ishlab chiqqan [8]. G. Caspari va P. Crespo konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) yordamida arxeologik obyektlarni sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan avtomatik aniqlash imkoniyatini ko'rsatgan [10], L. Ma va hammualliflari esa masofadan zondlash sohasida chuqur o'rganish algoritmllarining qo'llanilish yo'nalishlarini umumlashtirgan meta-tahlil taqdim etgan [11]. Muallifning oldingi tadqiqotlarida ham ushbu

yo'nalish rivojlantirilgan: Ugam-Chatkal milliy bog'i hududida iqlim va kriosfera dinamikasini geodezik monitoring qilish tajribasi xalqaro Scopus bazasidagi nashrda yoritilgan [1], milliy geoportalni sun'iy intellekt vositalari bilan takomillashtirish masalalari [2] hamda adaptiv boshqaruv tizimlarida sun'iy intellekt va neyron tarmoqlarni qo'llashning funksional-texnik imkoniyatlari [3] alohida tadqiq etilgan. Bundan tashqari, uch shahar — Toshkent, Samarqand va Xivaning madaniy meros zonalaridagi geoeologik vaziyatning qiyosiy geografik tahlili [4] va ushbu hududlarda yer yuzasi haroratining o'zgarish dinamikasi [5] muallif tomonidan ilgari o'rganilgan bo'lib, mazkur maqola shu tadqiqotlar bilan uzviy bog'liq holda ularning uslubiy asosini kengaytiradi.

Shu bilan birga, xalqaro tajribaning ko'lami kengayib borayotganiga qaramay, O'zbekiston sharoitida — xususan, xom g'isht va paxsa devor konstruksiyalariga ega an'anaviy tarixiy qurilish tipologiyasi, mahalliy iqlim-gidroeologik sharoit hamda milliy SKS-95 koordinatalar tizimi va Yagona kadastr tizimi doirasida — sun'iy intellekt va neyron tarmoq algoritmlarini geodezik monitoring va kartografik modellashtirish jarayonlariga tizimli integratsiyalash bo'yicha yagona uslubiy yondashuv hali to'liq shakllanmagan. Milliy geoportal va kadastr tizimlari asosan klassik GAT tahlili vositalariga tayanadi,

avtomatlashtirilgan o'zgarishlarni aniqlash (change detection) va bashoratli tahlil funksiyalari amalda cheklangan, bu esa muallifning oldingi qiyosiy tahlilida [4] va harorat dinamikasi tadqiqotida [5] ham qisman ta'kidlangan.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, mazkur maqolaning maqsadi — Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlarining tarixiy-madaniy meros hududlarida geoeologik barqarorlikni ta'minlash maqsadida geodezik monitoring va kartografik modellashtirish jarayonlarida qo'llanilishi mumkin bo'lgan sun'iy intellekt va neyron tarmoq usullarining funksional-texnik imkoniyatlarini tizimlashtirish, ularning har bir shahar uchun geoeologik xavf omillariga mosligini aniqlash va Milliy geoportalga integratsiyalash uchun umumlashgan funksional sxema taklif etishdan iborat.

2. Materiallar va usullar

Tadqiqot obyekti sifatida Toshkent shahrining tarixiy kvartallari (Eski shahar hududi), Samarqand shahrining Registon, Shohi Zinda va atrofidagi bufer zonalar, hamda Xiva shahrining Ichon-Qal'a tarixiy yadrosi tanlab olindi. Tahlil uchun quyidagi ma'lumot manbalaridan foydalanish nazarda tutildi: Sentinel-1 radar (SAR) va Sentinel-2/Landsat optik sun'iy yo'ldosh tasvirlari, uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) orqali olingan ortofotoplanlar va raqamli relef modeli (RRM) ma'lumotlari, mahalliy geodezik-markshayder o'lchash natijalari hamda Milliy geoportal va

kadastr tizimining vektor qatlamlari. Barcha fazoviy ma'lumotlar O'zbekiston Respublikasining SKS-95 koordinatalar tizimiga keltirilgan holda qayta ishlashga mo'ljallangan.

Uslubiy jihatdan tadqiqot to'rt yo'nalishdagi sun'iy intellekt va neyron tarmoq algoritmlarini qamrab oladi. Birinchidan, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) yordamida optik tasvirlar asosida yer qoplami sinflari va bino zichligi segmentatsiyasi amalga oshiriladi, bu yondashuv arxeologik va meros obyektlarini aniqlashda xalqaro tajribada o'z samaradorligini ko'rsatgan [10; 11]. Ikkinchidan, uzoq-qisqa muddatli xotira tarmoqlari (LSTM/RNN) ko'p yillik harorat, yog'in va muzlik-iqlim ko'rsatkichlarining vaqt qatorlarini tahlil qilib, kelgusi davr uchun klimatik-

kriosferik dinamikani bashoratlashda qo'llaniladi — bu yondashuv muallifining Ugam-Chatkal milliy bog'idagi monitoring tajribasi [1] va yer yuzasi harorati dinamikasi tadqiqotiga [5] tayanadi. Uchinchidan, tasodifiy o'rmon (Random Forest) va gradient buster (LightGBM, GBDT) algoritmlari InSAR orqali aniqlangan cho'kish tezligi ko'rsatkichlarini gidrogeologik, litologik va antropogen omillar bilan birlashtirib, xavf darajasini tasniflash uchun ishlatiladi, bu Pistoya tarixiy shahri misolida sinovdan o'tgan yondashuvga mos keladi [8]. To'rtinchidan, gibrid CNN-BiGRU-Attention tipidagi tarmoqlar fazoviy-vaqtinchalik InSAR seriyalarini birgalikda tahlil qilib, deformatsiyaning kelgusi qiymatlarini bashoratlash imkonini beradi.

1-jadval. Sun'iy intellekt va neyron tarmoq algoritmlarining geodezik monitoringdagi funksional imkoniyatlari

Algoritm turi	Kirish ma'lumotlari	Bajaradigan vazifasi	Manba
CNN (segmentatsiya)	Sentinel-2/UAV optik tasvirlar	Yer qoplami va bino zichligini tasniflash	[10; 11]
LSTM / RNN	Ko'p yillik harorat, iqlim vaqt qatorlari	Klimatik-kriosferik dinamikani bashoratlash	[1; 5]
Random Forest / LightGBM / GBDT	InSAR cho'kish tezligi + gidrogeologik omillar	Cho'kish va degradatsiya xavfini tasniflash	[8]
CNN-BiGRU- Attention (gibrid)	Fazoviy-vaqtinchalik InSAR seriyasi	Deformatsiyaning bashoratli monitoring qilish	[8]
Geospatial risk-scoring AI	Ko'p manbali GAT qatlamlari	Meros obyektlari bo'yicha xavf reytingini shakllantirish	[9]

Yuqoridagi algoritmlarni yagona monitoring tsikliga birlashtirish maqsadida quyidagi besh bosqichli

funksional sxema ishlab chiqildi (2-jadval): ma'lumot yig'ish, oldindan ishlov berish, sun'iy intellekt asosida

tahlil, kartografik modellashtirish va qaror qabul qilish bosqichlari o'zaro

ketma-ket va qayta aloqa (feedback) tamoyili asosida bog'langan.

2-jadval. Sun'iy intellekt asosidagi geodezik monitoring va kartografik modellashtirishning funksional sxemasi

Bosqich	Mazmuni	Kutilayotgan natija
1. Ma'lumot yig'ish	SAR/optik sun'iy yo'ldosh tasvirlari, UAV ortofoto, geodezik o'lchash va kadastr qatlamlarini jamlash	Yagona ma'lumotlar bazasi
2. Oldindan ishlov berish	Radiometrik-geometrik tuzatish, SKS-95 tizimiga keltirish, shovqinlarni tozalash	Standartlashtirilgan fazoviy qatlamlar
3. AI/neyron tarmoq tahlili	CNN segmentatsiyasi, LSTM bashorati, RF/GBDT tasniflash, InSAR-AI fuziyasi	Tasniflangan va bashoratlangan ko'rsatkichlar
4. Kartografik modellashtirish	Xavf xaritalari, dinamik qatlamlar, 3D vizualizatsiya shakllantirish	Interaktiv kartografik model
5. Qaror qabul qilish	Milliy geoportal va Yagona kadastr tizimiga natijalarni uzatish, monitoring tsiklini yangilash	Muhofaza chora-tadbirlari bo'yicha tavsiyalar

3. Natijalar

Tadqiqot natijasida sun'iy intellekt va neyron tarmoq algoritmlarining Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlaridagi tarixiy-madaniy meros obyektlari uchun tegishliligi shahar kesimida farqlanishi aniqlandi. Bunga sabab har bir shahar geologik-gidrologik sharoiti, qurilish tipologiyasi va antropogen bosim darajasining o'ziga xosligidir. Xiva shahrining Ichon-Qal'a tarixiy yadrosida paxsa va xom g'ishtdan qurilgan devorlarning namlik ta'sirida yemirilishi va mahalliy cho'kish jarayonlari ustuvor xavf omili hisoblanadi, shu sababli bu yerda CNN asosidagi segmentatsiya usulini Random Forest tasniflagichi bilan birlashtirish

devor asos qismidagi namlik zonalarini avtomatik aniqlash imkonini beradi. Samarqand shahridagi Registon va Shohi Zinda majmualarida tuproq sho'rlanishi hamda gumbaz-minoralarning millimetrik darajadagi deformatsiyasi asosiy muammo bo'lib, bunday holatlarda InSAR ma'lumotlarini CNN-BiGRU-Attention gibrid tarmog'i bilan tahlil qilish erta bashoratlash imkoniyatini yaratadi. Toshkent shahrining tarixiy kvartallarida esa jadal urbanizatsiya, yer osti suvlari sathining o'zgarishi va qurilish bosimi ustuvor omil bo'lib, bu yerda LSTM vaqt qatori tahlili va geospatial risk-scoring usullarining birgalikda qo'llanilishi maqsadga muvofiqdir.

