

TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/2026.09.01.I.04.M RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI

NIGMATJONOVA NOZIMA ULMASJONOVNA

QURILISH SANOATI KORXONALARI FAOLIYATI
SAMARADORLIGINI RAQAMLASHTIRISH USULLARI ASOSIDA
OSHIRISH YO‘LLARI

08.00.03 – “Sanoat iqtisodiyoti”

iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

**Iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
экономическим наукам**

**Contents of Dissertation Abstract of the Doctor of Philosophy (PhD) in
economic sciences**

Nigmatjonova Nozima Ulmasjonovna Qurilish sanoati korxonalari faoliyati samaradorligini raqamlashtirish usullari asosida oshirish yo‘llari.....	3
Нигматжанова Нозима Улмасжановна Пути повышения эффективности деятельности предприятий строительной отрасли на основе методов цифровизации.....	27
Nigmatjonova Nozima Ulmasjonovna Approaches to enhancing the operational efficiency of construction industry enterprises through digitalization methods.....	53
E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati Список опубликованных работ List of published works	57

TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/2026.09.01.I.04.M RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI

NIGMATJONOVA NOZIMA ULMASJONOVNA

QURILISH SANOATI KORXONALARI FAOLIYATI
SAMARADORLIGINI RAQAMLASHTIRISH USULLARI ASOSIDA
OSHIRISH YO‘LLARI

08.00.03 – “Sanoat iqtisodiyoti”

iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

Toshkent – 2026

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida **B2026.1.PhD/Iqt5655** raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent arxitektura-qurilish universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (www.taqu.uz) hamda “Ziyonet” axborot-ta‘lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Hasanov Tohir Abdurashidovich
iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Rasmiy opponentlar:

Iskandarov Erkin Buriyevich
iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori(Phd), dotsent

Kurbaniyazov Shaxzodbek Karimovich
iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Yetakchi tashkilot:

Toshkent Davlat transport universiteti

Dissertatsiya himoyasi Toshkent arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi Ilmiy daraja beruvchi PhD.03/2026.09.01.I.04.M raqamli Ilmiy kengashning 2026-yil “___” _____ soat ___ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi (Manzil: 100194, Toshkent shahri, Yangishahar ko‘chasi 9A-uy. Tel.: (+99855 508-02-85, E-mail: devon@taqu.uz).

Dissertatsiya bilan Toshkent arxitektura-qurilish universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (___ raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 100003, Toshkent shahri, Yangishahar ko‘chasi 9A-uy. Tel.: (+99855 508-02-95, devon@taqu.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil “___” _____ kuni tarqatildi.
(2026-yil “___” _____ dagi ___ -raqamli reestr bayonnomasi).

A.M. Ismailov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

A.T. Metyakubov

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash kotibi, iqtisodiyot fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent

N.A. Xodjayeva

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda qurilish sanoati korxonalarida raqamli qurilish texnologiyalari loyiha-qurilish-ekspluatatsiya jarayonlarida real vaqt monitoringi, resurslardan samarali foydalanish hamda xarajat va muddatlarni qisqartirish kabi amaliy natijalar berayotgani uchun keng joriy etilmoqda. Bugungi kunda global iqtisodiy tendensiyalarga ko'ra, jahon qurilish bozori hajmi oshib bormoqda, 2025-yilda bozor hajmi 16,45 trln dollar atrofida baholanib, 2026-yilda 17,26 trln dollarga yetishi prognoz qilinmoqda. Qurilish texnologiyalariga investitsiyalar ham faollashib, AEC (Architecture-Engineering-Construction) texnologiyalariga 2020-2022 yillarda jami taxminan 50 mlrd dollari miqdorida sarmoya yo'naltirilgani qayd etiladi. 2024-yilda esa ConTech yo'nalishidagi venchur investitsiyalar 2,265 mlrd dollarga yetgani kuzatiladi. Shuningdek, "aqlli shaharlar" yo'nalishi qurilish bozorining eng tez kengayayotgan segmentlaridan biri bo'lib, 2025-yilda smart cities bozori 1,68 trln dollar deb baholanib, 2030-yilga kelib, 4,76 trln dollarga yetishi kutilmoqda. Energiya samarador va "yashil qurilish" yo'nalishlari ham yuqori o'sish sur'atiga ega, global "Green building" bozori 2025-yilda 642,19 mlrd dollardan 2026-yilda 702,54 mlrd dollarga ko'tarilishi 9,4% ga o'sishi prognoz qilinmoqda.¹

Jahonda qurilish sanoatining investitsion va innovatsion jozibadorligini oshirish bo'yicha ilmiy izlanishlarda BIM va raqamli egizak texnologiyalarni joriy etish muhim ilmiy-amaliy yo'nalish sifatida qaralmoqda. Rivojlangan mamlakatlar tajribasida ushbu texnologiyalarni qo'llashda dastlab uning tashkiliy asoslarini yaratish, ishtirokchilar hamkorligini yo'lga qo'yish hamda ma'lumotlar almashinuvi va monitoring tizimini shakllantirishga e'tibor qaratilgan. So'nggi yillarda esa, tadqiqotlar: reja-fakt intizomini kuchaytirish, resurslar sarfi va bekor turishlarni real vaqt rejimida nazorat qilish, tannarx hamda ekspluatatsion xarajatlarni qisqartirish va investitsiya samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi iqtisodiy baholash yondashuvlarini takomillashtirishga yo'naltirilmoqda. Shu bois qurilish va sanoat obyektlarida BIM va raqamli egizakni integratsiyalashgan yechimlar asosida joriy etish, ma'lumotlar shaffofligini ta'minlovchi iqtisodiy monitoring konturini yaratish hamda professional raqamli integrator va konsalting xizmatlarini jalb etish zarurligi asoslanadi.²

