



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

GREEN ECONOMY AND DEVELOPMENT

Social, Economic, Technological, Scientific and Popular Science Journal

2026-YIL / SENTABR /
9-SON, IV-QISM



ISSN: 2992-8982

<https://yashil-iqtisodiyot-taraqqiyot.uz/>



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Bosh muharrir:

Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich

Bosh muharrir o'rinbosari:

Karimov Norboy G'aniyevich

Muharrir:

Qurbonov Sherzod Ismatillayevich

*Elektron nashr. 2026-yil, sentabr.
IV-qism*

Tahrir hay'ati:

Salimov Oqil Umrzoqovich, O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi
Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, O'zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi
Sharipov Kongiratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Rae Kvon Chung, Janubiy Koreya, TDIU faxriy professori, "Nobel" mukofoti laureati
Osman Mesten, Turkiya parlamenti a'zosi, Turkiya – O'zbekiston do'stlik jamiyati rahbari
Axmedov Durbek Kudratillayevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Axmedov Sayfullo Normatovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Kalonov Muxiddin Baxritdinovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Siddiqova Sadoqat G'afforovna, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Xudoyqulov Sadirdin Karimovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Maxmudov Nosir, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Yuldashev Mutallib Ibragimovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Samadov Asqarjon Nishonovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
Slizovskiy Dimitriy Yegorovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Mustafakulov Sherzod Igamberdiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Axmedov Ikrom Akramovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xajiyev Baxtiyor Dushaboyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Hakimov Nazar Hakimovich, falsafa fanlari doktori (DSc), professor
Musayeva Shoiraz Azimovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), professor
Ali Konak (Ali Ko'nak), iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor (Turkiya)
Cham Tat Huei, falsafa fanlari doktori (PhD), professor (Malayziya)
Foziljonov Ibrohimjon Sotvoldixo'ja o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dots.
Faxridinov Zafarjon Faxridin o'g'li, O'zb. Res. Bosh prokuraturasi HIJQKD boshqarma boshlig'i
Utayev Uktam Choriyevich, Anijon viloyati prokurorining o'rinbosari
Ochilov Farkhod, O'zb. Res. Bosh prokuraturasi IJQK Departamentining Namangan viloyati boshqarmasi boshlig'i
Buzrukhonov Sarvarxon Munavvarxonovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Axmedov Javohir Jamolovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), katta o'qituvchi
Bobobekov Ergash Abdumalikovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), v.b. dots.
Djudi Smetana, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent (AQSH)
Krissi Lyuis, pedagogika fanlari nomzodi, dotsent (AQSH)
Glazova Marina Viktorovna, Iqtisodiyot fanlari doktori (Moskva)
Nosirova Nargiza Jamoliddin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Sevil Piriyeva Karaman, falsafa fanlari doktori (PhD) (Turkiya)
Mirzaliyev Sanjar Makhamatjon o'g'li, TDIU ITI departamenti rahbari
Ochilov Bobur Baxtiyor o'g'li, TDIU katta o'qituvchisi
Golischeva Yelena Vyacheslavovna, Iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent.
Abdukarimova Dinara Rustamxanovna, bank-moliya akademiyasi professori, DSc., professor.
Ikramov Murod Akramovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Nazarova Ra'no Rustamovna, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Editorial board:

Salimov Okil Umrzokovich, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Abdurakhmanov Kalandar Khodjayevich, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Sharipov Kongirاتبay Avezimbetovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Rae Kwon Chung, South Korea, Honorary Professor at TSUE, Nobel Prize Laureate
Osman Mesten, Member of the Turkish Parliament, Head of the Turkey–Uzbekistan Friendship Society
Akhmedov Durbek Kudratillayevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Akhmedov Sayfullo Normatovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Abdurakhmanova Gulnora Kalandarovna, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Kalonov Mukhiddin Bakhridinovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Siddikova Sadokat Gafforovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences
Khudoykulov Sadirdin Karimovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Makhmudov Nosir, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Yuldashev Mutallib Ibragimovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Samadov Askarjon Nishonovich, Candidate of Economic Sciences, Professor
Slizovskiy Dmitriy Yegorovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Mustafakulov Sherzod Igamberdiyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Akhmedov Ikrom Akramovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Eshtayev Alisher Abduganiyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khajiyev Bakhtiyor Dushaboyevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khakimov Nazar Khakimovich, Doctor of Philosophy (DSc), Professor
Musayeva Shoira Azimovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Professor
Ali Konak, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor (Turkey)
Cham Tat Huei, Doctor of Philosophy (PhD), Professor (Malaysia)
Foziljonov Ibrokhimjon Sotvoldikhoja ugli, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Associate Professor
Fakhridinov Zafarjon Fakhridin ogli, Head of the DCEC under the Prosecutor General's Office of the Rep. of Uzb.
Utayev Uktam Choriyevich, Deputy Prosecutor of Anijan Region
Ochilov Farkhod, Head of the Namangan Regional Department of the Department of Internal Affairs of Rep. of Uzb.
Buzrukkhonov Sarvarkhon Munavvarkhonovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Akhmedov Javokhir Jamolovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences
Tokhirov Jaloliddin Ochil ugli, Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Senior Lecturer
Bobobekov Ergash Abdumalikovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Acting Associate Professor
Judi Smetana, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (USA)
Chrissy Lewis, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor (USA)
Glazova Marina Victorovna, Doctor of Sciences in Economics (Moscow)
Nosirova Nargiza Jamoliddin kizi, Doctor of Philosophy (PhD) in Economic Sciences, Associate Professor
Sevil Piriyea Karaman, Doctor of Philosophy (PhD) (Turkey)
Mirzaliyev Sanjar Makhamatjon ugli, Head of the Department of Scientific Research and Innovations, TSUE
Ochilov Bobur Bakhtiyor ugli, Senior lecturer at TSUI
Golisheva Yelena Vyacheslavovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor.
Abdukariyeva Dinara Rustamkhanovna, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Ikramov Murod Akramovich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Nazarova Ra'no Rustamovna, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor

Ekspertlar kengashi:

Berkinov Bazarbay, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Po'latov Baxtiyor Alimovich, texnika fanlari doktori (DSc), professor
Aliyev Bekdavlal Aliyevich, falsafa fanlari doktori (DSc), professor
Isakov Janabay Yakubbayevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xalikov Suyun Ravshanovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Rustamov Ilhomiddin, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Hakimov Ziyodulla Ahmadovich, iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent
Kamilova Iroda Xusniddinovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
G'afurov Doniyor Orifovich, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Fayziyev Oybek Raximovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Tuxtabayev Jamshid Sharafetdinovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Xamidova Faridaxon Abdulkarim qizi, iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent
Yaxshiboyeva Laylo Abdisattorovna, katta o'qituvchi
Babayeva Zuhra Yuldashevna, mustaqil tadqiqotchi
Komilova Nilufar Karshiboyevna, Geografiya fanlari doktori, professori
Umirzoqov Ja'sur Artiqboy o'g'li, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
Zebo Kuldasheva, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Board of Experts:

Berkinov Bazarbay, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Pulatov Bakhtiyor Alimovich, Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor
Aliyev Bekdavlal Aliyevich, Doctor of Philosophy (DSc), Professor
Isakov Janabay Yakubbayevich, Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor
Khalikov Suyun Ravshanovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Rustamov Ilhomiddin, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Khakimov Ziyodulla Akhmadovich, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Kamilova Iroda Xusniddinovna, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics
Gafurov Doniyor Orifovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogy
Fayziyev Oybek Raximovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics, Associate Professor
Tukhtabayev Jamshid Sharafetdinovich, Doctor of Philosophy (PhD) in Economics, Associate Professor
Khamidova Faridaxon Abdulkarimovna, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Yakhshiboyeva Laylo Abdisattorovna, Senior Lecturer
Babayeva Zuhra Yuldashevna, Independent Researcher
Komilova Nilufar Karshiboyevna, Doctor of Geographical Sciences, Professor
Umirzokov Jasur Artiqboy ugli, Doctor of Economic Sciences (DSc), Associate Professor
Zebo Kuldasheva, Doctor of Economic Sciences (DSc), Associate Professor

- 08.00.01 Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 Marketing
- 08.00.12 Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 Menejment
- 08.00.14 Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 Turizm va mehmonxona faoliyati

Muassis: "Ma'rifat-print-media" MChJ

Hamkorlarimiz: Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti,
O'zbekiston Respublikasi Bosh prokuraturasi huzuridagi Iqtisodiy
jinoyatlarga qarshi kurashish departamenti

Jurnalning ilmiyligi:

“Yashil” iqtisodiyot va
taraqqiyot” jurnali

O'zbekiston Respublikasi
Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar
vazirligi huzuridagi Oliy
attestatsiya komissiyasi
rayosatining
2023-yil 1-apreldagi
336/3-sonli qarori bilan
ro'yxatdan o'tkazilgan.



MUNDARIJA

O'ZBEKISTON IQTISODIYOTIDA TARKIBIY SILJISHLAR INTENSIVLIGI VA ULARNING IQTISODIY O'SISH SIFATIGA TA'SIRI	14
Muxamedov Sanjar Husnutdin o'g'li	
KICHIK BIZNESDA YUQORI QO'SHILGAN QIYMATLI SANOAT MAHSULOTLARI ISHLAB CHIQRISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH OMILLARI	21
Ergashev Ulug'bek Karimovich	
SOLIQ ISLOHOTLARI SHAROITIDA SOLIQ STAVKALARINING O'ZGARISHI VA SOLIQ MA'MURCHILIGINI RAQAMLASHTIRISH SAMARADORLIGI	26
Ashirbayev Odilbek Aminbayevich	
MOLIYAVIY BOSHQARUV VA LOYIHALARNI BOSHQARISH INTEGRATSIYASI: LOYIHA XARAJATLARI, MOLIYALASHTIRISH QARORLARI VA LOYIHA NATIJADORLIGI O'RTASIDAGI BOG'LIQLIKNING KONTSEPTUAL TAHLILI	32
Abdukarimov Akbar G'anisherovich	
INVESTITSIALARNI JALB QILISHNI EKONOMETRIK BAHOLASH VA PROGNOZLASH	37
Almuradov Abdulla	
Aziza Asrorova Oybekovna	
TIJORAT BANKLARIDA MUAMMOLI KREDITLARNI RAQAMLI BOSHQARISH MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	43
Nashvanov Jasur Mamat o'g'li	
QISHLOQ HUDUDLARIDA AGRAR SOHADA KREATIV TADBIRKORLIKNI RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY JIHATLARI	48
Qodirova Noiba Maxmud qizi	
TIJORAT BANKLARINING LIKVIDLIGIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR	53
Nazirov Ibrohimjon Sodiqjon o'g'li	
ECONOMIC DRIVERS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN UZBEKISTAN'S GRAIN SECTOR	58
Gaffarova Sarvinoz Muzaffar qizi	
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ФИНАНСОВОГО КОНТРОЛЯ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН: ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСОВО-ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	62
Сунатуллаева Нозима Ботир кизи	
BEHAVIORAL ECONOMICS IN PUBLIC POLICY AND BUDGET CONTROL	70
Narmanov Ulugbek	
Rahimova Hosila	
Yangiboyeva Oydin	
O'ZBEKISTON SOG'LIQNI SAQLASH TIZIMIDA BYUDJET XARAJATLARI VA MOLIYALASHTIRISH MANBALARINING 2017-2026-YILLARDAGI TRANSFORMATSIYASI	75
Abdullajonov Umidjon G'ulomjon o'g'li	
ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНФЛЯЦИИ И БЕЗРАБОТИЦЫ НА ТЕМПЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА	81
Нагметуллаев Айдос Абатбай-улы	
TIJORAT BANKLARIDA INNOVATSION XIZMATLARNING MONETIZATSIYA SAMARADORLIGINI BAHOLASHNI TAKOMILLASHTIRISH	90
Sanayev Javohir Shavkat o'g'li	
SANOAT KORXONALARIDA MAHSULOT TANNARXINI KAMAYTIRISHDA STRATEGIK XARAJATLARNI BOSHQARISH USULLARINING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI	96
M.M.Muxammadaliyev	