3-jadval. Shaharlar kesimida geoeologik xavf omillari va tavsiya etiladigan AI/NN usullari

Shahar / obyekt	Asosiy geoeologik xavf omili	Tavsiya etiladigan AI/NN usul	Kutilayotgan natija
Xiva (Ichon-Qal'a)	Namlik ko'tarilishi, mahalliy cho'kish, paxsa devorlarning yemirilishi	CNN segmentatsiyasi + Random Forest tasniflash	Namlik zonalarini avtomatik aniqlash
Samarqand (Registon, Shohi Zinda)	Tuproq sho'rlanishi, gumbaz va minora deformatsiyasi	InSAR + CNN-BiGRU-Attention	Millimetrik deformatsiyani erta bashoratlash
Toshkent (tarixiy kvartallar)	Jadal urbanizatsiya, qurilish bosimi, yer osti suvlari sathi o'zgarishi	LSTM vaqt qatori tahlili + geospatial risk-scoring	Urbanizatsiya bosimi dinamikasini uzoq muddatli bashoratlash

Shuningdek, ishlab chiqilgan besh bosqichli funksional sxema (2-jadval) har uch shahar uchun umumiy metodologik asos bo'lib xizmat qilishi, biroq uchinchi bosqichdagi (AI/neyron tarmoq tahlili) aniq algoritmlar tanlovi mahalliy geoeologik sharoitga moslashtirilishi lozimligi aniqlandi. Bu esa milliy geoportal tarkibida yagona, ammo moslashuvchan sun'iy intellekt modulini yaratish imkoniyatini ko'rsatadi.

4. Muhokama

Olib borilgan tahlil kirish qismida ilgari surilgan taxminni — O'zbekistonda tarixiy shaharlar hududlarini geodezik-kartografik monitoring qilishda sun'iy intellekt va neyron tarmoq algoritmlarining tizimli integratsiyasi hali yetarlicha rivojlanmaganligini — tasdiqladi. Shu bilan birga, xalqaro tajriba (Pistoya, Yevropa madaniy

meros obyektlari, arxeologik CNN tadqiqotlari) [8; 9; 10; 11] O'zbekiston sharoitiga moslashtirilgan holda qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatdi, biroq bunda bir qator cheklovlarni hisobga olish zarur. Birinchidan, xom g'isht va paxsa konstruksiyali tarixiy binolar uchun maxsus belgilangan (label qilingan) o'quv ma'lumotlar to'plamining yo'qligi CNN va boshqa chuqur o'rganish modellarining aniqligini pasaytirishi mumkin, shu sababli Toshkent, Samarqand va Xiva bo'yicha UAV va InSAR arxividan milliy o'quv ma'lumotlar bazasini shakllantirish ustuvor vazifa hisoblanadi. Ikkinchidan, sun'iy intellekt modulini Milliy geoportal va Yagona kadastr tizimiga integratsiyalash SKS-95 koordinatalar tizimi va "Raqamli O'zbekiston" dasturi doirasida belgilangan texnik-me'yoriy talablarga muvofiqashtirilishini talab qiladi.

Uchinchidan, hisoblash infratuzilmasi va ma'lumotlarni saqlash quvvatiga bo'lgan ehtiyoj, ayniqsa vaqt qatori va radar ma'lumotlarini real vaqt rejimida qayta ishlashda, alohida investitsiya va texnik tayyorgarlikni taqozo etadi.

Amaliy nuqtai nazardan, ishlab chiqilgan funksional sxema va qiyosiy jadval (2- va 3-jadvallar) muallifning ilgari e'lon qilingan tadqiqotlari — milliy geoportalni sun'iy intellekt vositalari bilan takomillashtirish [2], adaptiv boshqaruv tizimlarida neyron tarmoqlarni qo'llash [3], raqamli kadastr texnologiyalari [6] va veb-kartografiya sohasidagi nazariy masalalar [7] — bilan uzviy bog'liq holda, ularni tarixiy-madaniy meros hududlariga nisbatan ixtisoslashtiradi. Kelgusi tadqiqotlarda ushbu funksional sxemaning bitta tanlangan obyekt (masalan, Xiva Ichon-

Qal'asi) misolida amaliy sinovdan o'tkazilishi, olingan natijalarning an'anaviy geodezik o'lchash usullari bilan solishtirilishi va aniqlik ko'rsatkichlarining statistik baholanishi dissertatsiyaning navbatdagi boblarida yoritiladi.

5. Xulosa

Sun'iy intellekt va neyron tarmoq algoritmlarini geodezik monitoring va kartografik modellashtirish jarayonlariga integratsiyalash Toshkent, Samarqand va Xiva shaharlaridagi tarixiy-madaniy meros obyektlarining geoeologik barqarorligini ta'minlashda sifat jihatidan yangi bosqichga o'tish imkonini beradi, biroq bu jarayon mahalliy sharoitga moslashtirilgan uslubiy asos, o'quv ma'lumotlar bazasi va institutsional tayyorgarlikni talab etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Yuldoshev, J. (2025). Roller of unmanned aerial vehicles in agricultural crop vegetation // Экономика и социум. – 2025. – №2-1 (129). – P. 715–725.
2. Yo'ldoshev, J. (2026). Milliy geoportalni sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida takomillashtirish va optimallashtirish (O'zbekiston misolida) // Natsciences.uz – Topical Issues of Natural and Applied Sciences. – 2026. – Vol. 2, №1. – P. 19–24.
3. Egamberdiev, A., Teshaev, N., Abdimuminov, B., Ruzikulova, O., Yuldoshev, J., Karshibaeva, L. Monitoring climate dynamics and cryospheric changes in Ugam Chatkal National Park, Uzbekistan: a remote sensing and GIS-based analysis.
4. Shukina, O., Abdukarimov, M., Ergashev, M. (2025). Creation of 1:1000 scales topographical plans for wind power plant design purposes using unmanned aerial photography // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2025. – Vol. 3347, №1. – P. 020006.
5. Shukina, O., Abdukarimov, M., Valieva, A., Muminov, A. (2025). DJI Matrice 300RTK Topography Mapping for Khojikent PSPP, Uzbekistan // BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Vol. 173. – P. 03020.

6. Abdukarimov, M.M. (2026). GNSS-based deformation monitoring of earthfill dams: methodology and application at the Topalang dam, Uzbekistan // BG Pulse Journal. – 2026. – Vol. 2, №6. – P. 4387–4393.
7. Schukina, O., Abdukarimov, M., Valieva, A. (2024). Creating a 3D terrain model for the territory of the Hasti-Imom ensemble in Tashkent, Uzbekistan // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Vol. 497. – P. 02024.
8. Yo'ldoshev J.O., Safarov E.Y., Prenov Sh.M. Adaptiv boshqaruv tizimlarida sun'iy intellekt va neyron tarmoqlarini qo'llashning funksional-texnik imkoniyatlari // Geodeziya, kartografiya va geoinformatika. – 2026. – 1-maxsus son. – B. 631-634.
9. Yo'ldoshev J.O., Bekanov K.K., Ochilov Sh.Sh. Web-kartografiyada geoportal va kartografik xizmatlarning nazariy masalalari // Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti ilmiy jurnali.
10. Yo'ldoshev J.O., Egamberdiyev A., Jo'rayev D.S. Turizm va turistik faoliyatni kartografik asarlar bilan ta'minlash haqida // "Turizm sohasi milliy iqtisodiyotning muhim drayveri" xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. – Samarqand, 2023-yil 25-noyabr. – B. 24-28.
11. Yo'ldoshev J.O. Digital Technologies in the National Cadastre System // Экономика и социум. – 2025. – №11(138).
12. Egamberdiyev A., Abdumo'minov B., Umirbayeva A., Yo'ldoshev J.O. Yer yuzasi haroratining o'zgarish dinamikasi // Geodeziya, kartografiya va geoinformatika. – 2025. – №4-son.
13. Yo'ldoshev J.O., Allanazarov O.R. Qishloq xo'jaligi yerlarini sho'rlanishini oldini olishda masofadan zondlash materiallaridan foydalanishni takomillashtirish (Xorazm viloyati misolida) // Fundamental va amaliy geografik tadqiqotlarda innovatsiyalar. Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. – Toshkent, 2022-yil 14-15 oktyabr. – B. 298-300.
14. Yo'ldoshev J.O., Allanazarov O.R., Bekanov K.K. Sho'rlangan tuproq va uning meliorativ holatini GIS texnologiyasi asosida kartalashtirish // O'zbekistonda yer resurslarini boshqarish va ulardan samarali foydalanish tamoyillari: muammo va yechimlar. Respublika onlayn ilmiy-amaliy konferensiya. – Farg'ona, 2022-yil 23-24 sentabr. – B. 804-808.
15. Ezquerro P., Del Soldato M., Solari L., Tomás R., Raspini F., Ceccatelli M., Fernández-Merodo J.A., Casagli N., Herrera G. Vulnerability Assessment of Buildings due to Land Subsidence Using InSAR Data in the Ancient Historical City of Pistoia (Italy) // Sensors. – 2020. – Vol. 20, No. 10. – 2749.
16. Cuca B., Zaina F., Tapete D. Monitoring of damages to cultural heritage across Europe using remote sensing and earth observation: Assessment of scientific and grey literature // Remote Sensing. – 2023. – Vol. 15, No. 15. – 3748.

17. Caspari G., Crespo P. Convolutional neural networks for archaeological site detection – Finding "princely" tombs // *Journal of Archaeological Science*. – 2019. – Vol. 110. – 104998.
18. Ma L., Liu Y., Zhang X., Ye Y., Yin G., Johnson B.A. Deep learning in remote sensing applications: A meta-analysis and review // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2019. – Vol. 152. – P. 166-177.
19. Xujayev, M. (2020). Mahmudkhuja Behbudiy as a leader of jadid reforms. *The Light of Islam*, 3, 39-47.
20. Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical and thermal properties via FDM and bioprinting. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 1-25.
21. Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusufov, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. *Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI*, 214(3/4), 84.
22. Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. *European Journal of Innovation in Nonformal Education*, 2(6), 134-136.
23. Xujayev, M. I. (2018). THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK. *Мировая наука*, (6 (15)), 61-63.
24. Хужаев, М. И. (2018). АХМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ. In *Инновационные подходы в современной науке* (pp. 177-182).
25. Khujaev, M. (2024). AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY. *Экономика и социум*, (1 (116)), 235-239.

Abdurahmonov Bobur Tohir ogli*Alfraganus University*

ORC-ID: 0000-0002-0644-4740

Sanatoriums and architecture**Abstract.**

After the independence of Uzbekistan, a significant increase in the development process in the socio-economic sphere is noticeable. Depending on the increase in the cultural level and material well-being of the population of the republic, its activity, purchasing power, demand for sports, entertainment and other public service institutions will also increase. In recent years, the arrival of foreign tourists to our republic has increased significantly. Foreign businessmen attend scientific conferences, symposia, and creative meetings held in our country. visits of diplomats became significantly more active. All this creates an objective condition for the rapid development of buildings, hotels, and shopping centers aimed at serving public interests. The government of Uzbekistan has included the acceleration of the development of scientific and technical development and the construction of residential, public and industrial buildings, the strengthening of the material and technical base of new building materials and construction among the priority directions.