Yangi O'zbekistonda qurilish tarmog'i va unga bog'liq sanoat segmentlarining o'sishi raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirishni talab etadi. Xususan, so'nggi yillarda qurilish sanoati korxonalari sonining 36,8 mingdan 53 499 taga ko'paygani tarmoqda resurslardan foydalanish intizomi, xarajatlar boshqaruvi va loyiha samaradorligini oshirish masalalarini dolzarblashtiradi.³ "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasida "zamonaviy axborot-kommunikatsiya

¹ Global Construction Perspectives, Oxford Economics. Global Construction 2030: A Global Forecast for the Construction Industry to 2030. Oxford, 2023. <https://assets.publishing.service.gov.uk>

² Interoperable Europe Academy. "CDE according to EN ISO 19650 (ma'lumotlarni yagona muhitda yuritish va almashish tamoyillari)". <https://www.researchandmarkets.com/reports/5939618/construction-market-repor>

³ O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi statistika agentligi ma'lumotlari www.stat.uz

texnologiyalarini tatbiq etish orqali qurilish sohasida shaffoflik va sifatni oshirish tizimini yo‘lga qo‘yish” vazifasi belgilangan.⁴ Shu bois, bugungi kunda mamlakatimizda strategik vazifalar doirasida qurilish hamda qurilish materiallari ishlab chiqarish korxonalarida Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini iqtisodiy mezonlar asosida joriy etish, samaradorligini baholash va boshqaruv qarorlariga integratsiya qilish tizimini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktyabrdagi “Raqamli O‘zbekiston - 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risi”dagi PF-6079-son⁵, 2020-yil 27-noyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi qurilish tarmog‘ini modernizatsiya qilish, jadal va innovatsion rivojlantirishning 2021-2025 - yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risi”dagi PF-6119-son⁶, 2022-yil 6-iyulidagi “2022-2026-yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risi”dagi PF-165-son⁷ Farmoni hamda 2022-yil 17-noyabrdagi “Qurilish loyihalarini amalga oshirishda nazorat mexanizmlarini takomillashtirish, jarayonning ochiqligi va shaffofligini yanada oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risi”dagi PQ-425-son Qarori⁸ni belgilangan vazifalarni bajarishda hamda sohaga tegishli boshqa huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda mazkur dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Dissertatsiya tadqiqoti respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining “I. Demokratik va huquqiy jamiyatni ma’naviy-axloqiy va madaniy-ma’rifiy rivojlantirish, innovatsion iqtisodiyotni shakllantirish” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Qurilish va sanoat korxonalarining iqtisodiy samaradorligini oshirishda raqamli texnologiyalarni joriy etish borasida ilmiy tadqiqotlar olib brogan ko‘plab xorijiy olimlar: Michael Grieves, Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston, Salman Azhar, Bryde, Broquetas, Volm, A. Kiviniemi, Feng Tao va Qinglin Qi kabilarning izlanishlari diqqatga sazovordir.⁹

⁴ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son “Raqamli O‘zbekiston - 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi farmoni <https://lex.uz>

⁵ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son “Raqamli O‘zbekiston - 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi farmoni <https://lex.uz>

⁶ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 27-noyabrdagi PF-6119-son “O‘zbekiston Respublikasi qurilish tarmog‘ini modernizatsiya qilish, jadal va innovatsion rivojlantirishning 2021-2025 yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” <https://lex.uz>

⁷ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 6 iyulidagi PF-165-son “2022-2026 yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” <https://lex.uz>

⁸ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 17-noyabrdagi “Qurilish loyihalarini amalga oshirishda nazorat mexanizmlarini takomillashtirish, jarayonning ochiqligi va shaffofligini yanada oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risi”dagi PQ-425-son qarori <https://lex.uz>

⁹ Michael Grieves (AQSh), Raqamli egizak konsepsiyasining asoschisi. U “Raqamli egizak: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication” asarida texnologiyaning ishlab chiqarish va qurilish jarayonlaridagi samaradorligini tushuntiradi. Uning ishlari raqamli egizak texnologiyasining nazariy asoslarini va amaliy imkoniyatlarini ochib bergan; Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. BIM Handbook (3rd ed.). Wiley, 2018. - BIMning texnologik va iqtisodiy asoslari bo‘yicha eng ko‘p iqtibos qilinadigan qo‘llanma; Salman Azhar. “Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry.” ASCE

Mustaqil davlatlar hamdo'stligi olimlar: A.B.Proxorov, A.V.Gordeyev, S.V.Vlasov, K.S.Ziatdinov, A.A.Volkov, A.E.Perseva, A.A.Volkova, M.R.Chikina, O.A.Vaxurchev, V.V.Talapov, E.S.Raxmatullinalarning ilmiy ishlarida mazkur tizim atroflicha o'rganilgan hamda samarali boshqaruvni tashkil qilish imkoniyatlari tadqiq etilgan.¹⁰

Mamlakatimiz olimlarining tadqiqotlarida ham qurilish va sanoat sohasida raqamli texnologiyalarni qo'llashning ayrim jihatlari o'rhanilgan. Xususan, M.K. Ziyayev, A.N. Djabriyev, I.X. Davletov, R.I. Nurimbetov, N.S. Buronov, D.A. Badirov, S. Ikramov, Z.E. Matniyazov, Sh.Qosimov, G'. Norqulova, B.I. Urmonov, Sh. Ikramov, Sh. Yunusov kabi olimlar tomonidan tadqiq etilgan.¹¹