O'ZBEKISTONDA OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH VA BOSHQARISHNING HUDUDIIY RIVOJLANTIRISH STRATEGIYASI	100
Xudoyberganova Dilnoza Anvarjon qizi	
O'ZBEKISTON KORXONALARIDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA MARKETING FAOLIYATINI TAKOMILLASHTIRISH	104
Jo'rayeva Zarina Kuntug'diyevna	
TAKRORIY VA ORALIQ OZUQA EKINLARI ASOSIDA YER YUKLAMASINI OSHIRISH – SUTCHILIK FERMER XO'JALIKLARI OZUQA BAZASINI KENGAYTIRISH ZAXIRASI.....	110
Ibodullayev Doston Sobirjon o'g'li	
QISHLOQ XO'JALIGI MAHSULOTLARI BOZORIDA VOSITACHILIK MUNOSABATLARI VA MARKETING-LOGISTIKA STRATEGIYALARINI MUQOBILLASHTIRISH.....	119
Djurayev Bekzod Bekmatovich	
AGROSANOAT ISHLAB CHIQARISH RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISHDA XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASI VA UNING QIYOSIY TAHLILI.....	128
Raxmonova Sarvinoz Faxriddin qizi	
G'AZNACHILIK TIZIMIDA DAVLAT MOLIVAVIY NAZORATINI TAKOMILLASHTIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMLARI.....	134
G'ofurov Bekzod Fayzulla o'g'li	
DAVLAT XARIDLARI TIZIMIDA BYUDJET MABLAG'LARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'NALISHLARI.....	142
Abduraxmonova Mahliyo Nurmamatovna	
TASHQI SAVDO FAOLIYATINI SOLIQQA TORTISH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH: FISKAL NEYTRALLIK, REPATRIATSIYA VA QQS MA'MURIYATCHILIGI.....	147
Almuradov Ne'mat Abdullayevich	
ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ АУТСОРСИНГА ИТ-УСЛУГ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН: ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ И ДЕМОГРАФИЯ	156
Назаров Зиёвуддин Шарофиддинович	
O'ZBEKISTONDA TEMIR YO'L TURIZMINI BOSHQARISH MEXANIZMINI RIVOJLANTIRISH.....	161
Nazarov Ulug'bek Akbar o'g'li	
KICHIK BIZNESNI DAVLAT TOMONIDAN QO'LLAB-QUVVATLASHDA BOJXONA MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	167
Yuldasheva Umida Sadullayevna	
O'ZBEKISTONDA XIZMAT KO'RSATISH SOHASINI RIVOJLANTIRISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI	175
Normurodov U.N.	
O'ZBEKISTONDA RAQAMLI IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHNING ASOSIY YO'NALISHLARI.....	182
Toshnazarov Abbosbek Xayrulloevich	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARIDA BIZNES-JARAYONLARNI BOSHQARISHNI RAQAMLASHTIRISHDA ILG'OR XORIJIY TAJRIBALAR TAHLILI.....	186
Suvanova Dilnoza Dilmurod qizi	
TIJORAT BANKLARIDA TRANSFORMATSIYA JARAYONLARINING NAZARIY-METODOLOGIK ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISH	196
Berdiyev Nodir Raxmatovich	
ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЁТА ЗАТРАТ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	203
Ойбекова Сарвиноз Киёмовна	
ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КРИЗИСОВ НА ИНВЕСТИЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ИНВЕСТИТОРОВ: ГЛОБАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ОПЫТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН	208
Хамидова Фаридахон Абдулкарим кизи	
Камилова Севара Анваровна	



GOVERNANCE CAPACITY AND GLOBAL UNIVERSITY RANKINGS IN TRANSITION ECONOMIES: A SYSTEMATIC REVIEW OF UZBEKISTAN IN COMPARATIVE PERSPECTIVE.....	220
Mukhlisa Khamidova	
O'ZBEKISTONDA TASHQI IQTISODIY FAOLIYAT RISKLARINI SUG'URTALASH HOLATI TAHLILI VA ULARNI KOMPLEKS BAHOLASH USULLARI	229
Raximov Timur Furkatovich	
TADBIR VA KO'NGILOCHAR XIZMATLAR MARKETING STRATEGIYASINI RIVOJLANTIRISH.....	235
Yunusov Xurshid Azamatovich	
SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN SAMARADORLIKNI BOSHQARISH TIZIMLARINING XODIMLAR XULQ-ATVORIGA TA'SIRI.....	240
Akramova Nilufar Beknazar qizi	
KO'CHMAS MULK OBYEKTLARINING BOZOR QIYMATINI SHAKLLANTIRUVCHI OMILLARNI TIZIMLASHTIRISHNING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI.....	248
Fayzieva Gulnoza Abdurumonovna	
STUDY OF THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF ORGANOMINERAL MATERIALS MODIFIED WITH A POLYFUNCTIONAL MODIFIER.....	254
Rustamov Mirshokhid	
Umida Ziyamukhamedova	
Elbek Turgunaliyev	
Sotvoldiev Khasanboy	
Mirjalol Abdulakimov	
Shokhjakhon Abdurakhimov	
YASHIL DAVLAT XARIDLARI ORQALI MAHALLIY SANOAT KORXONALARINI EKOLOGIK MODERNIZATSIYALASHNI RAG'BATLANTIRISH MEXANIZMLARI	263
Abbosbek Jurayev	
DAVLAT FUQAROLIK XIZMATIDA YOSHLAR O'RNI, AHAMIYATI HAMDA KASBIY FAOLIYATIDA RIVOJLANISH DRAYVERLARINI SHAKLLANTIRISH MEXANIZMI.....	269
Muhamedov Shavkat Rovshan o'g'li	
TOSHKENT SHAHRIDA BARQAROR URBANIZATSIYANI TA'MINLASH MUAMMOLARINI HAL ETISHNING INTEGRATSIYALASHGAN YECHIMI SIFATIDA RAQAMLI EGIZAK (DIGITAL TWIN) TEXNOLOGIYASINI JORIY ETISH	277
Salimov Sobirjon	
Xusnuddinov Fazluddin Zuxruddin o'g'li	
Inoyatxodjayev Jamshid Shuxratullayevich	



TOSHKENT SHAHRIDA BARQAROR URBANIZATSIYANI TA'MINLASH MUAMMOLARINI HAL ETISHNING INTEGRATSIYALASHGAN YECHIMI SIFATIDA RAQAMLI EGIZAK (DIGITAL TWIN) TEXNOLOGIYASINI JORIY ETISH

Salimov Sobirjon

Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti 05.01.08 - Texnologik
jarayonlar va ishlab chiqarishlarni avtomatlashtirish va boshqarish

Xusnuddinov Fazluddin Zuxruddin o'g'li

Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti Mashinasozlik
texnologiyasi va aerokosmik muhandislik kafedrasini o'qituvchisi
ORCID: 0009-0008-3571-9150

Inoyatxodjayev Jamshid Shuxratullayevich

Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti Mashinasozlik
texnologiyasi va aerokosmik muhandislik kafedrasini professori
ORCID: 0000-0001-8782-9740

Annotatsiya. Toshkentda jadal urbanizatsiya, qurilish zichligi va aholi sonining o'sishi muhandislik hamda transport infratuzilmasiga, shuningdek, atrof-muhitga tushadigan yuklamani oshirmoqda; shahar boshqaruvining har bir sohani alohida yurituvchi an'anaviy (sektoral) shakli esa ushbu muammolarni kompleks hal etishga imkon bermaydi. Tadqiqotning maqsadi — shahar boshqaruvining o'nta muhim yo'nalishini yagona raqamli platformada birlashtiruvchi, ilmiy asoslangan raqamli egizakning konseptual modelini ishlab chiqishdir. Tizimli yondashuv va loyihaviy tadqiqotlar metodologiyasi (Design Science Research) asosida to'rt qatlamli arxitektura (ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash, tahlil va modellash, ilovalar) loyihalandi. Yo'nalishlar ekspertlar fikri hamda Toshkent shahrining shaharsozlik hujjatlari tahlili asosida uchta mezon bo'yicha tanlandi va yo'nalishlararo integratsiya «yo'nalish — ma'lumot manbai» bog'liqlik matritsasi yordamida tahlil qilindi. Transport, muhandislik tarmoqlari, ekologik monitoring, shahar aerodinamikasi, insolyatsiya, tarixiy meros, neyroubanistika, seysmik xavfsizlik, favqulodda vaziyatlarni boshqarish va aqlli texnik xizmat ko'rsatishni qamrab oluvchi model taklif etilib, har bir yo'nalish uchun texnologik yechimlar belgilandi. Konseptual bog'liqlik matritsasiga ko'ra, 45 ta yo'nalish juftligidan 43 tasi kamida bitta umumiy ma'lumot manbaiga ega. Qurilish loyihalarini insolyatsiya, havo oqimi, transport va muhandislik tarmoqlariga ta'siri bo'yicha ko'p mezonli tekshirish tartibi formallashtirildi. Raqamli pasport va prognozli texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarni taxminan 35% gacha kamaytirishi mumkinligi baholandi; bu qiymat xalqaro manbalarda keltirilgan oraliqlarning yuqori chegarasiga to'g'ri keladi va tajriba-sinov (pilot) loyihasida tasdiqlanishi lozim. Modelni PropTech mahsuloti sifatida tijoratlashtirishning ikki yo'li aniqlandi. Model Toshkentga xos bo'lgan seysmik xavf, madaniy merosni muhofaza qilish va ko'p qavatli qurilishning jadal o'sishini bitta platformada birgalikda ko'rib chiqadi, bir yo'nalishli yondashuvlardagi bo'shliqni to'ldiradi va kelgusidagi tajriba-sinov loyihalari uchun metodik asos yaratadi.