Keywords. Buildings, structures, constructive, spatial, practical, technical, economy.

INTRODUCTION.

After the independence of Uzbekistan, a significant increase in the development process in the socio-economic sphere is noticeable. Depending on the increase in the cultural level and material well-being of the population of the republic, its activity, purchasing power, demand for sports, entertainment and other public service institutions will also increase. In recent years, the arrival of foreign tourists to our republic has increased significantly. Visits of foreign businessmen and diplomats to scientific conferences, symposiums, and creative meetings held in our country have significantly increased. All this creates and objective conditions

for the rapid development of buildings, hotels, and shopping centers aimed at serving public interests. The government of Uzbekistan has included the acceleration of the development of scientific and technical development and the construction of residential, public and industrial buildings, the strengthening of the material and technical base of new building materials and construction among the priority directions.

LITERATURE REVIEW.

One of the prominent factors for the study of the memory of the mountain regions of the Republic of Uzbekistan is V.L. Vyatkin, V.V. Barthold, M.E. Masson, Ya.G. Gulomov, G.A. Pugachenkova, L.I.

Rempel, O.A. Sukharova, A.A. Samenov, A.S. Uralov M.I. Akhmedov D.A. The scientific works of Nazilov and others are related.

There are hundreds of works of foreign scholars in this regard. Generalization of the architecture of existing sanatoriums in Uzbekistan and the experience of their construction and study of the historical development of R.R. Abdurasulov, V.A. Voronika, V.D. Dimitriev, P.Zokhidov, I.I. Notkin, V.A. Nilsin, S.N. Poluponov, N.I. Sodikov. R.T. Toshtemirov D.A. Scientific works of Nozilov and others are devoted.

Among the works on the architecture of sanatoriums in Uzbekistan and the problems of their development and restoration, D.A. Nazilov, A.A. Shukurov, N.I. Sadikov, A.S. Uralov. R.T. Toshtemirov, D.A. Nozilov, Rakhimov K.J. and others' scientific works are noteworthy.

Nowadays, scientists of UzNITI urban planning, Republican Art Institute named after Khamza, TAQI and SamDAQI faculties are engaged in the development of modern recreation centers and their restoration, preservation and use for modern purposes.

Purpose and tasks of the work. Designing and development of recreation and health facilities is considered in the integrated system of architectural urban planning, identifying the advanced technologies of sanatoriums and recreation complexes in our country and abroad and developing project proposals for

creating recreation and health facilities based on the modern architecture and urban planning system in the conditions of the mountainous regions of Uzbekistan.

- To study and analyze the experience of sanatoriums of our Republic and foreign countries;
- Analysis of architectural-planning compositional and artistic solutions of recreation and wellness complexes in mountain areas;
- To study the experience of construction of recreation, accommodation and sanatoriums;
- Designing and developing modern requirements for recreation and wellness complexes in mountain areas, as well as providing a project proposal.

METHODOLOGY.

Requirements for the quality of design and construction of newly built objects are increasing. The main criteria for the design of public buildings are a high level of comfort that ensures an increase in labor productivity, savings that contribute to a decrease in capital and operating costs, and a high level of their architectural-artistic characteristics.

Public buildings and their complexes are artificially created environments designed to carry out one or more interrelated processes of human life. The main factor of public buildings and structures is to achieve the basis of its spatial planning to serve the society during the life activity of a person. So there are factors to

consider. These are: social, urban planning, natural.

- To study and analyze the experience of sanatoriums of our Republic and foreign countries;

- Analysis of architectural-planning compositional and artistic solutions of recreation and wellness complexes in mountain areas;

- To study the experience of construction of recreation, accommodation and sanatoriums;

- Designing and developing modern requirements for recreation and wellness complexes in mountain areas, as well as providing a project proposal.

Public buildings are designed for the temporary visit of a large number of visitors (theater, hotel, department store, stadium, etc.). Therefore, communication, the reception and rescue of visitors are particular importance for public buildings. In this regard, great attention is paid to horizontal and vertical connectors of public buildings (lobbies, corridors, ramps, elevators, escalators, etc.). Also, one of the characteristic features of public buildings is the presence of rooms (halls) intended for a large number of people [Akhmadov M.S 2005 -45].

Usually, public buildings are located in residential areas. It occupies a central position in a city or village and serves as the main object in the creation of architectural ensembles [Nazilov D.A 2001. -30].

The buildings of the tourist resort are built for the purpose of short-term

living of people and providing services based on cultural and household needs. Such structures must be equipped with all kinds of necessary communal facilities (water, sewerage, heating devices, etc.) and be provided with a service complex based on modern QMQ.

Tourist resorts build in cities, working-class settlements and rural areas.

The construction of special tourist resorts is widespread, including tourist resorts, hotels, tourist resorts for athletes, etc.

Classification of tourist resorts

Depending on comfort, capacity and technical equipment, as well as the volume of services offered, tourist resorts in Uzbekistan and the international arena are divided into 5 types of construction.

Rooms can accommodate from one to four people. Rooms with five or more beds are included in the general housing category (dormitory).

Plumbing equipment of the rooms can be different: full (washbasin, toilet, bathtub, bidet) or reduced (washbasin, bathtub or shower). There is also a more reduced system: a sink, a toilet or a single sink.

The number, type, living space and plumbing equipment of the tourist resort buildings, motels and campsites are accepted according to the construction level table [Nazilov D.A 2001. -40]

Tourist resorts are divided into the following types according to their purpose and nature of use: general

type, camping, tourist, sportsmen, transients, motels for motorists, etc. All these have their own characteristics, and it is necessary to take them into account in the project.

Tourist resorts of general type should meet the needs of all citizens, including delegations, guests, business travelers, sports tourists, and others. Therefore, tourist resorts can have different categories and different room systems [5].

Tourist resorts build in natural, beautiful corners of nature, near the sea, rivers, mountains, lakes or forests.

In our republic, including provinces, cities and districts, significant works have been carried out in the social life of our republic. Auxiliary farms were established for the residents of the village, and favorable conditions were created for the construction of land plots and housing for their management. State programs have been developed and implemented on the issues of protecting human health, improving the medical culture of the population, raising the material base and quality of the educational system, which is one of the most important issues for us.

Since ancient times, sanatoriums have been regarded as places where people can rest and relax in order to restore their health. Today, the demand for sanatoriums in modern cities is increasing year by year. The system of sanatoriums has a special place.

The standard area of the rest room is 9 m² for one person, and 12 m² for two people. But according to ShNK 208.02-07, these areas can be changed according to the level of comfort of the tourist resort and rooms. It is taken into account that the sanitary units in the rest rooms have a front entrance (drum) [QMQ 3.01.08-99. -55]

Equipment in the sanitary unit depends on the level of comfort of the room and tourist resorts. The sanitary unit and the area in front of it is usually 5-6 m². A wardrobe will be built on the wall of the front hall. The floor height of tourist resorts is considered the same as residential buildings according to the climatic conditions of the district. The width of the main corridors should not be less than 1.8 m. The front gateway device in each room completely separates the auxiliary part of the room from its living part, acting as a sound barrier between the room and the corridor.

In order to ensure the moderation of the internal microclimate, it is necessary to pay close attention to the conditions of natural lighting and ventilation of the rest rooms. The best directions for rest rooms are south and southeast. In this direction, the sunlight penetrates into the room to a lesser extent in the summer, and to a large part of the room in the winter.

When determining the orientation of the rest rooms, it is necessary to focus on the attractive side of the landscape.

A different aspect of the solution of living rooms in recreation, tourism and health rehabilitation facilities is the planning of special daytime recreation zones based on functional requirements.

Planning of living rooms of tourist resorts, as a rule, is carried out in corridors with rooms on one or two sides. The length of the corridor and the body is determined based on the dimensions of the construction area allocated for the tourist resort and fire safety requirements, using the number of installed stairs as follows:

residential floor plan with a rectangular corridor, with rooms on both sides;

- a rectangular one-corridor residential floor plan with rooms on one side, this method is used when there is a need for the rooms of the tourist resort to have specific purposes;

- the plan of the residential floor is a closed rectangle, square, or rooms are located on both sides. The most appropriate orientation of the bedrooms is achieved by turning them horizontally to the positive side in relation to the corridor.

General type spa, tourist (tourist) and other types of tourists are included in the group of dining rooms in rest areas.

The total number of seats in restaurants and cafes is calculated on the basis of 100% of the capacity of tourist resorts, and is designed on the basis of 1.8 m of hall area for 1 person.

Self-service catering is provided in resorts and tourist bases.

Dining halls are designed in such a way that they feed 50% of the tourists living in the resorts in one room, and the standard area of the hall for 1.

The practical significance of the research is that the developed scientific recommendations and conclusions lead to the preservation of nature and ecology of sanatoriums and recreation centers and to the improvement of the quality of their architectural environment.

In the introductory part of the dissertation, the relevance of the research topic, the purpose and tasks of the work, the status of the problem, the scientific innovation of the research, the research subject, the object, the method of execution and its practical significance are revealed.

Sanatoriums in the mountain areas of the Republic of Uzbekistan, their general characteristics, the process of organization, their place in the development of society, study of the facilities of sanatoriums and recreation centers of our country at the end of the 19th and the beginning of the 20th century. Based on them, scientific conclusions are given.

Studying facilities of sanatoriums built in our republic and foreign countries. Architectural planning analysis of sanatoriums and rest areas. Theoretical foundations and functional solutions of memory-planning solutions of recreation and wellness complexes, scientific conclusions based on them

Based on the requirements for functional planning and memory artistic and compositional solutions of sanatoriums and recreation complexes, project proposals have been made for the Mingchiror, Kaynar recreation and health center.

In the conclusion part, the scientific proposal developed on the basis of the results of the dissertation, as well as projects and considerations are given. The topic of the dissertation was documented in 2 scientific articles and published in SamDAQI (2015-2016) scientific conferences of young scientists and students.