- Leadership and Management in Engineering, 2011. BIM foyda/xatarlarini tizimli tahlil qiladi; Bryde, Broquetas, Volm. "The Project Benefits of BIM." International Journal of Project Management, 2013. BIM joriy etilgan loyihalarda xarajat va qayta ishlar kamayishi bo'yicha dalillar.; Rafael Sacks (et al.). BIM Handbook (3rd ed.) bo'lim muallifi sifatida - jarayon samaradorligi va boshqaruv integratsiyasi; A. (Arto) Kiviniemi. "Implementation of BIM in National Construction Policy: The UK Experience." 2016-2020. Davlat buyurtmalarida BIM majburiylik tajribasi; Feng Tao & Qinglin Qi. Raqamli egizak Driven Smart Manufacturing. Elsevier, 2018. raqamli egizakning resurs samaradorligiga ta'siri; McKinsey Global Institute (Barbosa va boshq.). Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. 2017. Qurilishdagi unumdorlik "gap"i va raqamlashtirish yo'nalishlari; Paul Teicholz (et al.). BIM for Facility Managers (IFMA/Wiley). Ekspluatatsiya bosqichida BIM qiymati; Thomas Bock (Germaniya): Qurilish sohasida robotlashtirish va avtomatlashtirish texnologiyalari bo'yicha tadqiqotchi. U qurilish jarayonlarida raqamli egizak texnologiyasining afzalliklarini ko'rsatgan; Klaus Schwab (Shveysariya): "To'rtinchi sanoat inqilobi" asarida raqamli texnologiyalar, jumladan, raqamli egizak texnologiyasining sanoat tarmoqlaridagi transformatsion ta'sirini o'rgangan; Paul Teicholz (Singapur): Qurilish jarayonlarini optimallashtirish bo'yicha tadqiqotchi. U raqamli egizak va BIM texnologiyalari yordamida qurilish sifatini oshirishning usullarini tavsiya qilgan.

¹⁰ А.Б. Прохоров (Россия): "Цифровое строительство: технологии будущего" asarida BIM va raqamli egizak texnologiyalarining Rossiya qurilish sanoatidagi joriy etilishi haqida tahlil qilgan. U raqamli texnologiyalarning loyihalashdan ekspluatatsiyaga qadar barcha bosqichlar uchun ahamiyatini yoritgan; A.B. Гордеев (Россия): "Инновационные технологии в строительстве" asarida qurilish jarayonlarini avtomatlashtirish va raqamlashtirish bo'yicha metodologiyalarni taklif etgan; Н.К. Абдурахмонов (Казахстан): Qozog'istonda qurilish sohasini modernizatsiya qilish va raqamlashtirish dasturlarini tadqiq qilgan. BIM texnologiyasining davlat infratuzilmasida joriy etilishi bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqqan; V.V. Talapov. Texnologiya BIM: сущность и особенности внедрения... DMK-Press, 2023 (2-nashr). - Rus tilidagi asosiy monografiya; A.A.Volkov. Информационные системы и технологии в строительстве. MGSU, 2015. Qurilishda AKT/BIM bo'yicha o'quv qo'llanma; Э.С.Рахматуллина. "BIM-моделирование как элемент в строительстве." 2017. Afzallik/kamchiliklar tahlili; A.Э.Перцева & А.А.Волкова "Особенности внедрения BIM технологий..." Науковедение, 2017. Joriy etish bosqichlari; M.R. Chikina. "BIM технологии как основа бережливого строительства" 2023. Lean Construction bilan bog'liqlik, O.A.Vaxurchev "Управление жизненным циклом объектов капитального строительства..." 2025. LCM va iqtisodiy ko'rsatkichlar; TAdviser Market Review. "BIM-технологии (рынок России)." GOST R/standartlar va bozor ko'lami;

¹¹Зияев М.К., Давлетов И.Х. Совершенствование управления инвестиционно-строительным процессом в условиях углубления рыночных отношений // Инвестиционный потенциал банков: вызовы, возможности и перспективы: Матер. межд. науч.-прак. конф. БФА РУз, 26-27 сентября 2008 г. - Ташкент: Молия!, 2008. С.46-49.// Нуриббетов Р. И. Ресурсная база и потенциал производство Узбекистана: использования и эффективность (региональный аспект) // Бюллетень науки и практики. Электрон.журн. 2017. №10 (23). С. 207-212. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/zaynutdinov> (дата обращения 15.10.2017);Buronov N.S. "O'zbekistonda BIM texnologiyalarini rivojlantirish istiqbollari". ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 2021, Buronov N., Fayzullaev I., Adasheva M. "Loyihalashda BIM texnologiyalarining iqtisodiy samaradorligi". American Journal of Education and Learning, 2025 (son/raqam va sahifalar jurnal sahifasida ko'rsatilgan), Matniyazov Z.E., Buronov N.S. "Nega loyiha tashkilotiga BIM texnologiyalari kerak?". Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching, 2022, Badirov D.A. "Raqamlashtirish sharoitida O'zbekiston qurilish sanoati korxonalarining iqtisodiy salohiyatini boshqarishning asosiy jihatlari". Modern American Journal of Business, Economics, and Entrepreneurship, 2025, Qosimov Sh., Norqulova G'. "BIM texnologiyalarining O'zbekiston qurilish bozoridagi istiqbollari". Iqtisodiyot va innovatsiya (maqola sahifasi inlibrary'da), Ikramov Sh. "BIM texnologiyalari bilan loyihalash jarayonlarini tashkil etishda inson omilining o'rni". World Bulletin of Social Sciences, 2024 (maqola sahifasi) va Zenodo nusxasi, Yunusov Shukurulla. "Bino va inshootlarni loyihalashda BIM texnologiyalari va dasturlari" (Zenodo/DOI), "O'zbekistondagi qurilish jarayonlari BIM texnologiyasi asosida amalga oshiriladi" (Qurilish vazirligi xabari asosida). Spot.uz, 2022.