Kalit so'zlar: raqamli egizak, aqlli shahar, barqaror urbanizatsiya, Toshkent, shahar tizimlari integratsiyasi, seysmik xavfsizlik, narsalar interneti (IoT), BIM, GIS, shaharni boshqarish.

Аннотация. В Ташкенте быстрая урбанизация, плотность застройки и рост численности населения увеличивают нагрузку на инженерную и транспортную инфраструктуру, а также на окружающую



среду, при этом традиционная (секторальная) форма городского управления, ведущая каждую сферу отдельно, не позволяет комплексно решать данные проблемы. Цель исследования — разработка научно обоснованной концептуальной модели цифрового двойника, объединяющей десять ключевых направлений городского управления на единой цифровой платформе. На основе системного подхода и методологии проектных исследований (Design Science Research) спроектирована четырехуровневая архитектура (сбор данных, обработка, анализ и моделирование, приложения). Направления были отобраны по трем критериям на основе экспертного мнения и анализа градостроительных документов города Ташкента, а межсекторальная интеграция проанализирована с помощью матрицы взаимосвязей «направление — источник данных». Предложена модель, охватывающая транспорт, инженерные сети, экологический мониторинг, городскую аэродинамику, инсоляцию, историческое наследие, нейрорбанистику, сейсмическую безопасность, управление чрезвычайными ситуациями и умное техническое обслуживание; для каждого направления определены технологические решения. Согласно концептуальной матрице взаимосвязей, из 45 пар направлений 43 имеют как минимум один общий источник данных. Формализован порядок многокритериальной проверки строительных проектов по степени их влияния на инсоляцию, воздушные потоки, транспорт и инженерные сети. Оценено, что цифровой паспорт и прогнозное техническое обслуживание могут сократить расходы примерно до 35%; данное значение соответствует верхней границе интервалов, приводимых в международных источниках, и подлежит подтверждению в рамках пилотного проекта. Определены два пути коммерциализации модели в качестве PropTech-продукта. Модель комплексно рассматривает характерные для Ташкента сейсмический риск, охрану культурного наследия и интенсивный рост многоэтажного строительства на единой платформе, восполняет пробел однонаправленных подходов и создает методическую базу для будущих пилотных проектов.

Ключевые слова: цифровой двойник, умный город, устойчивая урбанизация, Ташкент, интеграция городских систем, сейсмическая безопасность, интернет вещей (IoT), BIM, ГИС, управление городом.

Abstract. Rapid urbanization, construction density, and population growth in Tashkent are increasing the load on engineering and transport infrastructure, as well as on the environment, while the traditional (sectoral) form of urban management, which handles each domain separately, does not allow for a comprehensive solution to these problems. The objective of the research is to develop a scientifically grounded conceptual model of a digital twin that integrates ten vital domains of urban management into a single digital platform. Based on a systems approach and Design Science Research methodology, a four-layer architecture (data collection, data processing, analysis and modeling, applications) was designed. The domains were selected based on three criteria derived from expert judgment and the analysis of Tashkent's urban planning documentation, and cross-domain integration was analyzed using a domain–data source dependency matrix. A model encompassing transportation, utility networks, environmental monitoring, urban aerodynamics, insolation, historical heritage, neurourbanism, seismic safety, emergency management, and smart maintenance was proposed, and technological solutions were defined for each domain. According to the conceptual dependency matrix, 43 out of 45 domain pairs share at least one common data source. A multi-criteria verification procedure for construction projects evaluating their impact on insolation, airflow, transportation, and utility networks was formalized. It was estimated that digital passports and predictive maintenance can reduce costs by up to approximately 35%; this value corresponds to the upper boundary of ranges cited in international sources and needs to be validated in a pilot project. Two pathways for commercializing the model as a PropTech product were identified. The model jointly addresses Tashkent-specific seismic risks, cultural heritage protection, and the rapid expansion of high-rise construction within a single platform, filling the gap in single-domain approaches and creating a methodical foundation for future pilot projects.

Keywords: digital twin, smart city, sustainable urbanization, Tashkent, urban systems integration, seismic safety, Internet of Things (IoT), BIM, GIS, urban management.

KIRISH

Yirik shaharlarning barqaror rivojlanishi turli manbalardan keladigan katta hajmdagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida yig'ish, tahlil qilish hamda ular asosida asosli boshqaruv qarorlarini tezkor qabul qilish imkoniyatiga tobora ko'proq bog'liq bo'lib bormoqda. Shu sababli sanoatda shakllangan raqamli egizak (*Digital Twin*, *цифровой двойник*) konsepsiyasi so'nggi yillarda shahar miqyosida qo'llanib, shaharning jismoniy tizimlari va ularning virtual modeli o'rtasida uzluksiz ma'lumot almashinuvini yo'lga qo'yish, shahar jarayonlarini kuzatish, modellashtirish va prognozlash imkoniyatini yaratmoqda [1–3].



O'zbekiston poytaxti Toshkent jadal urbanizatsiya va ko'chmas mulk bozori faol rivojlanayotgan bosqichni boshdan kechirmoqda. Rasmiy statistikaga ko'ra, 2025-yil 1-yanvar holatiga shahar doimiy aholisi 3 112,8 ming kishini tashkil etib, bir yil ichida 72,0 ming kishiga (2,4%) ko'paygan [4]. Aholi sonining ortishi bilan birga ko'p qavatli turarjoy va tijorat binolari qurilishi ham kengayib, yo'l-transport tizimi, muhandislik-kommunikatsiya tarmoqlari, atrof-muhit hamda xavfsizlik tizimlariga tushadigan yuklamani oshirmoqda. Mamlakatda raqamli transformatsiyaga oid strategik hujjatlar qabul qilingani [5, 6] va Yangi Toshkent shahrini barpo etish bo'yicha keng ko'lamli loyiha boshlangani [7] shaharsozlik hamda shahar xo'jaligini boshqarishda zamonaviy raqamli vositalarga bo'lgan ehtiyojni yanada oshiradi.

Toshkentning o'ziga xosligi shundaki, jadal qurilish jarayonlari yuqori seysmik xavf sharoitida kechmoqda. Seysmik mikrorayonlashtirish natijalariga ko'ra, shahar hududi uchun MSK-64 shkalasi bo'yicha 8–9 balli seysmik intensivlik aniqlangan [8]; seysmik riskni baholashga bag'ishlangan xalqaro tadqiqotlarda ham xavf ostidagi obyektlar, xususan bino fondining zaifligini hisobga olish zarurligi ta'kidlanadi [9]. Shu bilan birga, shaharda madrasa va masjidlar kabi tarixiy-me'moriy yodgorliklar hamda XX asr modernizmi namunalari saqlangan: 2026-yilda "Toshkent modernistik me'morchiligi" nominatsiyasiga kiruvchi o'nta obyekt UNESCO Butunjahon merosi ro'yxatiga kiritildi [10], "Toshkent mahallalari" esa UNESCOning dastlabki (Tentative) ro'yxatida turibdi [11]. Tez o'sayotgan shahar, seysmik xavf va madaniy merosni muhofaza qilish zaruratining bir vaqtda uchrashi Toshkentni ko'plab "aqlli shahar" (*Smart City*) loyihalaridan ajratib turadi va shahar boshqaruvining maxsus modelini talab qiladi.

Boshqaruv amaliyotida transport, kommunal xizmatlar, ekologiya, qurilish nazorati, madaniy meros va favqulodda vaziyatlar masalalari turli idoralar tomonidan alohida hal etilmoqda. Bunday sektoral yondashuvda bir sohada qabul qilingan qarorning boshqa sohalarga — masalan, yangi ko'p qavatli binoning qo'shni hududlar insolyatsiyasi, havo almashinuvi, transport oqimi va muhandislik tarmoqlari yuklamasiga ta'sirini kompleks baholash muayyan qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Raqamli egizak texnologiyasi turli yo'nalishlar ma'lumotlarini yagona muhitda birlashtirib, ularning o'zaro ta'sirini modellashtirish orqali ushbu masalalarni samarali hal etishga imkon beradi [12, 13]. Mazkur matnni tahrirlash jarayonida sun'iy intellekt imkoniyatlaridan ham foydalanildi.

Ushbu maqolada Toshkent sharoitiga moslashtirilgan, shahar boshqaruvining o'nta strategik yo'nalishini yagona raqamli platformada birlashtiruvchi raqamli egizakning konseptual modeli taklif etiladi. Tadqiqot muammosi, maqsadi, vazifalari va ilmiy yangiligi adabiyotlar tahlili asosida aniqlashtiriladi; 3-bo'limda tadqiqot metodologiyasi, 4-bo'limda olingan natijalar, 5–6-bo'limlarda esa ularning muhokamasi va amaliy ahamiyati bayon etiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

2.1. Muammoning qo'yilishi Toshkent shahrini boshqarishda qaror qabul qilish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar — bino va inshootlarning axborot modellari, geofazoviy qatlamlar, sensor o'lchovlari, transport oqimlari hamda normativ talablar turli idoralarning axborot tizimlarida tarqoq holda, ko'pincha bir-biriga mos kelmaydigan formatlarda yuritilmoqda. Bunday sharoitda ikkita asosiy xavf yuzaga keladi: birinchidan, bir yo'nalishdagi qarorning boshqa yo'nalishlarga ta'siri qaror qabul qilinishidan oldin baholanmay qolishi; ikkinchidan, zilzila yoki boshqa favqulodda hodisalar yuz berganda konstruksiyalar monitoringi, muhandislik tarmoqlari va evakuatsiyani boshqarish tizimlarining muvofiqlashtirilgan holda javob bera olmasligidir. Shu sababli turli yo'nalishlarni umumiy ma'lumotlar bazasi va tahlil vositalari orqali bog'lovchi integratsiyalashgan boshqaruv modelini yaratish ehtiyoji mavjud. Bunday model qanday arxitekturaga ega bo'lishi, qaysi yo'nalishlarni qamrab olishi va yo'nalishlar o'rtasidagi bog'lanishni qanday ta'minlashi kerakligi ushbu tadqiqotning asosiy savolidir.