Discussion

The end of the 2nd millennium BC and the beginning of the 1st millennium BC are notable for the large-scale migration of tribes and peoples in Central Asia, the beginning of the early Iron Age. During this period, the main historical and cultural regions of Central Asia were formed: Bactria, Margyona, Sogd, Khorezm. During this period, the first cities, the centers of agricultural oases, and the first states are formed in this region. From this period, the urban culture in Central Asia develops continuously and rapidly. Between Syrdarya and Amudarya, in the oases of Zarafshan and Kashkadarya, the ancient Sogdian people and settled farming culture were formed. From the beginning of the first century BC, two main oases, Karshi and Shahrisabz oases, were formed in Kashkadarya.

Greek historians who came to our country with Alexander the Great at the end of the 4th century AD remember Nautaka and Nikshapa, two historical and cultural regions in the Kashkadarya valley. The remains of this city are located 5 kilometers northwest of the present city of Karshi, 1.5 kilometers south of the Erkurgan fortress [Akhmedov M.K. 1995 -25].

In the early Middle Ages, noblemen and artisans, weavers and builders moved here from the old capital. In the VII-VIII centuries, their workshops protected the main fortress from the east and south, extended to the river bank and gradually occupied the bend on the left bank of Kashkadarya. During this period, the fortress walls seriously lose their defensive value. The inner structure of the city will change. Undoubtedly, the palace remained a part of the structure that housed the ruler's throne and treasury, a prison and a military garrison.

The authors of the 10th century report that the fortifications were destroyed and even destroyed. The large areas between the artisans' quarters and the fortifications were occupied by markets specialized in the sale of individual goods. In his work, the historian Sam'ani describes the street of jewelers leading to the market square, the caravanserai of Khan az-Baziddin, the caravanserai of cloth trade, and the Jubak bazaar where fruits are sold [Uralov A.S. 2008. -50].

CONCLUSION.

The treatment zone is organized in sanatorium complexes, sanatorium hotels, and multifunctional complexes incorporating these institutions. Usually, a water-mud treatment spa polyclinic, healing pools are included in the system of such a zone. It is taken into account that treatment facilities and beds are conveniently connected to each other.

There will be space for healing water and mud treatment rooms, and an auxiliary yard will be included here, where conditions will be created for the regeneration of healing mud and storage of mineral water. Cultural and entertainment facilities are located away from the zone of dormitory buildings, in the most visited park (garden) parts of the complex. As a rule, these include halls, summer cinemas, and dance floors [Uralov A.S.-45].

Each living room has a loggia or a balcony, which should provide the residents of the sanatorium with a long stay in the embrace of nature and fresh air.

The orientation of the dormitories of sanatoriums must strictly comply with the regulatory requirements. South and southeast orientation are positive. In the west and south-west orientation, if it heats up more than normal in summer, it cannot retain heat in winter. In general, the range of positive orientation depends on the geographical latitude of the place.

The composition of the group of treatment and diagnostic rooms of my

sanatorium depends on the capacity and field (profile, specialty) of the sanatorium.

Construction standards and rules were developed for sanatoriums intended for the treatment of relatively common gastrointestinal diseases, blood circulation, movement and nervous system (on special orders, patients with spinal cord damage, tuberculosis, psychoneurological diseases, as well as children and adolescents projects of sanatoriums for treatment will be developed).

In sanatoriums where treatment with healing mud is carried out, it is advisable to place this department on the same floor from the point of view of technological requirements and characteristics. With reliable protection (isolation) of X-ray rooms, it is necessary to eliminate the possibility of the radiation being caught by the covers and walls and affecting the patient.

In the process of completing the Master's dissertation project, as a result of studying the state of world-class spas in Sochi, sanatorium recreation complexes in Dubai, and health and recreation complexes in Uzbekistan, spas and sanatoriums, analyzing their advantages and disadvantages and their economic efficiency, Mingchinor health resort of Kitab district, Kashkadarya region, with a population of 30,000 people, and according to the functional and operational, economic, architectural normative, environmental protection

requirements, the recreation center is designed based on the rules and norms in force in Uzbekistan [Akhmadov M.S. 2005. -40].

Complex processes in sanatoriums and recreation centers include:

-Infrastructure impact, people movement and engagement opportunities

- The surface of the future object is separate from the functional requirements for different purposes

- Taking into account the zoned planning ensures that the exploitation process goes smoothly with the identification of elements.

1. The planned Mingchinor health and recreation centers of Kitab district of Kashkadarya region have the following advantages compared to other sanatoriums in Kashkadarya region:

a) the building is located on the outskirts of the city and occupies a large area;

b) the building is located on the border of the Kitab district in a convenient area for residents;

REFERENCES:

1. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif. Arxitekturaviy loyihalash. 60730100 – Arxitektura mutaxassisligi talablari uchun o'quv-uslubiy qo'llanma – Toshkent :,2024. – 52 b.
2. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif. Shaharsozlikning tuzilishi va xususiyatlari 60731400 –Urbanistika mutaxassisligi talablari uchun o'quv qo'llanma,Toshkent:,2024.14b.<https://portfolio.afu.uz/storage/documents/ZdnAQaW0IPcXRrIOFRltcKRTyTuh9fd0QkjOaG2j.pdf>
3. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif. Shaharsozlik asoslari 60730100 – Arxitektura mutaxassisligi talablari uchun o'quv qo'llanma – Toshkent .:, 2025. – 164 b.

c) I will create comfortable conditions for people relaxing and healing due to the fact that the rooms of the planned building are spacious and comfortable, there is a fitness club and an indoor swimming pool in the center.

2. The project of the building of the health and recreation center was determined in conjunction with the sanitary-technical requirements and the moderate city climate, the earthquake-resistant volume-planning and structural solutions of the building of the health center, and their dimensions and configuration.

The farm area and servants' quarters are usually located outside the resort and recreation areas, in neutral, special areas separated from the recreation and resort areas. The territory of the complex where buildings and structures are located should be in the form of a landscaped park. The area should be organized in such a way that the view from the park will allow you to relax among the green areas.

4. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif. O'zbekistonning tog' va tog' oldi hududlarida dam olish va davolanish maskanlarini arxitekturaviy shakllantirish va uning turizmga tasiri. Memorchilik va Qurilish muammolari (ilmiy texnik jurnal) – Samarqand, 2018 - b. 20-22. 2018, № 1. <https://samdaq.edu.uz/sites/default/files/institut-ilmiy-jurnali/2018%2B1.pdf>
5. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif. Mamlakatimiz shaharlaridan uzoq hududlarda joylashgan aholi punktlarining zamonaviy-arxitekturaviy rivojlanishi va unga ta'sir etivchi texnik iqtisodiy omillar. Memorchilik va Qurilish muammolari (ilmiy texnik jurnal) – Samarqand, 2018 - b. 20-22. 2018, № 3.
6. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif. Geographical Distribution Of Recreational Tourist Facilities In The Chirchik Valley. International Journal of Research-2020-b.972-976bet. <https://hemis.tiace.uz/science/publication-scientific-edit>.
7. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif.. Sanatoriyga arxitekturaviy funksional talablar. Arxitektura qurilish va dizayn (ilmiy texnik jurnal) – Toshkent, 2023-b.148-152023, №4 <https://samdaq.edu.uz/sites/default/files/institut-ilmiy-jurnali/2018%2B3.pdf>
8. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif.. Davolash binolari shifoxonalar va ularning tipologiyasi. Arxitektura qurilish va dizayn (ilmiy texnik jurnal) – Toshkent, 2024 - b. 146-149. 2024, №1. <https://taqu.uz/taqu-ilmiy-jurnallari>
9. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif.. Shifoxonalarni loyihalashga qo'yilgan talablar. Arxitektura qurilish va dizayn (ilmiy texnik jurnal) – Toshkent, 2024 - b. 446-448. 2024, №3. <https://taqu.uz/taqu-ilmiy-jurnallari>
10. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif.. Noqulay sharoitlarda yashash uylarini loyihalash va amaliy tahlil qilish uslublari. Arxitektura qurilish va dizayn (ilmiy texnik jurnal) – Toshkent, 2024 - b. 461-464. 2024, №3. <https://taqu.uz/taqu-ilmiy-jurnallari>
11. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif.. Sanatoriyalar va davolanish maskanlari arxitekturasi. Memorchilik va Qurilish muammolari (ilmiy amaliy jurnal) – Samarqand. 2024-b. 11-14. 2024, № 4. . <https://taqu.uz/taqu-ilmiy-jurnallari>
12. Abduraxmaonov Bobur, Raxmonov Abdulatif.. Сохраненей и восстонавлений и исторический памятников в годы независимости. IScience Poland. Modern Scientific challenges and trends. collection of scientific conference. Samarqand -2018, 6-8 bet.

13. Xujaev, M. (2020). Mahmudkhuja Behbudiy as a leader of jadid reforms. *The Light of Islam*, 3, 39-47.
14. Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical and thermal properties via FDM and bioprinting. *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*, 1-25.
15. Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusufov, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. *Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI*, 214(3/4), 84.
16. Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. *European Journal of Innovation in Nonformal Education*, 2(6), 134-136.
17. Xujayev, M. I. (2018). THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK. *Мировая наука*, (6 (15)), 61-63.
18. Хужаев, М. И. (2018). АҲМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ. In *Инновационные подходы в современной науке* (pp. 177-182).
19. Khujaev, M. (2024). AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY. *Экономика и социум*, (1 (116)), 235-239.