Yuqoridagi olimlarning tadqiqotlari muhim ilmiy va uslubiy manba bo'lsa-da, ularda qurilish sanoati korxonalarining raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy qilish hamda integratsiya jarayoni kompleks va tizimli yondashuv asosida yetarlicha o'rganilmagan. Ularning qurilish sanoati korxonalarida Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning iqtisodiy samaradorligini baholash mezonlari va ularni boshqaruv qarorlariga integratsiya qilishning ilg'or yondashuvlari yetarlicha aniqlanmagan bo'lib, bu o'z navbatida mazkur dissertatsiya tadqiqoti yo'nalishini belgilashda asos bo'lib xizmat qildi.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalariga bilan bog'liqligi. Tadqiqot Toshkent arxitektura-qurilish universitetining ilmiy tadqiqot ishlari rejalariga muvofiq № FA-A-2022-312 "Qurilish tarmog'ida raqamli transformatsiyani joriy etish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish mexanizmlarini ishlab chiqish" (2022-2024-yy.) nomli ilmiy loyihasi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi qurilish sanoati korxonalarini faoliyatini boshqarish va iqtisodiy samaradorligini baholashda raqamli egizak va BIM texnologiyalari integratsiyasini qo'llash bo'yicha ilmiy taklif va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

qurilish sanoatida innovatsion texnologiyalarning iqtisodiy mohiyati va ularning samaradorlikka ta'sirini tavsiflovchi nazariy jihatlarni o'rganish;

qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha ilg'or xorijiy mamlakatlar tajribasini tahlil qilish va umumlashtirish;

O'zbekiston qurilish tarmog'ida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning o'ziga xos xususiyatlari hamda ularning amaldagi holatini tahlil qilish;

qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning iqtisodiy samaradorligini baholash usullarini ishlab chiqish;

qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligini obyektlar kesimida asosiy ko'rsatkichlar orqali tahlil qilish;

qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishni takomillashtirishga qaratilgan tashkiliy-iqtisodiy mexanizmi ishlab chiqish;

qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligini prognozlashga mo'ljallangan modelni shakllantirish;

qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishni takomillashtirish bo'yicha bosqichma-bosqich Yo'l xaritasi va istiqbolli rivojlanish yo'nalishlarini ishlab chiqish.

Tadqiqotning obyekti O'zbekiston Respublikasi qurilish sanoatiga kiruvchi korxonalar va tashkilotlar hisoblanadi.

Tadqiqotning predmetini qurilish sanoati korxonalarida raqamli texnologiyalarni integratsiyalash sharoitida iqtisodiy samaradorlikni baholash va boshqarish bilan bog'liq bo'lgan ijtimoiy-iqtisodiy, tashkiliy va boshqa munosabatlar majmua tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqotda tahlil va sintez, taqqoslash va umumlashtirish, iqtisodiy-statistik tahlil, dinamik qarorlar, reja-fakt tahlili hamda KPI monitoring, oldin-keyin taqqoslash, ROI va NPV hisoblash, ssenariyli prognozlash va optimallashtirish, empirik kuzatuv, ekspert baholash usullari qoʻllanildi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

raqamli egizak va BIM texnologiyalari dissertatsiyada alohida axborot texnologiyalari sifatida emas, balki ularning oʻzaro integratsiyasi natijasida shakllangan yagona raqamli platforma sifatida talqin etildi va mazkur platforma asosida qurilish sanoati korxonalarining iqtisodiy samaradorligini boshqarishga yoʻnaltirilgan integratsiyalashgan tashkiliy-iqtisodiy model taklif etilgan;

qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishni taʼminlovchi texnologik, axborot-iqtisodiy va institutsional darajalarni qamrab oluvchi uch darajali integratsiya modeli ishlab chiqildi hamda uning amaliy qoʻllanilishi loyiha muddati, tannarx va resurslardan foydalanish samaradorligini yaxshilash imkonini berishi asoslangan;

raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligini baholash maqsadida KPIlarga asoslangan umumiy iqtisodiy samaradorlik indeksini hisoblash uslubiyoti ishlab chiqildi va ushbu indeks asosida qurilish sanoati korxonalarini uchun “passiv-aktiv” ssenariylar boʻyicha 2025-2030-yillarga moʻljallangan prognoz-optimallashtirish yondashuvi taklif etilgan;

raqamli egizak va BIM texnologiyalarini qurilish sanoatida joriy etishni takomillashtirish maqsadida, 2025-2030-yillarga moʻljallangan bosqichma-bosqich Yoʻl xaritasi ishlab chiqildi va amaliy qoʻllanilishi raqamli transformatsiyani tizimli amalga oshirish, iqtisodiy samaradorlikni barqaror oshirish va investitsion risklarni kamaytirish imkonini berishi ilmiy jihatdan asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

raqamli egizak va BIM texnologiyalarini integratsiyalashga asoslangan iqtisodiy boshqaruv modeli ishlab chiqildi hamda Qurilish sanoati korxonalarini misolida amaliyotga tatbiq etildi;