2.2. Adabiyotlar tahlili Raqamli egizak g'oyasi dastlab sanoat mahsulotlarining hayotiy siklini boshqarish (*Product Lifecycle Management*, PLM) sohasida shakllangan. M. Grieves va J. Vickers raqamli egizakni murakkab tizimlarda kutilmagan hamda istalmagan emergent xatti-harakatlarni oldindan aniqlash va kamaytirish vositasi sifatida tizimlashtirgan [14]. F. Tao va hammualliflar raqamli egizakni jismoniy obyekt, virtual obyekt, xizmatlar, egizak ma'lumotlari va ular orasidagi bog'lanishlardan iborat besh o'lchamli model sifatida formallashtirgan [15]; bu tuzilma keyinchalik boshqa sohalarda, jumladan shaharlarni modellashtirishda ham qo'llanila boshlandi.

M. Batty shahar raqamli egizagi tushunchasining mazmuni va chegaralarini muhokama qilib, uning an'anaviy shahar modellaridan farqini ko'rsatgan [1]. N. Mohammadi va J. Taylor aqlli shahar raqamli egizaklarini sensorlar va ulardan olinadigan ma'lumotlarga tayanadigan kiber-fizik tizim sifatida talqin qilgan [16]. B. Ketzler va hammualliflarning tahliliga ko'ra, "shahar raqamli egizagi" atamasi 3D shahar modelidan kengroq tushunchani, ya'ni semantik ma'lumotlar, real vaqt sensor ma'lumotlari, fizik modellar va simulyatsiyalar majmuini anglatadi, biroq uning yagona ta'rifi hali shakllanmagan [2]. T. Deng va hammualliflar tizimli sharh asosida raqamli egizak shaharni shahar boshqaruvining yangi shakli sifatida baholagan [3]; D. Li va hammualliflar



raqamli egizak shahar tushunchasini aniqlab, uning aqlli shahar bilan aloqasi va asosiy qo'llanish sohasini tahlil qilgan [12]. E. Shahat va hammualliflar ma'lumotlarni qayta ishlash samaradorligini oshirish, shaharning ijtimoiy-iqtisodiy komponentlarini qamrab olish hamda jismoniy va virtual qismlarning o'zaro integratsiyasini keyingi tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlari sifatida ko'rsatgan [13]. V. Lehtola va hammualliflar esa shahar ehtiyojlaridan kelib chiqib, barcha axborotni saqlovchi umumiy "orqa" (*back-end*) raqamli egizak va muayyan vazifalarga mo'ljallangan "old" (*front-end*) ilovalarni farqlashni taklif qilgan [17].

C. Weil va hammualliflarning tizimli sharhida shahar raqamli egizaklarini joriy etishdagi to'siqlar sakkiz guruhga ajratilgan: o'zaro muvofiqlik (*interoperability*) va semantika; hisoblash, saqlash va tarmoq infratuzilmasi; ma'lumotlarni yig'ish va jismoniy obyektga ta'sir ko'rsatish (*aktuatsiya*); ma'lumotlar sifati va uyg'unligi; modellashirish, simulyatsiya va qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash; vizualizatsiya; inson va moliyaviy resurslar; boshqaruv, tashkiliy va ijtimoiy masalalar [18]. 22 ta shahar raqamli egizagi loyihasini tahlil qilgan tadqiqot bunday tizimlar asosan foydalanish va texnik xizmat ko'rsatish bosqichida — yo'l infratuzilmasi, suv va elektr ta'minoti, jamoat transporti kabi alohida tizimlar uchun qo'llanilayotganini, jismoniy obyektga bevosita ta'sir ko'rsatish imkoniyati esa cheklanganini ko'rsatgan [19].

Favqulodda vaziyatlar va seysmik xavfsizlik yo'nalishida ham raqamli egizaklar faol o'rganilmoqda. C. Fan va hammualliflar ko'p manbali sensorlar, ma'lumotlarni integratsiyalash va tahlil qilish, ko'p ishtirokchili qaror qabul qilish hamda dinamik tarmoq tahlilini birlashtiruvchi *Disaster City Digital Twin* paradigmasini taklif etgan [20]. D. Ford va C. Wolf favqulodda vaziyatlarni boshqarishda aqlli shahar raqamli egizaklaridan foydalanish uchun turli infratuzilma tizimlaridagi sensorlar va simulyatsiya modellarini yagona boshqaruv jarayoniga birlashtirish zarurligini asoslagan [21]. S. Yu va hammualliflar zilzila ofati uchun shahar raqamli egizagida lazerli skanerlash va fotogrammetriya asosidagi 3D modelni seysmik intensivlik hisobi va binolarning seysmik javobini tahlil qilish bilan birlashtirgan [22]. M. Korkmaz va hammualliflar esa Turkiyaning seysmik faol Kojaeli viloyatidagi Chayirova tumani uchun geofazoviy, ekologik, konstruktiv, demografik va sensorli ma'lumotlarni birlashtiruvchi ochiq manbali raqamli egizak yaratgan [23].

Taklif etilayotgan modelning alohida yo'nalishlari uchun zarur texnologiyalar adabiyotda ancha chuqur o'rganilgan. CityGML standarti shahar obyektlarining geometriyasi, topologiyasi, semantikasi va tashqi ko'rinishini bir necha detallashtirish darajasida tavsiflaydi [24], IFC esa bino axborot modellari almashinuvining xalqaro standarti hisoblanadi [25]; BIM va GIS ma'lumotlarini integratsiyalash usullari ham tizimlashtirilgan [26]. 3D shahar modellarining quyosh nurlanishi, soyalanish, shovqin va havo oqimini baholash kabi o'nlab qo'llanish sohalari tahlil qilingan [27]; shahar muhitida havo oqimini hisoblash gidrodinamikasi usullari bilan modellashirishning imkoniyatlari va cheklovlari [28], Gonkongda esa zich qurilgan hududlarda havo almashinuvini baholashning me'yoriy tizimi joriy etilgan [29]. Arzon sensorlar yordamida havo ifloslanishini zich tarmoqli monitoring qilish [30], tarixiy binolarni lazerli skanerlash asosida axborot modellashirish (HBIM) [31] va HBIM asosidagi raqamli egizak yordamida profilaktik konservatsiya [32], shahar muhitining ruhiy salomatlikka ta'sirini o'rganuvchi neyrourbanistika [33], konstruksiyalar holatini monitoring qilish [34] hamda raqamli egizak asosida bino uskunalaridagi anomalialarni aniqlash [35] bo'yicha ishlar ham mavjud. Mazkur matnni tahrirlash jarayonida sun'iy intellekt imkoniyatlaridan ham foydalanildi.

2.3. Tadqiqot bo'shlig'i Tahlil qilingan tadqiqotlarning aksariyati raqamli egizakni bitta yo'nalish (transport, energetika, bino monitoringi yoki favqulodda vaziyatlar) doirasida qo'llaydi [19]. O'zaro bog'liq bir nechta yo'nalishni yagona platformada birlashtirish masalasi, ayniqsa seysmik xavf yuqori bo'lgan, boy tarixiy-me'moriy merosga ega hamda jadal o'sayotgan Markaziy Osiyo shaharlari uchun yetarlicha o'rganilmagan. Ilmiy manbalarda seysmik xavfsizlik, madaniy merosni muhofaza qilish, neyrourbanistika, transport va muhandislik tarmoqlarini boshqarishni Toshkent kabi shahar uchun bitta konseptual modelda birlashtiruvchi yondashuv kam tadqiq etilgan. Mazkur tadqiqot ushbu ilmiy bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

2.4. Tadqiqot maqsadi va vazifalari Tadqiqotning maqsadi — Toshkentda hozirda turli tarmoqlar tomonidan alohida boshqarilayotgan urbanizatsiya jarayonlarini yagona markazlashgan raqamli egizak modeli asosida integratsiyalashgan holda boshqarishning umumiy metodik asosini ishlab chiqish hamda uning ilmiy va amaliy ahamiyatini asoslashdir. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

Toshkent raqamli egizagining ko'p qatlamli arxitekturasini ishlab chiqish;
shahar boshqaruvining eng muhim o'nta yo'nalishini aniqlash, ularni o'zaro bog'lash va birgalikda ishlashini ta'minlash usullarini belgilash;

modelning iqtisodiy samaradorligini baholash va uni tijoratlashtirish imkoniyatlarini aniqlash;
taklif etilgan modelni xalqaro amaliyot bilan qiyoslab, tadqiqotning ilmiy yangiligini asoslash.

2.5. Tadqiqotning ilmiy yangiligi Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

postsovet davrida jadal rivojlanayotgan, seysmik faol Toshkent shahri uchun seysmik xavfsizlik, tarixiy-me'moriy merosni muhofaza qilish, neyrourbanistika, mikroiklim (insolyatsiya va aerodinamika), transport va muhandislik tarmoqlarini boshqarishni yagona platformada birlashtiruvchi o'n yo'nalishli konseptual raqamli egizak modeli taklif etilgan;



model doirasida yo'nalishlararo integratsiya «yo'nalish — ma'lumot manbai» bog'liqlik matritsasi orqali formallashtirilib, yo'nalishlar uchun umumiy bo'lgan ma'lumot manbalari aniqlangan;

qurilish loyihalarini insolyatsiya, havo oqimi, transport va muhandislik tarmoqlariga ta'siri bo'yicha ko'p mezonli dastlabki tekshirish tartibi formal ko'rinishda ifodalangan.