Raxmonov Abdulatif Toxir o'g'li*Alfraganus Universiteti Turizm fakulteti**Umumkasbiy fanlar kafedrası v.b.dotsenti*<https://orcid.org/0000-0002-6095-6202>

Tog'li va tog' oldi hududlarda aholi turar joylarini rejalashtirishning barqaror arxitektura tamoyillari va ularni takomillashtirish yo'llari

Annotatsiya

Ushbu maqolada O'zbekistonning tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirishning arxitektura va shaharsozlik tamoyillari tahlil qilingan. Tadqiqotda Qashqadaryo va Samarqand viloyatlaridagi aholi punktlarining tabiiy-relyef sharoiti, mavjud qurilish amaliyoti hamda ijtimoiy va muhandislik infratuzilmasining rivojlanish xususiyatlari o'rganildi. Qiyosiy tahlil va tizimli yondashuv asosida tog'li hududlarda tekis yer maydonlaridan oqilona foydalanish, qishloq xo'jaligi yerlarini saqlab qolish hamda turar joylarni barqaror rivojlantirish imkoniyatlari baholandi. Tadqiqot natijalari tog'li hududlarda zamonaviy rejalashtirish yechimlarini qo'llash, transport-kommunikatsiya va muhandislik infratuzilmasini takomillashtirish, shuningdek, mahalliy tabiiy va iqlimiy sharoitlarga mos arxitektura yechimlarini ishlab chiqish zarurligini ko'rsatdi. Olingan natijalar tog'li va tog' oldi hududlarida yangi aholi punktlarini loyihalash hamda mavjud turar joylarni rekonstruksiya qilishda ilmiy-amaliy asos sifatida foydalanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: tog'li hudud, tog' oldi zonasi, aholi turar joylari, arxitektura, shaharsozlik, rejalashtirish, muhandislik infratuzilmasi, barqaror rivojlanish

Аннотация

В данной статье проанализированы архитектурные и градостроительные принципы планирования жилых территорий в горных и предгорных районах Республики Узбекистан. В качестве объектов исследования рассмотрены населённые пункты Кашкадарьинской и Самаркандской областей, изучены особенности природно-рельефных условий, существующей практики строительства, а также уровень развития социальной и инженерно-коммуникационной инфраструктуры. На основе сравнительного анализа и системного подхода дана оценка возможностям рационального использования равнинных земель, сохранения сельскохозяйственных угодий и обеспечения устойчивого развития жилой среды в горных территориях. Результаты исследования показывают, что применение современных методов территориального планирования, совершенствование транспортной и инженерной инфраструктуры, а также использование архитектурных решений, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, способствуют повышению эффективности пространственной организации населённых пунктов. Полученные результаты могут быть

использованы при проектировании новых и реконструкции существующих жилых поселений в горных и предгорных районах.

Ключевые слова: горные территории, предгорные районы, жилые поселения, архитектура, градостроительство, территориальное планирование, инженерная инфраструктура, устойчивое развитие.

Abstract

This article examines the architectural and urban planning principles for residential development in the mountainous and foothill regions of the Republic of Uzbekistan. The study focuses on settlements located in the Qashqadaryo and Samarqand regions, analyzing the influence of natural topography, existing construction practices, and the level of social and engineering infrastructure development. Using comparative analysis and a systematic approach, the research evaluates opportunities for the rational use of flat land, preservation of agricultural areas, and the sustainable development of residential environments in mountainous territories. The findings indicate that the implementation of modern spatial planning approaches, improvement of transport and engineering infrastructure, and the application of architectural solutions adapted to local climatic and geographical conditions significantly enhance the efficiency and sustainability of settlement planning. The results of this study can serve as a scientific and practical basis for the design of new residential settlements and the reconstruction of existing ones in the mountainous and foothill areas of Uzbekistan.

Keywords: mountainous regions, foothill areas, residential settlements, architecture, urban planning, spatial planning, engineering infrastructure, sustainable development.

Kirish. Davlatimiz rahbari tashabbusi bilan so'ngi yillarda aholi turmush tarzini yaxshilashga qaratilgan qator tadbirlar amalga oshib bormoqda. Davlat dasturining ishlab chiqilishi va izchillik bilan hayotga joriy qilinayotgani bu sohada yangi davrni boshlab berdi.

Mazkur xaritada kurishimiz mumkinki Tojikiston respublikasi bilan tutash bo'lgan viloyatlar aholi yashash punktlari 2000m va undan balandda istiqomat qilishlari ko'rinib turibdi. Arxitektura nuqtai nazaridan rejalashtirilishini tashkil etish, ularda uy-joy va ijtimoiy ob'ektlar qurilishini loyihalashtirish tizimini

takomillashtirishga qaratilgan keng ko'lamli ishlar amalga oshirilmoqda.

So'nggi yillarda O'zbekiston Respublikasida tog'li va tog' oldi hududlarini barqaror rivojlantirish, mavjud aholi punktlarini zamonaviy talablarga mos ravishda rejalashtirish hamda yashash sharoitlarini yaxshilash davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylandi. Ushbu hududlarning murakkab relyefi, seysmik faolligi, iqlim sharoiti va cheklangan tekis yer maydonlari aholi turar joylarini loyihalashda o'ziga xos arxitektura va shaharsozlik yondashuvlarini qo'llashni talab etadi. Shu bois tog'li hududlarda tabiiy

landshaftni saqlab qolgan holda, ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali rejalashtirish tamoyillarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

O'zbekistonning tog'li hududlarida qadimdan shakllangan xalq me'morchiligi tabiiy muhitga moslashganligi bilan ajralib turadi. Turar joylar asosan mahalliy qurilish materiallari, jumladan tabiiy tosh, yog'och va paxsadan barpo etilgan bo'lib, ular hududning iqlimiy va geologik xususiyatlariga mos ravishda loyihalashtirilgan. Relyefning qiyaligi sababli ko'plab uylar yerto'lali yoki terassali ko'rinishda qurilgan, bu esa yer maydonidan oqilona foydalanish, bino barqarorligini oshirish hamda xo'jalik faoliyatini samarali tashkil etishga xizmat qilgan. Ayniqsa, uylarning pastki qismi chorva mollarini saqlash, yuqori qismi esa yashash va hovli sifatida foydalanilishi tog'li hududlarda yer resurslaridan samarali foydalanishning an'anaviy usullaridan biri hisoblanadi.

Tog'li hududlardagi aholi punktlarining me'moriy-rejaviy tuzilishi hududning tabiiy-geografik sharoiti, demografik tarkibi, xo'jalik faoliyati va transport infratuzilmasining rivojlanish darajasiga bevosita bog'liq. Shu sababli turar joylarni rejalashtirishda landshaft xususiyatlari, quyosh radiatsiyasi, shamol yo'nalishi, seysmik xavfsizlik hamda muhandislik-kommunikatsiya tarmoqlarini kompleks hisobga olish muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy arxitektura yechimlarini milliy me'moriy an'analar bilan uyg'unlashtirish nafaqat aholi

yashash sharoitini yaxshilaydi, balki hududlarning ekologik barqarorligini ta'minlashga ham xizmat qiladi.

Metodlar Mazkur tadqiqotning maqsadi Qashqadaryo va Samarqand viloyatlarining tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirishning arxitektura tamoyillarini tahlil qilish, mavjud me'moriy tajribalarni baholash hamda zamonaviy shaharsozlik yondashuvlari asosida hududlarni barqaror rivojlantirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Mazkur tadqiqotda O'zbekiston Respublikasining tog'li va tog' oldi hududlarida joylashgan aholi punktlarini rejalashtirishning arxitektura tamoyillari kompleks yondashuv asosida o'rganildi. Tadqiqot obyekti sifatida Qashqadaryo va Samarqand viloyatlarining tog'li hududlaridagi turar joylar tanlandi. Ushbu hududlar tabiiy-geografik sharoiti, relyef tuzilishi, iqlim xususiyatlari, qurilish an'analari hamda aholi yashash muhitining o'ziga xosligi bilan ajralib turadi.

Tadqiqot davomida ilmiy adabiyotlar, me'yoriy-huquqiy hujjatlar, shaharsozlik va arxitektura sohasidagi milliy hamda xorijiy ilmiy manbalar tahlil qilindi. Shuningdek, tog'li hududlarda shakllangan an'anaviy turar joylarning me'moriy-rejaviy yechimlari, mahalliy qurilish materiallaridan foydalanish tajribasi hamda hududlarning landshaft xususiyatlari o'rganildi.

Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

- Qiyosiy tahlil metodi – Qashqadaryo va Samarqand viloyatlaridagi tog'li aholi punktlarining

rejalashtirish yechimlarini o'zaro taqqoslash va ularning umumiy hamda farqli jihatlarini aniqlash uchun qo'llanildi.

- Tizimli tahlil metodi – aholi punktlarining rejalashtirish tizimi, transport tarmoqlari, muhandislik-kommunikatsiya infratuzilmasi hamda ijtimoiy obyektlarning o'zaro bog'liqligini baholash imkonini berdi.

- Kuzatuv va tavsifiy tahlil metodi – tog'li hududlardagi an'anaviy turar joylarning konstruktiv tuzilishi, hududiy joylashuvi va funksional rejalashtirilishini o'rganishda foydalanildi.

- Kartografik tahlil metodi – hududlarning relyefi, balandlik ko'rsatkichlari va yer resurslaridan foydalanish holatini baholashda qo'llanildi.

- Grafik va vizual tahlil metodi – turar joylarning me'moriy yechimlari, terassali rejalashtirish usullari hamda landshaft bilan uyg'unligini baholash uchun foydalanildi.

Tadqiqot jarayonida hududlarning tabiiy-relyef sharoiti, iqlim omillari, seysmik faollik darajasi, qurilish materiallari, yer resurslaridan foydalanish, aholi zichligi va mavjud infratuzilmaning rivojlanish holati asosiy baholash mezonlari sifatida qabul qilindi. Olingan ma'lumotlar statistik, qiyosiy va mantiqiy tahlil usullari yordamida umumlashtirildi hamda tog'li hududlarda zamonaviy va barqaror rejalashtirish tamoyillarini ishlab chiqishda ilmiy asos sifatida foydalanildi.

Tadqiqot natijalari hududlarning tabiiy va ijtimoiy-iqtisodiy xususiyatlarini hisobga olgan holda aholi turar joylarini rejalashtirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qildi. Mazkur yondashuv tog'li va tog' oldi hududlarida yangi turar joy massivlarini loyihalash hamda mavjud aholi punktlarini rekonstruksiya qilishda samarali arxitektura yechimlarini ishlab chiqish imkonini beradi.

Natijalar (Results)

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, O'zbekistonning tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirish hududning tabiiy-relyef sharoiti, iqlim omillari, seysmik faollik darajasi hamda mavjud muhandislik infratuzilmasiga bevosita bog'liq. Qashqadaryo va Samarqand viloyatlarining tog'li hududlarida olib borilgan tahlillar ushbu omillar turar joylarning me'moriy-rejaviy yechimlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi.

Aniqlanishicha, tik qiyaliklarda joylashgan aholi punktlarida terassali rejalashtirish usuli eng maqbul yechim hisoblanadi. Bunday usul yer maydonidan samarali foydalanish, tuproq eroziyasini kamaytirish hamda binolarning barqarorligini oshirish imkonini beradi. Shuningdek, turar joylarning janubiy yoki janubi-sharqiy yo'nalishda joylashtirilishi tabiiy yoritish va issiqlik rejimini yaxshilab, energiya sarfini kamaytirishga xizmat qiladi.