BIM modeli asosida reja koʻrsatkichlarini shakllantirish va raqamli egizak orqali fakt maʼlumotlarni yigʻish integratsiyasi yoʻlga qoʻyilib, reja-fakt nazorati hamda real vaqt monitoringini amalga oshirish imkonini beruvchi yagona boshqaruv konturi tashkil etildi. Bu jarayon maʼlumotlar shaffofligini oshirish, ogʻishlarni erta aniqlash va boshqaruv qarorlarini tezlashtirishga xizmat qildi;

raqamli egizak va BIMni joriy etish samaradorligini baholash uchun KPI monitoringi, reja-fakt tahlili, “oldin-keyin” taqqoslash hamda ROI/NPV koʻrsatkichlariga tayangan iqtisodiy baholash mexanizmi amaliy qarorlarni iqtisodiy asoslashda qoʻllandi. Natijada, resurslardan foydalanish intizomini kuchaytirish va ortiqcha xarajatlarni kamaytirishga qaratilgan boshqaruv yechimlari shakllantirildi;

2030-yilgacha passiv va aktiv ssenariylar asosidagi prognoz-optimallashtirish yondashuvi hamda 2025-2030-yillarga moʻljallangan

bosqichma-bosqich Yo‘l xaritasi ishlab chiqilib, raqamli transformatsiyani izchil joriy etish va masshtablash bo‘yicha amaliy tavsiyalar asoslandi.

Tadqiqot natijalarining ishonchligi tadqiqotda O‘zbekiston Respublikasining amaldagi me‘yoriy-huquqiy hujjatlari, O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi ma‘lumotlari, Toshkent shahar qurilish va ishlab chiqarish korxonalarining birlamchi-yakuniy statistik, buxgalteriya hisobotlari asosida shakllantirilgan axborot bazasidan foydalanilgani, tadqiqot natijalari amalda qo‘llanilgani, hamda vakolatli tashkilotlar tomonidan tasdiqlangani bilan belgilanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati mazkur dissertatsiyada raqamli egizak va BIM texnologiyalari alohida texnologiyalar sifatida emas, balki ularning integratsiyasi asosida shakllangan yagona raqamli platforma sifatida ilmiy jihatdan talqin qilinib, ushbu platforma asosida qurilish obyektlari va qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi korxonalarining iqtisodiy samaradorligini boshqarishga yo‘naltirilgan tashkiliy-iqtisodiy model ishlab chiqilgani. Shuningdek, KPIlarga asoslangan umumiy iqtisodiy samaradorlik indeksini hisoblash uslubiyoti hamda 2025-2030 yillarga mo‘ljallangan ssenariyli prognoz-optimallashtirish yondashuvi taklif etilib, qurilish sanoatida raqamli transformatsiyani baholash va prognozlashning ilmiy-metodik asoslari rivojlantirilgani bilan belgilanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati tadqiqot natijalaridan qurilish sohasida innovatsion texnologiyalar faoliyatini samarali tashkil etish, innovatsion texnologiyalarni qurilish sanoati korxonalarida samarali joriy qilish tizimini takomillashtirish hamda iqtisodiy tarmoqlarda raqamlashtirish muhitini rivojlantirishda qo‘llanishi mumkinligi, olingan ilmiy xulosalar qurilish sanoati korxonalarini, qurilish jarayonlarini samarali boshqarishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish siyosatini rivojlantirishga qaratilgan dasturlar, strategiyalar va prognoz modellari ishlab chiqishda, shuningdek, me‘yoriy-huquqiy hujjatlarni takomillashtirishda amaliy qo‘llanishi mumkinligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Qurilish sanoati korxonalarini faoliyati samaradorligini raqamlashtirish usullari asosida oshirish yo‘llari bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

raqamli egizak va BIM texnologiyalarini integratsiyalashga asoslangan iqtisodiy boshqaruv modeli bo‘yicha takliflar “ToshuyjoyLITI” AJ tomonidan ilmiy-texnik hamrohlik va metodik kuzatuv asosida, “Emdirsal Inshaat” MCHJ tomonidan bevosita amalga oshirilgan qurilish ishlarida hamda “O‘zqurilish Invest” AJ balansiga tegishli qurilish obyektlarida Arxitektura qurilish integratsiya va innovatsiya markazi ishtirokida amaliyotga tatbiq etildi (O‘zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo‘jaligi vazirligining 2025-yil 2-iyundagi 37-06/6141-sonli ma‘lumotnomasi). Natijada qurilish va ishlab chiqarish jarayonlarini yagona boshqaruv konturi orqali integratsiyalash imkoniyati yaratildi, ma‘lumotlar shaffofligi oshdi va boshqaruv samaradorligi mustahkamlangan;

raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning iqtisodiy samaradorligini baholash bo'yicha ishlab chiqilgan mexanizm asosida BIM modeli va fakt ma'lumotlarning raqamli egizak asosida integratsiyasi yo'lga qo'yilib, "Emdirsal Inshaat" MCHJ va "O'zqurilish Invest" AJ obyektlarida reja-fakt nazorati hamda real vaqt monitoringi amalga oshirildi. Bu jarayon loyiha boshqaruvining samaradorligini oshirish, og'ishlarni erta aniqlash va boshqaruv qarorlarini tezlashtirish imkonini berdi. (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 2-iyundagi 37-06/6141-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, loyiha vaqt sarfi 25% ga qisqarishiga, jadval og'ishlarini erta aniqlash imkoniyati yaratildi va qurilish ishlari kechikish risklarining sezilarli darajada kamayishiga erishilgan;

raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligini baholash bo'yicha ishlab chiqilgan mexanizm ("oldin-keyin" taqqoslash, ROI va NPV bilan bog'lash, shuningdek, risk va sezgirlik omillarini hisobga olish) "Emdirsal Inshaat" MCHJ va "O'zqurilish Invest" AJ obyektlarida amaliyotda qo'llanildi. Ushbu yondashuv qurilish jarayonlarini real vaqt rejimida kuzatish va tezkor boshqarish imkonini berib, resurslardan foydalanish intizomini kuchaytirdi. (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 2-iyundagi 37-06/6141-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, qurilish xarajatlari 15 % ga kamaytirildi va empirik "oldin-keyin" baholash natijalarida iqtisodiy samaradorlikning oshishiga erishilgan;