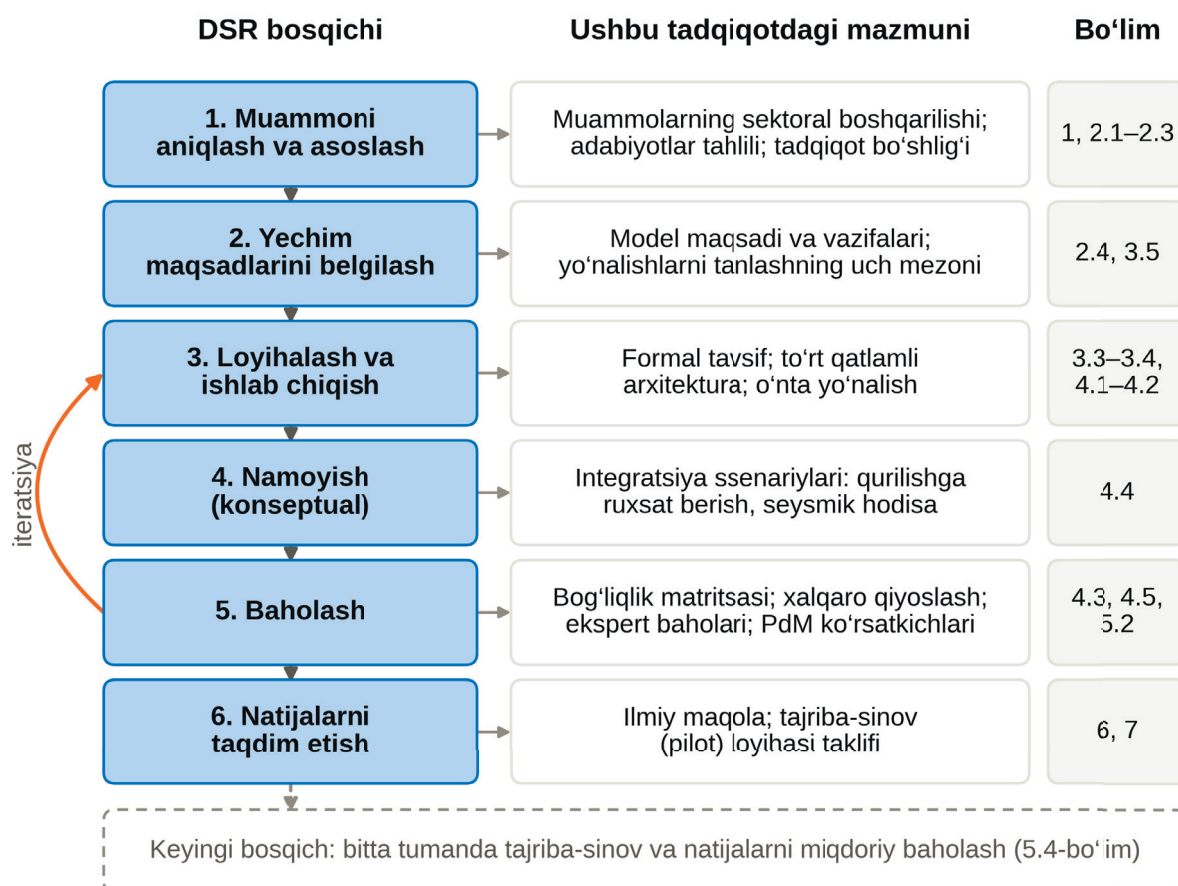
TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot tizimli yondashuv va loyihaviy tadqiqotlar metodologiyasi (*Design Science Research*, DSR) asosida olib borildi. DSR yangi artefakt — ya'ni model, metod yoki tizimni yaratish hamda uning muayyan muammoni hal etishdagi foydaliligini baholashga yo'naltirilgan [36]; shu sababli u amaliyotda to'liq joriy etilmagan yangi modellarni ishlab chiqishda keng qo'llaniladi.

Ushbu ishda artefakt sifatida Toshkent shahri uchun konseptual raqamli egizak modeli qaraladi. Tadqiqot K. Peffers va hammualiflar tomonidan taklif etilgan DSR jarayoni bosqichlariga muvofiq tashkil etildi [37]:

- muammoni aniqlash va asoslash;
- yechim maqsadlarini belgilash;
- modelni loyihalash va ishlab chiqish;
- ssenariylar orqali konseptual namoyish etish;
- baholash;
- natijalarni taqdim etish.

Mazkur tadqiqot doirasida barcha bosqichlar konseptual darajada bajarildi: namoyish va baholash jarayonlari integratsiya ssenariylari, bog'liqlik matritsasi, xalqaro qiyoslash hamda ekspert baholari orqali amalga oshirildi; real hududda tajriba-sinov loyihasini o'tkazish esa keyingi bosqich sifatida rejalashtirildi. Mazkur matnni tahrirlash jarayonida sun'iy intellekt imkoniyatlaridan ham foydalanildi (1-rasm).



1-rasm. Tadqiqot dizayni: DSR bosqichlari va ularning maqola bo'limlari bilan bog'liqligi ([37] asosida muallif tomonidan tuzilgan)



Tadqiqot obyekti — O'zbekiston Respublikasining poytaxti Toshkent shahri. 1bo'limda ko'rsatilganidek, shahar seysmik faol hududda joylashgan (MSK-64 shkalasi bo'yicha 8–9 ball [8]), aholisi 3,1 mln kishidan ortiq [4] va hududida xalqaro ahamiyatga ega tarixiy-me'moriy obyektlar mavjud [10, 11]. Ushbu omillar Toshkentni turli boshqaruv yo'nalishlarini birlashtiruvchi raqamli egizak modelini ishlab chiqish va sinash uchun o'ziga xos obyektga aylantiradi. Tadqiqot predmeti — shahar boshqaruvi yo'nalishlarini raqamli egizak platformasida integratsiyalash tamoyillari, arxitekturasi va usullari.

Modelni formal tavsiflash uchun F. Tao va hammualiflar taklif etgan besh o'lchamli raqamli egizak tuzilmasidan foydalanildi [15]:

$$M_{DT} = (PE, VE, Ss, DD, CN), \quad (1)$$

bu yerda PE — jismoniy obyekt (Toshkent shahrining binolari, infratuzilma tarmoqlari va atrof-muhiti); VE — virtual obyekt (shaharning yagona, doimiy yangilanib turadigan 3D modeli va unga bog'langan hisoblash modellari); Ss — xizmatlar (monitoring, prognozlash, simulyatsiya va qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash funksiyalari); DD — egizak ma'lumotlari (sensor o'lchovlari, axborot modellari, geofazoviy va normativ ma'lumotlar); CN — ushbu komponentlar orasidagi ma'lumot almashinuvi bog'lanishlari.

Model o'nta yo'nalishdan iborat $D=\{d_1, \dots, d_{10}\}$ to'plam va $S=\{s_1, \dots, s_m\}$ ma'lumot manbalari to'plami orqali tavsiflanadi. Yo'nalishlarning ma'lumot manbalariga bog'liqligi bog'liqlik (insidentlik) matritsasi bilan ifodalanadi:

$$A = [a_{ij}]_{10 \times m}, \quad a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{agar } d_i \text{ yo'nalish } s_j \text{ manbadan foydalansa,} \\ 0, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (2)$$

Har bir manbaning qo'llanish darajasi r_j (ushbu manbadan foydalanadigan yo'nalishlar soni) va yo'nalishlar juftligi uchun umumiy manbalar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$r_j = \sum_{i=1}^{10} a_{ij}, \quad W = [w_{ik}] = AA^T, \quad (3)$$

bu yerda w_{ik} ($i \neq k$) — d_i va d_k yo'nalishlar uchun umumiy bo'lgan ma'lumot manbalari soni. $w_{ik} \geq 1$ shart bajariladigan juftliklar yagona platformada ma'lumotlarni birgalikda ishlatish orqali integratsiyalanishi mumkin bo'lgan yo'nalishlarni ko'rsatadi.

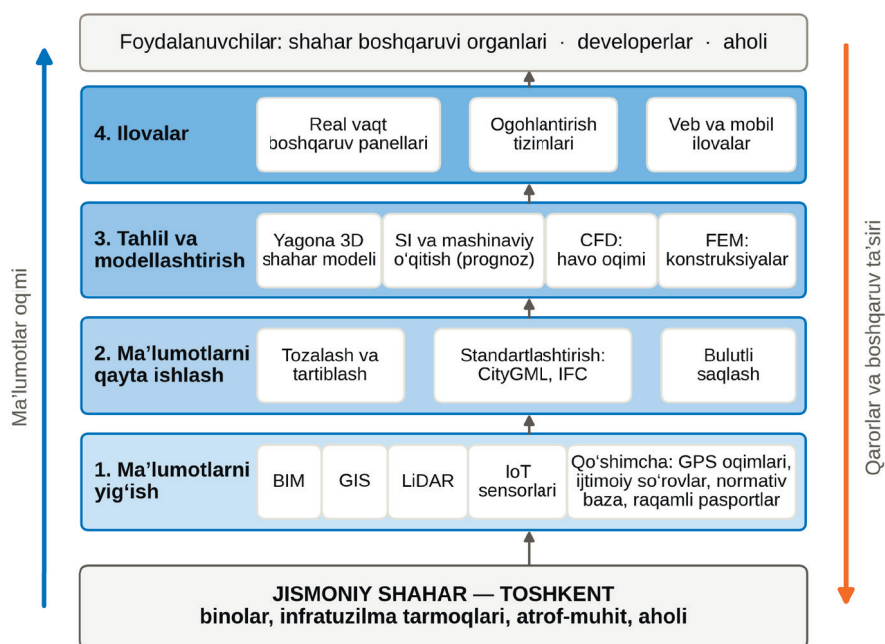
Toshkent raqamli egizagi to'rt qatlamli tuzilma asosida loyihalandi. Har bir qatlam shahar ma'lumotlarini yig'ish, qayta ishlash, tahlil qilish va ulardan foydalanishda alohida vazifani bajaradi.

Ma'lumotlarni yig'ish qatlami turli manbalardan ma'lumot to'playdi: binolar va ko'chmas mulk obyektlarining axborot modellari (Building Information Modeling, BIM), yer va hudud xaritalari — geoaxborot tizimlari (GIS), 3D lazerli skanerlash natijalari (LiDAR) hamda narsalar interneti (Internet of Things, IoT) sensorlaridan real vaqt rejimida keladigan ma'lumotlar. 2jadvaldan ko'rinib turibdiki, ayrim yo'nalishlar uchun GPS oqimlari, ijtimoiy so'rovlar, normativ talablar va raqamli pasportlar ham qo'shimcha manba bo'lib xizmat qiladi.

Ma'lumotlarni qayta ishlash qatlami yig'ilgan ma'lumotlarni keyingi foydalanishga tayyorlaydi: katta hajmdagi ma'lumotlar bulutli serverlarda tozalanadi, tartiblanadi va standartlashtiriladi. Turli tizimlarning o'zaro muvofiqligini ta'minlash uchun ma'lumotlar CityGML [24] va IFC [25] kabi umumiy formatlarga keltiriladi; BIM va GIS ma'lumotlarini birlashtirishda adabiyotda tizimlashtirilgan integratsiya usullaridan foydalaniladi [26].

Tahlil va modellashtirish qatlami shaharning yagona, doimiy yangilanib turadigan 3D modelini shakllantiradi. Unda sun'iy intellekt (SI) va mashinaviy o'qitish modellari ma'lumotlarni tahlil qilish va vaziyatlar rivojini prognozlash uchun, simulyatsiya vositalari esa shahar jarayonlarini o'rganish uchun qo'llaniladi. Masalan, shahardagi havo harakatini o'rganishda hisoblash gidrodinamikasi (Computational Fluid Dynamics, CFD) [28], binolarning xatti-harakati va xavfsizligini tahlil qilishda chekli elementlar usuli (FEM) asosidagi konstruktiv hisoblar ishlatilishi mumkin.

Ilovalar qatlami raqamli egizak yig'gan va tahlil qilgan axborotdan shahar boshqaruvchilari foydalanishini ta'minlaydi. U turli yo'nalishlarni kuzatish uchun real vaqt rejimidagi boshqaruv panellari (dashboard) va ogohlantirish tizimlarini o'z ichiga oladi; ularga veb va mobil ilovalar orqali kirish mumkin (2-rasm).