Tahlillar natijasida mahalliy qurilish materiallari, jumladan tabiiy tosh, paxsadan tayyorlangan devorlar va yog'och konstruksiyalar tog'li

hududlar uchun iqtisodiy va ekologik jihatdan maqbul ekanligi aniqlandi. Ushbu materiallar nafaqat transport xarajatlarini kamaytiradi, balki hududning tabiiy-landshaft xususiyatlarini saqlash hamda binolarning iqlimga moslashuvchanligini oshirishga xizmat qiladi. An'anaviy qurilish tajribasida uchraydigan yerto'lali yoki ikki sathli uylar qiyaliklardan unumli foydalanish imkonini yaratib, pastki qavatda xo'jalik ehtiyojlarini, yuqori qismda esa yashash maydonlarini tashkil etishga imkon beradi.

Hududiy tahlillar davomida aholi punktlarini joylashuv va funksional xususiyatlariga ko'ra to'rtta asosiy guruhga ajratish mumkinligi aniqlandi. Birinchi guruh tog' etaklarida joylashgan, yer maydonlari nisbatan keng bo'lgan va dehqonchilik hamda bog'dorchilik rivojlangan aholi punktlarini o'z ichiga oladi. Ikkinchi guruh kichik maydonli qishloqlar bo'lib, ularning hududiy rivojlanish imkoniyatlari cheklangan. Uchinchi guruh baland tog' hududlarida joylashgan aholi punktlari bo'lib, bu yerda qishloq xo'jaligi uchun yaroqli yerlar juda kam uchraydi. To'rtinchi guruh esa terassali rejalashtirilgan, zich joylashgan uy-joylardan iborat bo'lib, yer resurslaridan maksimal darajada samarali foydalanish bilan tavsiflanadi.

Shuningdek, tadqiqot natijalari transport va muhandislik-kommunikatsiya infratuzilmasining rivojlanish darajasi aholi yashash sifati va hududlarning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini

ko'rsatdi. Yo'l tarmoqlari, ichimlik suvi, elektr energiyasi, gaz ta'minoti hamda telekommunikatsiya tizimlari yetarli darajada rivojlangan hududlarda aholi yashash sharoiti nisbatan qulayligi kuzatildi. Aksincha, infratuzilmasi sust rivojlangan tog'li qishloqlarda iqtisodiy faollik va ijtimoiy xizmatlardan foydalanish imkoniyatlari cheklanganligi aniqlandi.

Umuman olganda, olib borilgan tadqiqotlar natijasida tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirishda tabiiy-geografik sharoitlarni, seysmik xavfsizlik talablarini, mahalliy qurilish materiallaridan foydalanishni hamda zamonaviy muhandislik infratuzilmasini kompleks hisobga olish barqaror va xavfsiz yashash muhitini shakllantirishning asosiy omili ekanligi isbotlandi.

Muhokama (Discussion)

Mazkur tadqiqot natijalari O'zbekistonning tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirish tabiiy-geografik sharoitlar bilan uzviy bog'liqligini yana bir bor tasdiqladi. Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, hududning relyefi, iqlim sharoiti, geologik tuzilishi va seysmik faollik darajasi turar joylarning me'moriy-rejaviy yechimlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli bunday hududlarda standart shaharsozlik yondashuvlarini qo'llash har doim ham yuqori samaradorlik bermaydi. Aksincha, har bir hududning tabiiy xususiyatlarini hisobga olgan holda individual rejalashtirish yechimlarini ishlab chiqish zarur.

Tadqiqot davomida aniqlangan natijalar D.A. Nozilov tomonidan tog'li hududlar arxitekturasini bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar bilan uyg'unlik kasb etadi. Muallif tog'li hududlarda binolarni tabiiy landshaftga moslashtirish, mahalliy qurilish materiallaridan foydalanish va relyef imkoniyatlaridan oqilona foydalanish uzoq muddatli barqaror rivojlanishning asosiy omillaridan biri ekanligini ta'kidlagan. Mazkur tadqiqot natijalari ham ushbu ilmiy qarashlarni amaliy jihatdan tasdiqlaydi.

Qashqadaryo va Samarqand viloyatlarida kuzatilgan an'anaviy turar joylar tahlili shuni ko'rsatdiki, mahalliy aholining ko'p asrlik qurilish tajribasi zamonaviy ekologik arxitektura tamoyillari bilan uyg'unlashadi. Ayniqsa, tabiiy tosh, paxsadan foydalanish, qalin devorlar qurish, hovlilarni quyosh yo'nalishiga mos joylashtirish hamda tabiiy shamollatishni hisobga olish energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bugungi kunda "yashil arxitektura" yoki "barqaror qurilish" deb ataluvchi tamoyillarning aksariyati xalq me'morchiligida qadimdan qo'llanilganligini ushbu tadqiqot natijalari ham tasdiqlaydi.

Xalqaro tajribani tahlil qilish ham muhim ahamiyat kasb etadi. Shveysariya, Avstriya, Yaponiya va Nepal kabi tog'li mamlakatlarda aholi punktlarini rejalashtirishda terassali qurilish, relyefga mos transport tizimlari, yomg'ir suvlari boshqaruvi va ekologik qurilish materiallaridan foydalanish keng qo'llaniladi. Ushbu tajribalarni O'zbekiston sharoitiga

moslashtirish tog'li hududlarda yashash sifatini oshirish va infratuzilmani samarali rivojlantirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarida terassali rejalashtirish usuli eng maqbul yechimlardan biri sifatida baholandi. Ushbu usul yer resurslaridan oqilona foydalanish, tuproq eroziyasining oldini olish hamda binolarning seysmik barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, qiyaliklarda qurilgan turar joylarning bosqichma-bosqich joylashtirilishi nafaqat xavfsizlikni ta'minlaydi, balki landshaftning tabiiy ko'rinishini ham saqlab qoladi.

Muhandislik-kommunikatsiya infratuzilmasining rivojlanish darajasi ham muhim omil sifatida namoyon bo'ldi. Elektr energiyasi, ichimlik suvi, kanalizatsiya, internet va transport tizimlari yetarli darajada rivojlanmagan hududlarda aholi migratsiyasi kuchayishi, iqtisodiy faollikning pasayishi va ijtimoiy xizmatlardan foydalanish imkoniyatlarining cheklanishi kuzatiladi. Demak, turar joylarni loyihalash bilan bir qatorda infratuzilmani kompleks rivojlantirish ham rejalashtirishning ajralmas qismi bo'lishi zarur.

Iqlim omillarining ta'siri ham tadqiqot davomida alohida baholandi. Tog'li hududlarda qish faslining sovuq, yozning esa mo'tadil bo'lishi bino konstruksiyalariga qo'shimcha talablar qo'yadi. Issiqlikni saqlovchi devor materiallari, energiya tejamlar derazalar va tabiiy shamollatish tizimlaridan foydalanish energiya iste'molini kamaytiradi hamda yashash qulayligini oshiradi. Shu bois

zamonaviy loyihalarda passiv energiya samaradorligi tamoyillarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.

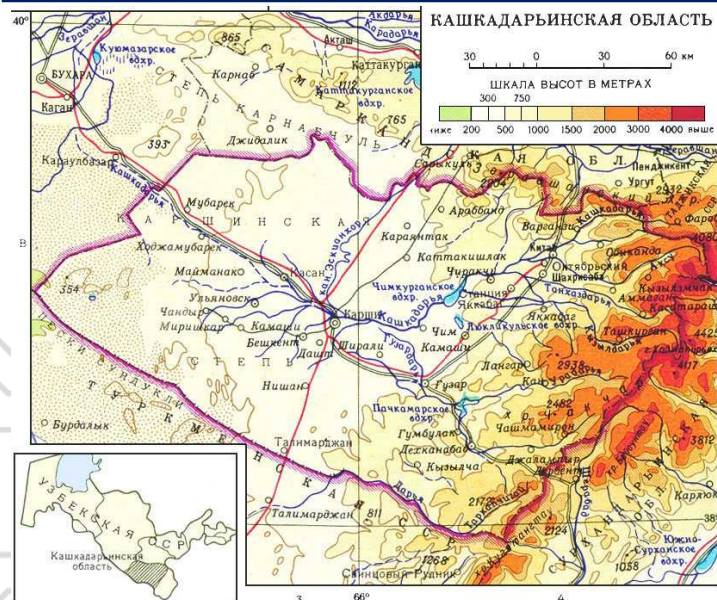
Tadqiqot davomida aniqlangan yana bir muhim jihat shundan iboratki, tog'li hududlarda an'anaviy uy-joylarning funksional rejalashtirilishi zamonaviy ehtiyojlarga mos ravishda takomillashtirilishi lozim. Tarixan uylarning pastki qismi xo'jalik ehtiyojlari uchun xizmat qilgan bo'lsa, bugungi kunda ushbu maydonlardan ombor, texnik xona yoki energiya tizimlarini joylashtirish uchun foydalanish mumkin. Bu esa binolarning funksional samaradorligini oshiradi.

Tadqiqotning yana bir ilmiy natijasi shundan iboratki, tog'li hududlarni rejalashtirishda GIS texnologiyalari, raqamli relyef modellari, sun'iy yo'ldosh tasvirlari va uch o'lchamli modelashtirish tizimlaridan foydalanish loyiha sifati va xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi. Zamonaviy raqamli texnologiyalar qurilish maydonlarini tanlash, ko'chki xavfi va seysmik tavakkalchilikni baholash hamda transport yo'nalishlarini optimallashtirish imkonini beradi.

Shuningdek, tadqiqot ayrim cheklovlarga ham ega. Unda asosan

Qashqadaryo va Samarqand viloyatlarining tog'li hududlari o'rganildi. Kelgusida Surxondaryo, Jizzax, Namangan va Farg'ona viloyatlarining tog'li hududlarini ham qamrab olgan keng qamrovli tadqiqotlar olib borilishi maqsadga muvofiq. Bu hududlar o'rtasidagi o'xshash va farqli jihatlarni aniqlash umumrespublika miqyosida yagona rejalashtirish tavsiyalarini ishlab chiqishga imkon yaratadi.