iqtisodiy samarani o'lchanadigan va verifikatsiya qilinadigan natijaga aylantiruvchi tashkiliy-iqtisodiy mexanizm (CDE - yagona ma'lumotlar muhiti, KPI pasportlari va javobgarlik zanjiri) qurilish obyektlari bilan bir qatorda, qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi sanoat korxonasi - "Bektemir Metall Konstruksiyalari" QK MCHJ ning ishlab chiqarish obyektida sinovdan o'tkazildi. Shuningdek, 2030-yilgacha passiv va aktiv ssenariylar asosidagi prognoz-optimallashtirish yondashuvi hamda 2025-2030-yillarga mo'ljallangan bosqichma-bosqich Yo'l xaritasi ishlab chiqildi va raqamli transformatsiyani tizimli joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalar berildi. (O'zbekiston Respublikasi Qurilish va uy-joy kommunal xo'jaligi vazirligining 2025-yil 2-iyundagi 37-06/6141-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, energiya sarfi 12 % ga qisqarishi, ish unumdorligi 15 % ga oshishi va boshqaruv intizomining kuchayishi kuzatildi, smeta jarayonlarini avtomatlashtirish, reja-fakt og'ishlarini kamaytirish va ortiqcha xarajatlarni bartaraf etish orqali iqtisodiy samaradorlik oshdi, raqamli egizak va BIM texnologiyalarini iqtisodiy mezonlar asosida tanlash va ularni o'lchanadigan iqtisodiy natija beruvchi investitsion yechim sifatida asoslash imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 10 ta ilmiy ish, shundan 2 ta OAK e'tirof etgan mahalliy va 2 ta xalqaro jurnallarda ilmiy maqola, 4 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-amaliy konferensiyalarida ma'ruza tezislari chop etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat bo'lib, uning hajmi 140 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

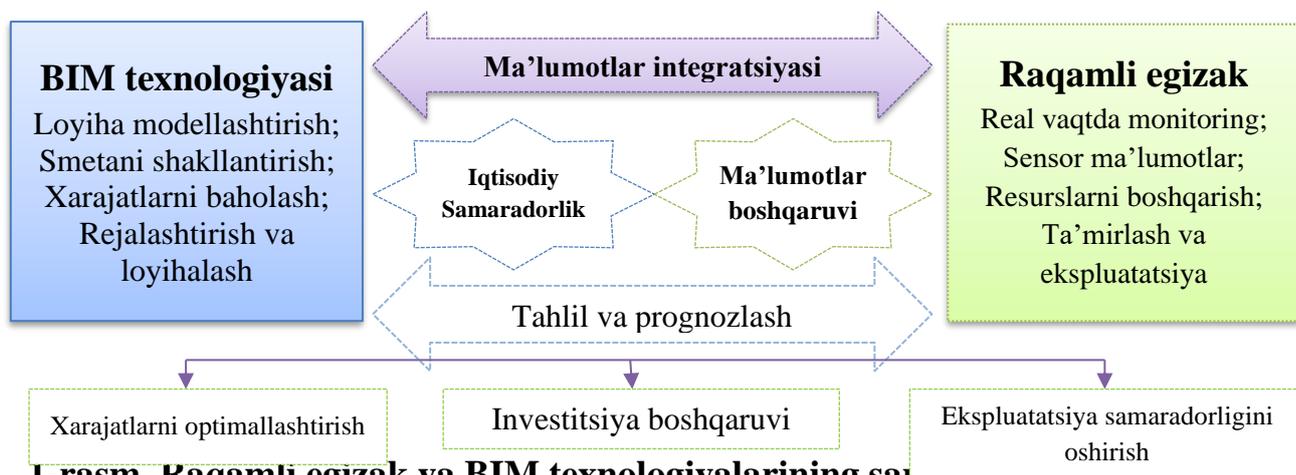
Kirish qismida tadqiqot mavzusining dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, tadqiqotning maqsadi, vazifalari, obyekti va predmeti tavsiflab berilgan, O'zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan. Tadqiqotning ilmiy yangiligi, amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilishi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar berilgan.

Dissertatsiyaning "**Qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarining nazariy-uslubiy asoslari**" deb nomlangan birinchi bobida qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning iqtisodiy-nazariy mohiyati o'rganildi hamda ularning sanoat iqtisodiyoti nuqtayi nazaridan mazmuni ochib berildi. Tadqiqot jarayonida raqamli texnologiyalar qurilish jarayonlarini raqamlashtirish vositasi sifatida emas, balki korxonada faoliyatining iqtisodiy natijalarini shakllantiruvchi muhim omil sifatida ko'rib chiqildi.

Raqamli egizak va BIM texnologiyalari qurilish sanoati korxonalarida xarajatlarni rejalashtirish va nazorat qilish, resurslardan samarali foydalanish hamda loyiha muddati va tannarxini boshqarishga xizmat qiluvchi iqtisodiy instrumentlar sifatida talqin qilindi. Ushbu texnologiyalarning boshqaruv qarorlarini asoslash, reja-fakt og'ishlarini aniqlash va iqtisodiy samaradorlikni oshirishdagi o'rni nazariy jihatdan asoslandi.