2-rasm. Toshkent raqamli egizagining to'rt qatlamli konseptual arxitekturas

1-jadval
Raqamli egizak qatlamlarining vazifalari va tarkibi

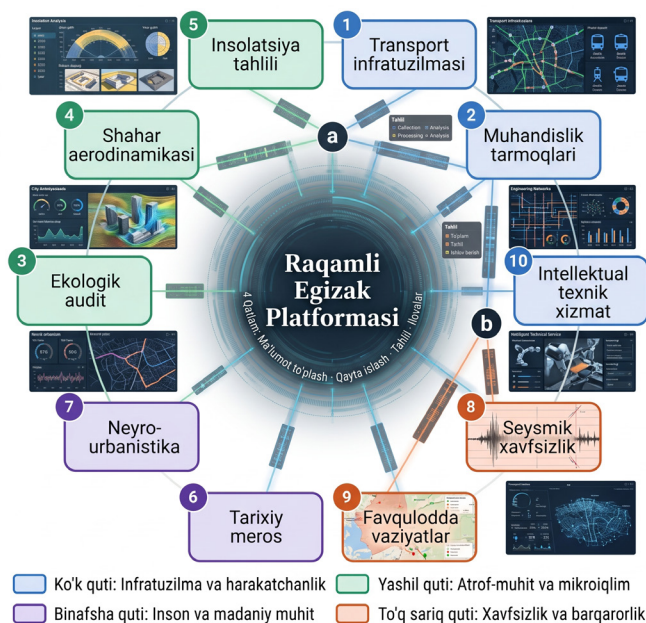
Qatlam	Asosiy vazifasi	Ma'lumotlar, texnologiyalar va standartlar	Chiqish natijasi
1. Ma'lumotlarni yig'ish	Shahar obyektlari va jarayonlari haqida ma'lumot to'plash	BIM, GIS, LiDAR, IoT sensorlari; qo'shimcha: GPS oqimlari, ijtimoiy so'rovlar, normativ baza, raqamli pasportlar	Qayta ishlanmagan ma'lumotlar oqimi
2. Ma'lumotlarni qayta ishlash	Tozalash, tartiblash, standartlashtirish va saqlash	Bulutli serverlar; CityGML va IFC formatlari	Uyg'unlashtirilgan, o'zaro muvofiq ma'lumotlar bazasi
3. Tahlil va modellash	Yagona 3D model yaratish, tahlil, prognoz va simulyatsiya	SI va mashinaviy o'qitish, CFD, FEM, ssenariyli modellash	Prognozlar, simulyatsiya natijalari, baholash ko'rsatkichlari
4. Ilovalar	Axborotni foydalanuvchilarga yetkazish, qarorlarni qo'llab-quvvatlash	Boshqaruv panellari, ogohlantirish tizimlari, veb va mobil ilovalar	Qaror qabul qilish uchun axborot va ogohlantirishlar

TAHLIL VA NATIJALAR

4.1. O'n yo'nalishli integratsiyalashgan konseptual model Ishlab chiqilgan model Toshkentdagi urbanizatsiya muammolarini alohida-alohida emas, balki turli yo'nalishlarni o'zaro bog'lagan holda hal etishga qaratilgan. Model o'nta shahar yo'nalishini yagona raqamli platformada birlashtiradi; ushbu platformada yo'nalishlar ma'lumot almashadi va birgalikda faoliyat yuritadi.

Har bir yo'nalishning maqsadi, qo'llaniladigan texnologiyalar va kutilayotgan natijalar 2-jadvalda keltirilgan. Yo'nalishlar mazmuniga ko'ra to'rt guruhga birlashtirildi:

- **infratuzilma va harakatchanlik** (1, 2, 10);
- **atrof-muhit va mikroiklim** (3, 4, 5);
- **inson va madaniy muhit** (6, 7);
- **xavfsizlik va barqarorlik** (8, 9) (3-rasm).



3-rasm. O'nta strategik yo'nalishning yagona raqamli egizak platformasida birlashtirilishi (raqamlar 2-jadvalga mos; uzluksiz chiziqlar — “a” ssenariy, uzuq chiziqlar — “b” ssenariy, 4.4-bo'lim)

2-jadval
Toshkent raqamli egizagining o'nta strategik yo'nalishi va kutilayotgan natijalar

No	Yo'nalish	Asosiy maqsad	Texnologiya / usul	Kutilayotgan natija
1	Transport infratuzilmasi	SI yordamida tirbandlikni kamaytirish	GPS ma'lumotlar oqimlari, prognozlovchi SI modellari	Harakat tezligining oshishi, kutish vaqtining qisqarishi
2	Muhandislik tarmoqlari	Nosozliklarni oldindan aniqlash	IoT bosim sensorlari, prognozli tahlil	Avariya va xizmat uzilishlarining kamayishi
3	Ekologik audit	Havo sifatini uzluksiz monitoring qilish	PM2.5 / CO ₂ sensorlari, GIS xaritalash	Ifloslanish va iqlim ta'sirini xaritalash
4	Shahar aerodinamikasi	Shamol yo'laklarini saqlash	CFD simulyatsiyasi	Mikroiqlimga salbiy ta'sirning kamayishi
5	Insolyatsiya tahlili	Quyosh nuri tushish huquqini himoya qilish	3D soya modellashtirish, qurilish normalari	2,5 soatlik insolyatsiya normasiga rioya etilishi
6	Tarixiy meros	Yodgorliklar holatini monitoring qilish	3D lazerli skanerlash (LiDAR)	Yemirilish va namlikni erta aniqlash
7	Neyroubanistika	Aholining ruhiy farovonligini yaxshilash	Shovqin va ko'kalamzorlashtirish tahlili, ijtimoiy so'rovlar	Stressni kamaytiruvchi rejalashtirish standartlari
8	Seysmik xavfsizlik	Zilzilabardoshlikni monitoring qilish	Konstruksiyalar holati monitoringi (SHM)	Konstruksiyalar holatini real vaqtda baholash
9	Favqulodda vaziyatlarni boshqarish	Favqulodda vaziyatlarga avtomatlashtirilgan javob	Evakuatsiyani algoritmik modellashtirish	Favqulodda javob vaqtining qisqarishi
10	Aqlli texnik xizmat ko'rsatish	Texnik xizmat xarajatlarini kamaytirish	Raqamli pasport, prognozli texnik xizmat (PdM)	Ta'mirlash xarajatlarining ~35% gacha kamayishi (baho)

4.2. Yo'nalishlar bo'yicha natijalar

Transport infratuzilmasi. Toshkentda tirbandlikni sun'iy intellekt yordamida kamaytirish modeli taklif etildi. Model jamoat transporti va boshqa transport vositalarining real vaqt GPS ma'lumotlari hamda svetoforlar va yo'l infratuzilmasidan keladigan ma'lumotlar asosida transport holatini kuzatadi va harakat oqimini yaxshilashga yordam beradi. Prognozlovchi SI modellari tirbandlik o'choqlarini oldindan aniqlab, harakatni boshqarish bo'yicha qarorlarni qo'llab-quvvatlashi mumkin.



Muhandislik tarmoqlari. Suv, gaz va issiqlik ta'minoti quvurlaridagi bosimni hamda elektr tarmoqlaridagi yuklama parametrlarini IoT sensorlari yordamida kuzatish tizimi taklif etildi. Tizim talabning mavsumiy o'zgarishlari bilan bog'liq avariya ehtimolini prognozlashga ham yordam beradi.

Ekologik audit. Shahar havosidagi zararli gazlar va ifloslanishni, masalan, PM2.5 zarrachalari va CO₂ konsentratsiyasini uzluksiz o'lchash tizimi taklif etildi. Arzon sensorlar tarmog'i an'anaviy statsionar postlarga nisbatan ifloslanishning mahalliy farqlarini batafsilroq qayd etish imkonini beradi [30]. O'lchov natijalari GIS asosida xaritalanib, iqlim o'zgarishining shaharning turli qismlariga ta'sirini ko'rsatuvchi xaritalar tuziladi.

Shahar aerodinamikasi. Binolarning shahardagi havo harakatiga ta'sirini o'rganish uchun CFD asosidagi simulyatsiya usuli taklif etildi. U shisha fasadli baland binolar zich joylashgan hududlar shaharning tabiiy shamol yo'laklarini to'sib qo'yish-qo'ymasligini aniqlashga yordam beradi. Zich qurilgan shaharlarda havo almashinuvini baholash tajribasi [29] va CFD modellash tirishning ishonchlilik talablari [28] bunday tahlilning uslubiy asosini tashkil etadi.

Insolyatsiya tahlili. Yangi bino qurilishidan oldin uning qo'shni binolarga tushadigan quyosh nurini to'sib qo'yish-qo'ymasligini tekshiruvchi avtomatlashtirilgan hisoblash usuli taklif etildi. Tizim amaldagi shaharsozlik normalari talabiga muvofiq qo'shni binolardagi yashash xonalari kamida 2,5 soat uzluksiz insolyatsiya olishini tekshiradi [39]. Hisob yagona 3D modelda nazorat nuqtasidan quyosh tomon yo'naltirilgan nurlarning to'silishini tekshirish (*ray casting*) orqali bajariladi. Fasaddagi nazorat nuqtasi uchun umumiy insolyatsiya davomiyligi quyidagicha aniqlanadi:

$$T_{\Sigma}(p) = \int_{t_1}^{t_2} v(p, t) dt, \quad (5)$$

bu yerda $v(p, t)$ — ko'rinish funksiyasi: t vaqtda quyosh ufqdan yuqorida va fasadning old tomonida bo'lib, p nuqtadan quyosh tomon yo'nalgan nur 3D modeldagi hech bir obyekt bilan kesishmasa, $v(p, t)=1$, aks holda $v(p, t)=0$; t_1 va t_2 — normativ hujjatda belgilangan hisob kunidagi hisob oralig'ining boshlanishi va oxiri. Me'yoriy talab quyidagi mantiqiy shart ko'rinishida tekshiriladi:

$$C_{ins}(p) = [T_{uzl}(p) \geq T_n] \vee [N_{uz}(p) \leq 1 \wedge T_{\Sigma}(p) \geq T_n + 0,5 \text{ soat}], \quad (6)$$

bu yerda $T_{uzl}(p)$ — eng uzun uzluksiz insolyatsiya oralig'i; $N_{uz}(p)$ — insolyatsiyaning kun davomidagi uzilishlari soni; $T_n=2,5$ soat — normativ davomiylilik. Ikkinchi shart normativ hujjatdagi qoidani ifodalaydi: kun davomida insolyatsiyaning umumiy vaqti 0,5 soatga oshirilgan taqdirda uning bir marta uzilishiga yo'l qo'yiladi [39]. $C_{ins}(p)=1$ bo'lsa, p nuqta me'yor talabiga javob beradi.