Umuman olganda, mazkur tadqiqot natijalari tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirishda tabiiy-geografik omillar, mahalliy me'morchilik an'analari va zamonaviy muhandislik yechimlarini o'zaro uyg'unlashtirish zarurligini ko'rsatdi. Bunday yondashuv yer resurslaridan samarali foydalanish, ekologik muvozanatni saqlash, seysmik xavfsizlikni oshirish hamda aholi uchun qulay va barqaror yashash muhitini yaratishga xizmat qiladi. Shu jihatdan tadqiqot natijalari nafaqat ilmiy, balki amaliy ahamiyatga ham ega bo'lib, ular kelgusida tog'li hududlarni rejalashtirish va loyihalash bo'yicha normativ hujjatlar hamda amaliy loyihalarni takomillashtirishda foydalanilishi mumkin.



Qashqadaryo va Samarqand viloyati tog'li hududlar dengiz sathidan balandlik ko'rinishi. 1-rasm

Bunday sharoitda aholi turar joy uylarini loyihalashda tog'li va tog' oldi zonlarda loyihalash, tekis er maydonlarini saqlash va qishloq xo'jaligi uchun maydonlarni kengaytirish imkoniyatini yaratadi. Ayni paytda mamlakatimiz aholisining 51% qishloq joylarida istiqomat qiladi. Bugun qishloqlarimizdagi turar-joy massivlarida uy-joylar, tashqi muhandislik va transport-kommunikatsiya tizimi, ijtimoiy va bozor ob'ektlari bilan yanada mukamallik kasb etmoqda. Bu ishlarni moliyalash, qurilish ishlari hukumatimiz e'tibor markazida turibdi. Mazkur uy-joylar

sifatli qurilish materiallaridan qurilmoqda. Bu uylar bir necha avlodlarga xizmat qiladi. Axolisining miqdoriga ko'ra ham aynan shu guruhdagi QFYlari eng katta ko'rsatkichlarga ega. Biroq, birinchi va ikkinchi guruhga tegishli Qishloqlari son jihatdan hali ham ustun bo'lsada, ularning ijtimoiy - iqtisodiy rivojlanishi, infratuzilma tizimining shakllanishda biroz qiyinchiliklar to'g'iradi. Ammo qishloqlarning tobora yiriklashib, kengayib borishi bunday muammolarni hal etish uchun zaruriy imkoniyatlar yaratadi.

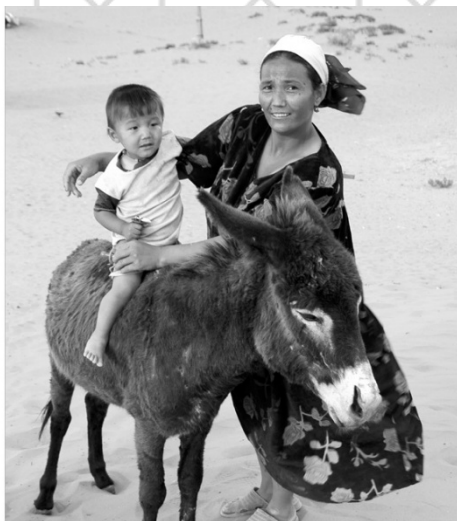


Tog'li hududlarning aholi uylarining joylashuvi ko'rinishi. (2-rasm)

O'zbekiston respublikasi markaziy osiyo mitaqasida joylashgan bo'lib, to'rt fasl ham teng taqsimlanqandir. Birinchi navbatda O'zbekistonning tog'li zonalarida shu vaqtga qadar mahalliy aholi tomonidan

bunyod etilgan turar joy va aholi punktlarini har tomonlama tahlil qilish muhimdir. Bu orqali esa mahalliy aholi tomonidan qurilgan binolarning tog'li zonalaridagi shart sharoitlari tahlil qilib o'tamiz. (2-rasm)

Tog'li hududlarning yashash tarzi (O'zbekiston)3-rasm



Aholi turar joylari va aholi tomonidan qurilgan binolar tog'li reylifga o'z navbatida joylashadi va hovli uchun katta bo'lmagan maydon hosil bo'ladi.

Tabiiy tog'li sharoitdan kelib chiqib yashash uylari yerto'lali qilib loyihalanishi, tekis joylashtirish uchun bu sharoit muhim hisoblanadi. Tog'li erlarda aholi punktlari turar joylari xalq memorchilik mavjud matiriallaridan,

toshidan cho'pkoridan va paxsali devorlardan qurilgan. Shuning uchun ham tog'li aholi punktlarida xalq arxitekturasini dizayn echimlari tabiiy qurilish matiriallari bilan tog'li hududlari da keng rivojlangan. Biz buni tahlil qilib aytishimiz mumkinki, qurilish matiriallari arzonga tushishi va cho'pkoridan qurilgan uylar esa zilzilga bardosh bera olishi o'z isbotini topgan. Tabiiyki tog'li zonalarda tekis yer maydonlari katta emas, bu sharoitda tog'li zonalarda qishloq aholisi erdan unumli foydalanish uchun tekislik hosil qilib, yashab kelayotgan uyning osti esa uy hayvonlari(molllar va qo'y qo'zilar)ni saqlash, usti esa ekin va uy uchun hovli sifatida foydalanilgan. Tog'li zonalari aholi turar joylari reyliy sharoiti, iqlimi demografik tarkibi, va xo'jalik turiga qarab turlarga ajratish mumkin. O'zbekiston Respublikasida

xarakterlangan. Tog'li zonalarda hunarmandchilik va memorchilik san'ati madaniyati ko'proq Farg'ona vodiysining

tog' va tog' oldi zonalari aholining ijtimoiy qatlamidan kelib chiqib asosiy 4 ta guhuhlarga ajratishimiz mumkin. 1-Navbatda bo'lib erkin loyihlanandigan hududlar er maydonlari keng miqyosda bo'lib tog' bag'ridan pastroqda joylashgan bo'lib ekin maydonlari va bog'dorchlik maydonlari tog'dan pastroqda joylashgan bo'ladi. 2- kichik aholilar uchun muljallangan bo'lib, qishloq maydoni katta bo'lmaydi.3- Aholi punktlari baland tog'li joylarda qurilishga mo'jallanadi, ekin va qishloq xo'jaligi uchun maydonlari juda kam bo'ladi. 4- Aholi punktlari uylari kichik kichik terassali uylarda loyihalanadi. Kichik hovlili uylar, qo'shni hovli bilan bog'langan holda loyihalanadi.

Qashqadaryo viloyatida tog'li



Tog'li hududlar uylarning joylashuvi (O'zbekiston)

zonalarada aholi uylari ikki oilaga muljallangan bo'lib, uyning rejasida ikki xonali uylar, burchakli ayvonlar, uch

xonali uylarda o'rtasi ayvon shaklida bo'ladi. Yashash uylari esa peshayvon atrofi bo'ylab joylashadi. Qashqadaryo bilan Nurota uylari loyihalari bir biriga o'shashdir.

Mazkur tadqiqot davomida O'zbekistonning tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirishning arxitektura tamoyillari Qashqadaryo va Samarqand viloyatlari misolida kompleks tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari ushbu hududlarda aholi punktlarini shakllantirish tabiiy-geografik sharoitlar, relyef, iqlim, seysmik xavfsizlik, muhandislik infratuzilmasi hamda mahalliy qurilish an'analari bilan chambarchas bog'liqligini ko'rsatdi.

Aniqlanishicha, tog'li hududlarda terassali rejalashtirish usullaridan foydalanish, turar joylarni quyosh yo'nalishi va relyef xususiyatlariga mos joylashtirish, shuningdek, mahalliy tabiiy qurilish materiallaridan oqilona foydalanish yer resurslarini samarali boshqarish, qurilish xarajatlarini kamaytirish hamda binolarning ekologik va seysmik barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. An'anaviy xalq me'morchiligi tajribasi zamonaviy arxitektura yechimlari bilan uyg'unlashtirilganda tog'li hududlarda qulay, xavfsiz va barqaror yashash muhitini shakllantirish imkoniyati kengayadi.

Tadqiqot davomida transport-kommunikatsiya va muhandislik infratuzilmasining rivojlanishi aholi punktlarining ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi

aniqlandi. Shu sababli yangi turar joy massivlarini loyihalashda uy-joy qurilishi bilan bir qatorda avtomobil yo'llari, ichimlik suvi, elektr energiyasi, gaz ta'minoti, kanalizatsiya va telekommunikatsiya tarmoqlarini kompleks rivojlantirish zarur.

Shuningdek, zamonaviy GIS texnologiyalari, raqamli relyef modellari va uch o'lchamli modellashtirish vositalaridan foydalanish loyiha yechimlarining aniqligini oshirish, tabiiy xavf-xatarlarni oldindan baholash hamda hududlarni ilmiy asosda rejalashtirish imkonini beradi. Ushbu texnologiyalarni amaliyotga keng joriy etish tog'li hududlarni barqaror rivojlantirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini rejalashtirishning arxitektura tamoyillarini tabiiy-geografik, ekologik, ijtimoiy va muhandislik omillari bilan uzviy bog'liq holda kompleks baholash hamda ularni zamonaviy barqaror rivojlanish tamoyillari asosida takomillashtirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqilganligidadir.

Kelgusida ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlarni O'zbekistonning boshqa tog'li hududlari misolida kengaytirish, iqlim o'zgarishining aholi punktlari rivojlanishiga ta'sirini baholash hamda energiya tejamkor va ekologik barqaror uy-joylarni loyihalash bo'yicha ilmiy izlanishlarni davom ettirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. tog'li va tog' oldi hududlarida aholi turar joylarini

rejalashtirishda tabiiy landshaftni saqlash, seysmik xavfsizlikni ta'minlash, mahalliy qurilish an'alaridan oqilona foydalanish va zamonaviy shaharsozlik texnologiyalarini uyg'unlashtirish hududlarning barqaror rivojlanishini ta'minlovchi asosiy omillar hisoblanadi. Mazkur tadqiqot natijalari amaliy loyihalash jarayonlarida, hududlarni rivojlantirish dasturlarini ishlab chiqishda hamda shaharsozlik sohasidagi ilmiy izlanishlarda foydalanish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Qishlog'ga xos turmush tarzining an'anaviy tizimini o'zgartirish qishloq uchun shakllangan va bugungi kunda mavjud bo'lgan maishiy ehtiyojlardan sifatliroq maishiy xizmatlarni taqdim etishni rivojlantirish yo'li bilan amalga oshirish mumkin. Buning uchun maishiy xizmat ko'rsatish obyektlari sonini keskin oshirish va ularni imkon qadar tezroq ishga tushirish talab qilinadi. Uy-joy qurilishi bilan birga xizmat ko'rsatishning mintaqaviy tizimini yaratish hozirgi kunning eng dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Bunda mahalliy muhandislik tarmoqlarini (isitish tizimi, suv ta'minoti va kanalizatsiya), gazlashtirish,

telefonlashtirish tizimlarini yaratish katta ahamiyatga ega.