Shuningdek, birinchi bob doirasida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini alohida yechimlar sifatida emas, balki ularning integratsiyasi natijasida shakllanuvchi **yagona raqamli platforma** konsepsiyasi asoslandi. Mazkur platforma BIM orqali shakllantiriladigan reja ma'lumotlari (3D/4D/5D model, muddat va smeta)ni raqamli egizak orqali yig'iladigan fakt ma'lumotlar (real vaqt monitoringi, resurs sarfi, bajarilish holati) bilan CDE (yagona ma'lumotlar muhiti)da birlashtirib, reja-fakt nazorati, KPI monitoringi hamda investitsion baholash (ROI/NPV) uchun uzluksiz axborot oqimini ta'minlaydi. Natijada, boshqaruv qarorlarini ma'lumotlarga tayangan holda iqtisodiy jihatdan asoslash, og'ishlarni erta aniqlash va xarajatlarni optimallashtirish imkoniyatlari kengayishi nazariy jihatdan asoslab berildi.

Platforma doirasida shakllantirilgan yagona ma'lumotlar bazasi prognozlash va ssenariy modellashtirish imkonini berib, loyiha risklarini oldindan baholashga xizmat qiladi. Natijada, investitsion loyihalarning barqarorligi va iqtisodiy samaradorligini oshirishga yo'naltirilgan boshqaruv mexanizmlari takomillashtiriladi. Ushbu yondashuv raqamli transformatsiya sharoitida qurilish tarmoqlari uchun universal va kengaytiriladigan boshqaruv modeli sifatida qaraladi.



I-rasm. Raqamli egizak va BIM texnologiyalarining salohiyatini oshirishda oʻrni va funksional bogʻliqligi¹²

Tadqiqot jarayonida BIM texnologiyasi: loyihalash, smetani shakllantirish, xarajatlarni baholash va rejalashtirish orqali qurilish jarayonining iqtisodiy asoslarini yaratishga xizmat qiluvchi vosita sifatida, raqamli egizak esa, real vaqt rejimida monitoring, resurslarni boshqarish hamda ekspluatatsiya jarayonlarini optimallashtirishni ta'minlovchi boshqaruv mexanizmi sifatida aks ettirilgan. Ushbu texnologiyalarning integratsiyasi natijasida ma'lumotlar almashinuvi, tahlil va prognozlash jarayonlari yoʻlga qoʻyilib, xarajatlarni optimallashtirish hamda investitsiya boshqaruvini takomillashtirish imkoniyatlarining shakllanishi ilmiy jihatdan asoslangan.

Dissertatsiyada raqamli transformatsiyaning iqtisodiy mazmuni va uning korxonalar faoliyati samaradorligiga ta'siri yoritilib, reja-fakt nazorati, resurslardan samarali foydalanish, real vaqt monitoringi va ma'lumotlar shaffofligini ta'minlash mexanizmlarining iqtisodiy ahamiyati asoslab berildi. Raqamli transformatsiya sharoitida boshqaruv qarorlarini qabul qilishda subyektiv yondashuvlar oʻrnini ma'lumotlarga asoslangan iqtisodiy tahlil egallab, bu xarajatlarni va muddatlar bo'yicha og'ishlarni erta aniqlash, rejalashtirish aniqligini oshirish hamda korxonalar barqarorligini ta'minlash imkonini beradi.

Qurilish sanoatida raqamli transformatsiyaning iqtisodiy ta'siri: reja-fakt nazorati, resurslardan samarali foydalanish, real vaqt monitoringi, ma'lumotlar shaffofligini ta'minlash, xarajatlarni prognozlash va optimallashtirish hamda boshqaruv qarorlarini KPI/ROI/NPV ko'rsatkichlari asosida iqtisodiy asoslash yo'nalishlari orqali namoyon bo'ladi. Mazkur yo'nalishlar xarajatlarning kamayishi, tannarxning qisqarishi, muddat buzilishi riskining pasayishi, operatsion risklarning kamayishi, boshqaruv intizomining kuchayishi va investitsiya samaradorligining oshishiga xizmat qiladi.

1-jadval

Qurilish korxonalarida innovatsion texnologiyalarning iqtisodiy asoslariga oid ilmiy-nazariy qarashlar¹³

Mualliflar	Ilmiy yondashuv va qarashlar
------------	------------------------------

¹² Muallif tomonidan ishlab chiqilgan

¹³ Ma'lumotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan

N.S. Buronov	BIMni qurilish tarmog'ida qo'llash istiqbollari, joriy etishdagi to'siqlar va amaliy zaruratlar tahlil qilinadi, shuningdek, loyihalash jarayonida BIMning iqtisodiy samaradorligini (an'anaviy loyihalash bilan taqqoslash) hisoblash yo'nalishida empirik natijalar keltirilgan. ¹⁴
D.A. Badirov	Qurilish sanoati korxonalarining iqtisodiy salohiyatini boshqarishda raqamlashtirish vositalari, jumladan, BIMdan foydalanish masalalari resurs tejamlorligi va mehnat unumdorligi bilan bog'liq boshqaruv yondashuvlari doirasida yoritilgan. ¹⁵
S. Ikramov	BIM jarayonlarida inson omili, jamoaviy hamkorlik, ma'lumotlar boshqaruvi va tashkiliy masalalarning ahamiyati ochib berilgan. ¹⁶
V.V. Glukhov	BIM va DT texnologiyalarini qurilish industriyasida joriy etish tannarxni 15-20 % gacha kamaytirishi, ishlab chiqarish siklini esa, 25-30 % tezlashtirishini empirik tahlil asosida ko'rsatilgan. ¹⁷
A.P. Gradov	Innovatsion texnologiyalar kapital samaradorligini oshiruvchi iqtisodiy klaster sifatida namoyon bo'lib, raqamli egizak orqali hayotiy sikl qiymatini boshqarish modelini taklif qilingan. ¹⁸
N.A. Mamedov	Qurilish materiallari logistikasida raqamli egizaklar yordamida yo'qotishlarni kamaytirish va resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish bo'yicha ilmiy model ishlab chiqilgan. ¹⁹
David Bryde	BIMning iqtisodiy samaradorligi loyihalar smetasi aniqligini oshirishi, kolliziyalarni kamaytirishi va loyiha samaradorligini keskin oshirishi ilmiy tajribalar orqali tasdiqlangan. ²⁰
J. Eastman (AQSh)	BIM va DT integratsiyasi 4D va 5D modellashtirish orqali qurilish muddatlarini qisqartirishi. DT obyektning ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishi yoritilgan. ²¹
Michael Grieves (AQSh) – Digital Twin asoschisi	Digital Twinning iqtisodiy modeli: $\Delta NPV =$ ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va texnik servisini optimallashtirish, hayotiy sikl bo'yicha foyda o'sishi qayd etilgan. ²²
Singapore BCA Academy	Raqamli qurilish texnologiyalari (DT, BIM, IoT) Smart City tizimida energiya samaradorligini oshiradi, smetaviy intizomni mustahkamlaydi va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishi asoslangan. ²³