Tarixiy yodgorliklarni muhofaza qilish. Madrasa va masjidlar kabi tarixiy yodgorliklarning 3D lazerli skanerlash asosida raqamli nusxalarini yaratish tizimi taklif etildi. Tizim ushbu binolarning holatini, jumladan yuzaga kelishi mumkin bo'lgan shikastlanishlar va namlik darajasini virtual kuzatish imkonini beradi. Lazerli skanerlash asosidagi HBIM modellari [31] va sensor ma'lumotlari bilan boyitilgan HBIM raqamli egizaklari [32] bunday monitoringning xalqaro amaliyotda sinalgan vositalaridir. Geometrik o'zgarishlarni LiDAR yordamida aniqlash mumkin bo'lsa-da, namlik darajasini kuzatish uchun skanerlash ma'lumotlarini namlik sensorlari bilan to'ldirish maqsadga muvofiq.

Neyrourbanistika. Shahar muhitining turli xususiyatlari — shovqin darajasi, ko'kalamzor hududlar ulushi va piyodalar yo'laklarining tuzilishi — aholining ruhiy farovonligi va stress darajasiga ta'sirini o'rganish usuli taklif etildi. Maqsad — aholi uchun qulayroq muhit yaratish uchun shaharni qanday loyihalash kerakligini aniqlash. Yondashuv shahar hayoti va ruhiy salomatlik o'rtasidagi bog'liqlikni fanlararo o'rganuvchi neyrourbanistika tamoyillariga asoslanadi [33].

Seysmik xavfsizlik. Toshkent seysmik faol hududda joylashgani sababli binolarning yuk ko'taruvchi elementlariga konstruksiyalar holati monitoringi (*Structural Health Monitoring*, SHM) sensorlarini o'rnatishni nazarda tutuvchi tizim taklif etildi. Ushbu sensorlar binolarning zilzilaga javobini real vaqt rejimida kuzatish va ularning seysmik ta'sirlarga bardoshlilikini baholashga yordam beradi. SHM konstruksiyadagi shikastlanishni o'lchov ma'lumotlari asosida aniqlashga qaratilgan [34]. O'zbekistonda noyob, ko'p qavatli va katta oraliqli bino va inshootlarning texnik holatini monitoring qilish talablari ShNQ 1.04.01-22 bilan belgilangan [40], seysmik xavfsizlikni ta'minlash tizimini takomillashtirish esa davlat siyosatining ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi [41].

Favqulodda vaziyatlarni boshqarish. Yong'in yoki tabiiy ofatlar paytida gaz klapanlarini avtomatik yopish va aholi uchun xavfsiz evakuatsiya yo'llarini shakllantirish tizimi taklif etildi. Bu favqulodda vaziyatlarda xavflarni kamaytirish va aholi xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi. Mazkur yo'nalish muhandislik tarmoqlari va seysmik monitoring yo'nalishlari bilan bevosita bog'liq (4.4bo'lim).



Aqlli texnik xizmat ko'rsatish. Bino muhandislik uskunalari va liftlarning holati va eskirish darajasini raqamli pasportlar yordamida kuzatish tizimi taklif etildi. Bu texnik xizmat ko'rsatish ehtiyojlarini aniqlash va uskunar holatini hisobga olib borishga yordam beradi. Muallifning baholashiga ko'ra, tizim texnik xizmat xarajatlarini taxminan 35% gacha kamaytirishi mumkin (4.5bo'lim). Raqamli egizak asosida bino aktivlaridagi anomalionalarni avtomatik aniqlash imkoniyati adabiyotda ko'rsatib berilgan [35].

4.3. Yo'nalishlararo integratsiya: umumiy ma'lumot manbalari

Yo'nalishlarning ma'lumot manbalariga bog'liqligi 2jadval va 3.4bo'limdagi arxitektura tavsifi asosida (2) matritsa ko'rinishida tuzildi. Unda sakkizta manba ($m=8$) qaraldi: BIM, GIS, LiDAR, IoT sensorlari, GPS oqimlari, normativ baza, ijtimoiy so'rovlar va raqamli pasportlar. “●” belgisi 2jadvalda bevosita ko'rsatilgan manbani, “○” belgisi esa jadvalda nomlanmagan, biroq tegishli usulni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan manbani bildiradi (masalan, CFD simulyatsiyasi va soya modellash tirish binolarning 3D geometriyasini talab qiladi).

Matritsada 26 ta bog'lanish mavjud: ulardan 9 tasi bevosita ko'rsatilgan, 17 tasi usul talabidan kelib chiqadi. IoT sensorlari sakkizta, GIS yettita, BIM beshta yo'nalishda qo'llaniladi ($r_{IoT}=8$, $r_{GIS}=7$, $r_{BIM}=5$), o'nta yo'nalishning har biri ushbu uch manbadan kamida biriga tayanadi. (3) ifoda bo'yicha hisoblangan W matritsasiga ko'ra, 45 ta yo'nalish juftligidan 43 tasi kamida bitta umumiy manbaga ega ($w_{ik} \geq 1$); faqat “aerodinamika – aqlli texnik xizmat” va “insolyatsiya – aqlli texnik xizmat” juftliklarida umumiy manba yo'q. Faqat bevosita ko'rsatilgan bog'lanishlar hisobga olinsa, umumiy manbali juftliklar soni uchtaga tushadi. Bu natija integratsiya samarasi, avvalo, yo'nalishlar uchun umumiy bo'lgan 3D shahar modeli, GIS qatlamlari va IoT tarmog'idan iborat yagona ma'lumot asosini yaratishga bog'liq ekanini ko'rsatadi; to'rt qatlamli arxitektura aynan shu asosni shakllantirishga yo'naltirilgan (4-rasm).

	BIM	GIS	LiDAR	IoT sensorlari	GPS oqimlari	Normativ baza	Ijtimoiy so'rovlar	Raqamli pasportlar	Σ
1. Transport infratuzilmasi		○		○	●				3
2. Muhandislik tarmoqlari		○		●					2
3. Ekologik audit		●		●					2
4. Shahar aerodinamikasi	○	○	○						3
5. Insolyatsiya tahlili	○	○				●			3
6. Tarixiy meros	○		●	○					3
7. Neyrurbanistika		○		○			●		3
8. Seysmik xavfsizlik	○			●					2
9. Favqulodda vaziyatlar	○	○		○					3
10. Aqlli texnik xizmat				○				●	2
r_j (yo'nalishlar soni)	5	7	2	8	1	1	1	1	

● bevosita ko'rsatilgan manba ○ usulni amalga oshirish uchun zarur manba

4-rasm. Yo'nalish – ma'lumot manbai bog'liqlik matritsasi: “●” — 2 jadvalda bevosita ko'rsatilgan manba, “○” — usulni amalga oshirish uchun zarur manba; o'ng ustun va pastki qatorda mos ravishda yo'nalish va manba bo'yicha bog'lanishlar soni (r_j) keltirilgan

Olingan natijalar shahar yo'nalishlarini birlashtirish shunchaki qulay texnik yechim emas, balki shahar boshqaruvida qaror qabul qilish sifatini oshirishning muhim sharti ekanini asoslaydi. Masalan, insolyatsiya, havo harakati, transport va muhandislik tarmoqlari haqidagi axborot bitta platformada birlashtirilgani qurilishga ruxsat berish jarayonida bir nechta omilni avtomatik tekshirish imkonini beradi; bu tekshiruv (7) ifoda bilan formallashtirilgan. Boshqacha aytganda, yangi qurilish loyihasi tasdiqlanishidan oldin tizim uning quyosh nuri, havo oqimi, transport va muhandislik tarmoqlariga ta'sirini baholashga yordam beradi. Bitta yo'nalish doirasida qurilgan modellar, ta'rifiga ko'ra, bunday ko'p mezonli baholashni ta'minlay olmaydi. 4.3bo'limdagi matritsa tahlili esa bu imkoniyat umumiy ma'lumot asosiga tayanishini ko'rsatdi: yo'nalishlar alohida raqamlashtirilganda umumiy manbalar qayta ishlatilmasligi va har bir ko'p mezonli tekshiruv ma'lumotlarni qo'lda qayta yig'ishni talab qilishi mumkin.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

1. Integratsiyalashgan boshqaruv ehtiyoji. Toshkentdagi barqaror urbanizatsiya muammolari o'zaro bog'liq bo'lgani sababli ularni har bir sohada alohida yuritish yo'nalishlararo ta'sirlarni to'liq hisobga olish imkonini



bermaydi. Raqamli egizak texnologiyasi ushbu masalalarni yagona ma'lumotlar bazasi hamda umumiy tahlil vositalari orqali muvofiqlashtirilgan holda boshqarish imkonini beruvchi samarali yechim sifatida asoslandi; u an'anaviy sektoral usullarga nisbatan yuqori natijadorlikni ta'minlaydi.

2. To'rt qatlamli arxitektura va ma'lumotlar integratsiyasi. Ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash, tahlil va modellashtirish hamda ilovalar qatlamlaridan iborat to'rt qatlamli arxitektura o'nta strategik yo'nalishni yagona platformada birlashtirish imkonini beradi. Konseptual bog'liqlik matritsasiga ko'ra, 45 ta yo'nalish juftligidan 43 tasi kamida bitta umumiy ma'lumot manbaiga ega bo'lib, IoT, GIS va BIM manbalari ushbu integratsiyaning texnologik poydevorini tashkil etadi.

3. Ko'p mezonli baholash tartibi. Qurilish loyihalarini insolyatsiya (2,5 soatlik norma), havo oqimi, transport hamda muhandislik tarmoqlariga ta'siri bo'yicha ko'p mezonli dastlabki tekshirish tartibi formallashtirildi; bunday kompleks tahlilni bir yo'nalishli an'anaviy modellar orqali amalga oshirish muayyan cheklolarga ega.