Samarqand viloyati Urgut tumani tog'li zonalarida aholi turar joylari iqlimiy jihatdan janub tomondan quyosh tushishi nisbatan kamligi hisobiga qish anchagina (-40 gradus) atrofida sovuq bo'ladi. Yoz faslida esa nisbatan iliq havo ba'zida yomg'irli bo'lib o'tadi. Janubiy tomondagi aholi uylari arzon qurilish matiriallari loydan uy-joylarini qurishsa, shimol tomonga qarab turgan uy-joylar esa tosh matiriallaridan bunyod etishadi. Tahlil natijasida esa buning sababalaridan birinchi navbatda tog'da toshlarning ko'pligidir. Aholi uylarining quyoshga nisbatan joylashuvi va xonalarning tartib yonma-yon turishi o'z o'zidan kelib qolmagan. Bir necha asrlar davomida bu qulaylik kelib chiqqanligi barchamizga ma'lumdir. Bu esa o'z nomi bilan osha mashxur bizning "milliy" uylarimizdir. Aytib o'tilganidek bu binoning ko'rinishi iqlimiy va mavsumiy shartlar hamda mahalliy ob-havo sharoitidan kelib chiqqandir. Tog'li va tog' oldi hududlarning aholi uylarining shomollatish tizimiqa e'tibor qaratadigan bo'lsak, tekisliklarga nisbatan havo salqin va shomollatish tabiiy ravishda baydo bo'ladi.

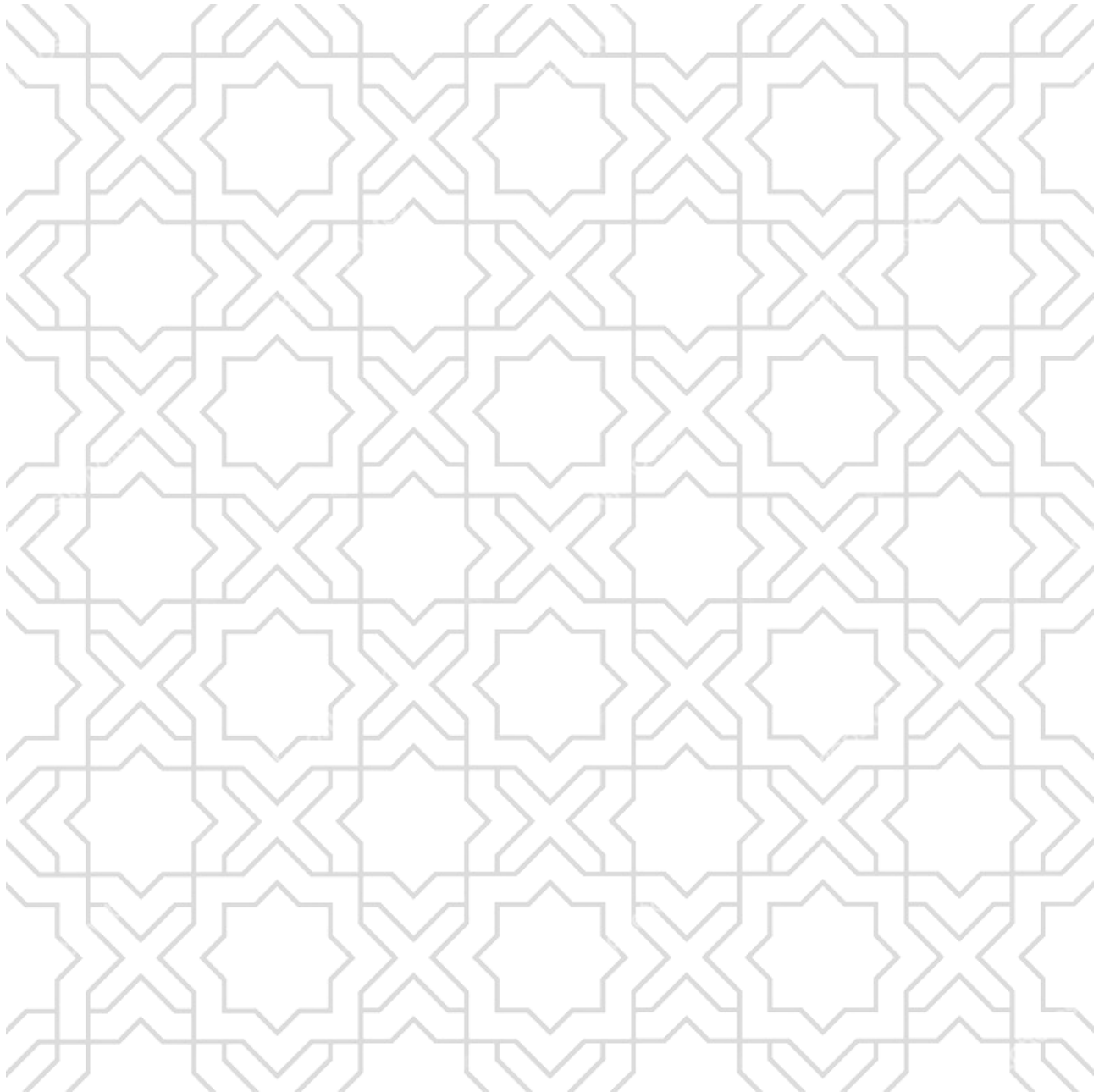
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. A Rakhmonov, B Abdurakhmonov (2025). Integration of recreation areas and housing in mountainous areas with the landscape and ecological environment . Экономика и социум, (№11 (138)-2), 445-449.
2. Haqberdiyev, B., & Ismog'ilova, M. (2025). O'zbekiston shaharlarining tarixiy arxitekturasini zamonaviy dizayn bilan uyg'unlashtirish. Natssciences. uz-Topical Issues of Natural and Applied Sciences, 1(2), 15-18.

3. Khakberdiyev, B. (2026, January). Experimental work on the integration of technical and artistic sciences and synergetic competence. In International Conference on Science, Education & Law (Vol. 2, No. 1, pp. 149-151).
4. Raxmonov A.T., Abdurahmonov B.T. «INTEGRATION OF RECREATION AREAS AND HOUSING IN MOUNTAINOUS AREAS WITH THE LANDSCAPE AND ECOLOGICAL ENVIRONMENT»./ "Ekonomik i sotsium" xalqaro jurnalda ШҚҚТ 2225-1545 №11 2025 yil. 138-140 b.
5. Raxmonov A.T., Abdurahmonov B.T. «Tog' oldi hududlarda aholi turar joylarini loyihaviy yechimlari»./ "Me'morchilik va qurilish muommolari" ilmiy texnik jurnal. Maxsus son/ 2024 yil. 276-279 b.
6. Raxmonov A.T., Abdurahmonov B.T. "Shaharsozlik asoslari" fanidan o'quv qo'llanma nashr etildi 2025-yil 7-oktyabr
7. Rustamovich, H. B., Sohijon o'g'li, S. A., & Baxtiyorjon o'g'li, A. O. (2025). Quality and Efficiency of Study to Design-Oriented Specialist Students Increasing Options. Oscar Journal of IJP, 5(07), 38-40.
8. Abdukarimov, M. M. (2026). Gnss-based deformation monitoring of earthfill dams: methodology and application at the topalang dam, uzbekistan. BG pulse journal, 2(6), 4387-4393.
9. Kurbonova Shoxsanam Bahodirjon Qizi Rangtasvir va inson emotsiyalari: ranglarning hissiyot uyg'otish mexanizmlarini o'rganish // Строительство и образование. 2024. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rangtasvir-va-inson-emotsiyalari-ranglarning-hissiyot-uyg-otish-mexanizmlarini-o-rganish> (дата обращения: 13.07.2026).
10. Xujaev, M. (2020). Mahmudkhuj Behbudiy as a leader of jadid reforms. The Light of Islam, 3, 39-47.
11. Evlen, H., Juraev, D., Ziyamukhamedova, U., Khujaev, M., & Jalilov, F. (2025). PLA/Ti6Al4V composite scaffolds for bone tissue engineering: mechanical and thermal properties via FDM and bioprinting. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 1-25.
12. Abduraimova, N., Sharopova, N., Khujaev, M., Sapayev, V., Fattoyeva, O., & Yusufov, S. (2025). Economic development through analysis of the education and entrepreneurship impacts. Economic Annals-XXI/Ekonomičnij Časopis-XXI, 214(3/4), 84.
13. Isoxonovich, M. X. (2022). Middle Ages Movarounnahr Rulers in the Views OF Researchers. European Journal of Innovation in Nonformal Education, 2(6), 134-136.
14. Xujayev, M. I. (2018). THE COVERAGE OF THE PROBLEM OF NATIONALARITY AND ITS ROLE ON THE PRESENT DAY IN AHMAD ZAKI VALADI'S WORK. Мировая наука, (6 (15)), 61-63.

15. Хужаев, М. И. (2018). АҲМАД ЗАКИ ВАЛИДИЙНИНГ ДИНИЙ-ФАЛСАФИЙ МЕРОСИНИНГ ИЛДИЗЛАРИ. In Инновационные подходы в современной науке (pp. 177-182).

16. Khujaev, M. (2024). AHMED ZAKI: ON THE IDEAS OF THE PHILOSOPHY OF HISTORY. Экономика и социум, (1 (116)), 235-239.





ALFRAGANUS

XALQARO ILMIY JURNAL

VOL. 3 • ISSUE 11 • 2026

ENGINEERING & EDUCATION

NASHR MA'LUMOTLARI

Ushbu jurnal O'zbekiston Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy
kommunikatsiyalar agentligida № 060125 guvohnoma
bilan ro'yxatdan o'tgan.

«ALFRAGANUS UNIVERSITY» nashriyotida tayyorlandi.

Muharrir: Xolbekov S.

ISSN: 2992-8974

journals.afu.uz

journals@afu.uz

Tel: +998 90 335 09 30

ALFRAGANUS UNIVERSITY

TOSHKENT • 2026