4. Iqtisodiy samaradorlik va tijoratlashtirish. Raqamli pasport va prognozli texnik xizmat ko'rsatish tizimini joriy etish xarajatlarni taxminan 35% gacha optimallashtirish imkonini beradi; bu ko'rsatkich xalqaro manbalardagi oraliqlarning yuqori chegarasiga mos keladi hamda tajriba-sinov loyihalarida o'z tasdig'ini topishi kutiladi. Model B2G platformasi va developerlar uchun konsalting xizmati sifatida tijoratlashtirilishi mumkin. Mazkur matnni tahrirlash jarayonida sun'iy intellekt imkoniyatlaridan ham foydalanildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Batty M. Digital twins // Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. – 2018. – Vol. 45, No. 5. – P. 817–820. – DOI: 10.1177/2399808318796416.
2. Ketzler B., Naserentin V., Latino F., Zangelidis C., Thuvander L., Logg A. Digital twins for cities: A state of the art review // Built Environment. – 2020. – Vol. 46, No. 4. – P. 547–573. – DOI: 10.2148/benv.46.4.547.
3. Deng T., Zhang K., Shen Z.-J. M. A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities // Journal of Management Science and Engineering. – 2021. – Vol. 6, No. 2. – P. 125–134. – DOI: 10.1016/j.jmse.2021.03.003.
4. Toshkent shahar statistika boshqarmasi. Toshkent shahrining doimiy aholisi [Elektron resurs]. – 30.01.2025. – URL: <https://www.toshstat.uz/uz/matbuot-markazi/news/11594-toshkent-shahrining-doimiy-aholisi30> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son "«Raqamli O'zbekiston – 2030» strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni [Elektron resurs]. – URL: <https://lex.uz/docs/-5030957> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 20-iyuldagi PQ-232-son "Yangi Toshkent shahrini barpo etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori [Elektron resurs]. – URL: <https://lex.uz/docs/-6539890> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
7. Ismailov V.A., Yodgorov Sh.I., Allayev Sh.B., Mamarozikov T.U., Avazov Sh.B. Seismic microzoning of the Tashkent territory based on calculation methods // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2022. – Vol. 152. – Art. 107045. – DOI: 10.1016/j.soildyn.2021.107045.
8. Erdik M., Rashidov T., Safak E., Turdukulov A. Assessment of seismic risk in Tashkent, Uzbekistan and Bishkek, Kyrgyz Republic // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2005. – Vol. 25, No. 7–10. – P. 473–486. – DOI: 10.1016/j.soildyn.2004.11.002.
9. 10 buildings of Tashkent modernism added to UNESCO World Heritage List [Elektron resurs] // Gazeta. uz. – 26.07.2026. – URL: <https://www.gazeta.uz/en/2026/07/26/tashkent-modernism-unesco/> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
10. UNESCO World Heritage Centre. Tashkent makhallas. Tentative Lists [Elektron resurs]. – 2021. – URL: <https://whc.unesco.org/en/tentativelists/6578/> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
11. Li D., Yu W., Shao Z. Smart city based on digital twins // Computational Urban Science. – 2021. – Vol. 1, No. 1. – Art. 4. – DOI: 10.1007/s43762-021-00005-y.
12. Shahat E., Hyun C.T., Yeom C. City digital twin potentials: A review and research agenda // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 6. – Art. 3386. – DOI: 10.3390/su13063386.
13. Grieves M., Vickers J. Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems // Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems: New Findings and Approaches / eds. F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, A. Alves. – Cham: Springer, 2017. – P. 85–113. – DOI: 10.1007/978-3-319-38756-7_4.
14. Tao F., Zhang M., Liu Y., Nee A.Y.C. Digital twin driven prognostics and health management for complex equipment // CIRP Annals. – 2018. – Vol. 67, No. 1. – P. 169–172. – DOI: 10.1016/j.cirp.2018.04.055.



15. Mohammadi N., Taylor J.E. Smart city digital twins // 2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI). – IEEE, 2017. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/SSCI.2017.8285439.
16. Lehtola V.V., Koeva M., Oude Elberink S., Raposo P., Virtanen J.-P., Vahdatikhaki F., Borsci S. Digital twin of a city: Review of technology serving city needs // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. – 2022. – Vol. 114. – Art. 102915. – DOI: 10.1016/j.jag.2022.102915.
17. Weil C., Bibri S.E., Longchamp R., Golay F., Alahi A. Urban digital twin challenges: A systematic review and perspectives for sustainable smart cities // Sustainable Cities and Society. – 2023. – Vol. 99. – Art. 104862. – DOI: 10.1016/j.scs.2023.104862.
18. Ferré-Bigorra J., Casals M., Gangolells M. The adoption of urban digital twins // Cities. – 2022. – Vol. 131. – Art. 103905. – DOI: 10.1016/j.cities.2022.103905.
19. Fan C., Zhang C., Yahja A., Mostafavi A. Disaster City Digital Twin: A vision for integrating artificial and human intelligence for disaster management // International Journal of Information Management. – 2021. – Vol. 56. – Art. 102049. – DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.102049.
20. Ford D.N., Wolf C.M. Smart cities with digital twin systems for disaster management // Journal of Management in Engineering. – 2020. – Vol. 36, No. 4. – Art. 04020027. – DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000779.
21. Yu S., Lei Q., Liu C., Zhang N., Shan S., Zeng X. Application research on digital twins of urban earthquake disasters // Geomatics, Natural Hazards and Risk. – 2023. – Vol. 14, No. 1. – DOI: 10.1080/19475705.2023.2278274.
22. Korkmaz M., Akyildiz Y.E., Demirkesen S., Toprak S., Nowak P., Ciftci B. A digital twin approach to sustainable disaster management: Case of Cayirova // Sustainability. – 2025. – Vol. 17, No. 21. – Art. 9626. – DOI: 10.3390/su17219626.
23. Gröger G., Plümer L. CityGML – Interoperable semantic 3D city models // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2012. – Vol. 71. – P. 12–33. – DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2012.04.004.
24. ISO 16739-1:2024. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema. – Geneva: ISO, 2024.
25. Liu X., Wang X., Wright G., Cheng J.C.P., Li X., Liu R. A state-of-the-art review on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS) // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2017. – Vol. 6, No. 2. – Art. 53. – DOI: 10.3390/ijgi6020053.
26. Biljecki F., Stoter J., Ledoux H., Zlatanov S., Çöltekin A. Applications of 3D city models: State of the art review // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2015. – Vol. 4, No. 4. – P. 2842–2889. – DOI: 10.3390/ijgi4042842.
27. Blocken B. Computational Fluid Dynamics for urban physics: Importance, scales, possibilities, limitations and ten tips and tricks towards accurate and reliable simulations // Building and Environment. – 2015. – Vol. 91. – P. 219–245. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.02.015.
28. Ng E. Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong // Building and Environment. – 2009. – Vol. 44, No. 7. – P. 1478–1488. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2008.06.013.
29. Kumar P., Morawska L., Martani C. [et al.] The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities // Environment International. – 2015. – Vol. 75. – P. 199–205. – DOI: 10.1016/j.envint.2014.11.019.
30. Murphy M., McGovern E., Pavia S. Historic building information modelling (HBIM) // Structural Survey. – 2009. – Vol. 27, No. 4. – P. 311–327. – DOI: 10.1108/02630800910985108.
31. Jouan P., Hallot P. Digital twin: A HBIM-based methodology to support preventive conservation of historic assets through heritage significance awareness // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2019. – Vol. XLII-2/W15. – P. 609–615. – DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-609-2019.
32. Adli M., Berger M., Brakemeier E.-L. [et al.] Neurourbanism: towards a new discipline // The Lancet Psychiatry. – 2017. – Vol. 4, No. 3. – P. 183–185. – DOI: 10.1016/S2215-0366(16)30371-6.
33. Farrar C.R., Worden K. An introduction to structural health monitoring // Philosophical Transactions of the Royal Society A. – 2007. – Vol. 365, No. 1851. – P. 303–315. – DOI: 10.1098/rsta.2006.1928.
34. Lu Q., Xie X., Parlikad A.K., Schooling J.M. Digital twin-enabled anomaly detection for built asset monitoring in operation and maintenance // Automation in Construction. – 2020. – Vol. 118. – Art. 103277. – DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103277.
35. Hevner A.R., March S.T., Park J., Ram S. Design science in information systems research // MIS Quarterly. – 2004. – Vol. 28, No. 1. – P. 75–105. – DOI: 10.2307/25148625.
36. Peffers K., Tuunanen T., Rothenberger M.A., Chatterjee S. A design science research methodology for information systems research // Journal of Management Information Systems. – 2007. – Vol. 24, No. 3. – P. 45–77. – DOI: 10.2753/MIS0742-1222240302.



37. Sullivan G.P., Pugh R., Melendez A.P., Hunt W.D. Operations & Maintenance Best Practices: A Guide to Achieving Operational Efficiency. Release 3.0. – Richland: Pacific Northwest National Laboratory for the U.S. Department of Energy, Federal Energy Management Program, 2010.
38. ShNQ 2.08.01-2019. Turar joy binolari. Shaharsozlik normalari va qoidalari: O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligining 2019-yil 15-oktabrdagi 480-son buyrug'i bilan tasdiqlangan [Elektron resurs]. – URL: <https://lex.uz/docs/-5894699> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
39. ShNQ 1.04.01-22. Bino va inshootlarning texnik holatini tekshirish va monitoring qilish. Shaharsozlik normalari va qoidalari: O'zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligining 2022-yil 27-apreldagi 74-son buyrug'i bilan tasdiqlangan [Elektron resurs]. – URL: <https://lex.uz/docs/-6004505> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
40. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 30-maydagi PF-144-son "O'zbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini ta'minlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni [Elektron resurs]. – URL: <https://lex.uz/docs/-6039506> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
41. Government Technology Agency of Singapore (GovTech). 5 things to know about Virtual Singapore [Elektron resurs]. – 28.03.2017. – URL: <https://www.tech.gov.sg/technews/5-things-to-know-about-virtual-singapore/> (murojaat sanasi: 22-09-2026).
42. Hämmäläinen M. Urban development with dynamic digital twins in Helsinki city // IET Smart Cities. – 2021. – Vol. 3, No. 4. – P. 201–210. – DOI: 10.1049/smc2.12015.



IQTISODIYOT & TARAQQIYOT

Ijtimoiy, iqtisodiy, texnologik, ilmiy, ommabop jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz HAKIMOV

Musahhih: Zokir ALIBEKOV

Sahifalovchi va dizayner: Hasan MAQSUDOV

2026. № 9/4

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Yashil" iqtisodiyot va taraqqiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga maqola, reklama, hikoya va boshqa ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

El.Pochta: sq143235@gmail.com

Bot: @iqtisodiyot_77

Tel.: 93 718 40 07

Jurnalga istalgan payt quyidagi rekvizitlar orqali obuna bo'lishingiz mumkin. Obuna bo'lgach, @iqtisodiyot_77 telegram sahifamizga to'lov haqidagi ma'lumotni skrinshot yoki foto shaklida jo'natishingizni so'raymiz. Shu asosda har oygi jurnal yangi sonini manzilingizga jo'natamiz.

"Yashil" iqtisodiyot va taraqqiyot" jurnali 03.11.2022-yildan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №566955 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.

Litsenziya raqami: №046523. PNFL: 30407832680027

Manzilimiz: Toshkent shahar, Mirzo Ulug'bek tumani
Kumushkon ko'chasi, 26-uy.



Jurnal sayti: <https://yashil-iqtisodiyot-taraqqiyot.uz>