Muallif tomonidan O'zbekiston qurilish tarmog'ida raqamli transformatsiyani joriy etish bo'yicha me'yoriy-huquqiy asoslar tizimli tahlil qilindi. Ushbu tahlilda "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasi raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish va tarmoq boshqaruvini raqamlashtirishning umumiy yo'nalishlarini belgilab berishi, qurilish tarmog'ini modernizatsiya qilish va

¹⁴Buronov N.S. "O'zbekistonda BIM texnologiyalarini rivojlantirish istiqbollari".//ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 2021. Buronov N., Fayzullaev I., Adasheva M. "The economic efficiency of BIM technologies in design". "Loyihalashda BIM texnologiyalarining iqtisodiy samaradorligi", 2025 (son/raqam sahifalari jurnal sahifasida ko'rsatilgan). <https://advancedscienti.com/index.php/>

¹⁵Badirov D.A. "Raqamlashtirish sharoitida O'zbekiston qurilish sanoati korxonalarining iqtisodiy salohiyatini boshqarishning asosiy jihatlari". // Modern American Journal of Business, Economics, and Entrepreneurship, 2025. <https://usajournals.org/index.php>

¹⁶Ikramov S. "BIM texnologiyalarining O'zbekiston qurilish bozoridagi istiqbollari". //World Bulletin of Social Sciences, 2024 (maqola sahifasi) va Zenodo nusxasi. <https://scholarexpress.net/index.php/>

¹⁷Глухов В.В. Цифровое строительство: экономика и организация. Москва: Инфра-М, 2020. 296 с. <https://www.infra-m.ru/product/tsifrovoe-stroitelstvo>

¹⁸Градов А.П. Экономика инноваций. Санкт-Петербург: Питер, 2019.-384 с. <https://www.piter.com/product/ekonomika-innovatsiy>

¹⁹Mamedov N.A. Smart Construction Systems and Digital Logistics. Baku: ADA Press, 2021. 228 p. <https://lib.ada.edu.az/catalog/smart-construction-systems>

²⁰ Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J. (2013). The project benefits of BIM: A systematic review. Journal: Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 139(3), pp. 04013012 (1-14). <https://ascelibrary.org/doi/>

²¹ Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. Fourth edition. New Jersey: Wiley, 2020. 832 p. <https://www.wiley.com/en-us>

²²Grieves, M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. 2016. 92 p. <https://www.researchgate.net/publication>

²³ BCA Singapore. Integrated Digital Delivery (IDD) Framework. Singapore, 2018. 118 p. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/idd>

innovatsion rivojlantirishga doir strategik hujjatlar esa, BIM hamda raqamli egizak texnologiyalarini amaliyotga tatbiq etish uchun institutsional sharoit yaratishi asoslandi. Shuningdek, innovatsion rivojlanish bo'yicha strategik hujjatlar va sohaga doir hukumat qarorlari qurilish jarayonlarida axborot tizimlarini joriy etish, ma'lumotlar almashinuvi va raqamli monitoringni yo'lga qo'yishni rag'batlantirishi ko'rsatildi.

Qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha ilg'or xorijiy mamlakatlar - Buyuk Britaniya, AQSh, Germaniya va Singapur tajribasi chuqur o'rganilib, tizimli ravishda umumlashtirildi. Xorijiy amaliyotda mazkur texnologiyalarni joriy etishning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlari, jumladan, raqamli integratsiya markazlari faoliyati, yagona ma'lumotlar muhiti (CDE), KPI asosidagi boshqaruv va iqtisodiy samaradorlikni baholash yondashuvlari tahlil qilindi. Shuningdek, ushbu davlatlarda BIM va raqamli egizak texnologiyalarini keng joriy etishga xizmat qiluvchi institutsional qo'llab-quvvatlash modellari, normativ talablar va iqtisodiy rag'batlantirish mexanizmlarining o'ziga xos jihatlari aniqlanib, ularni O'zbekistondagi qurilish tarmog'i sharoitida moslashtirish imkoniyatlari asoslab berildi.

Xorijiy tajriba tahlili doirasida Buyuk Britaniya, AQSh, Germaniya, Singapur va Yaponiya amaliyotida BIM hamda raqamli egizak texnologiyalarini joriy etish mexanizmlari va iqtisodiy natijalari umumlashtirildi. Tahlil natijalariga ko'ra, Buyuk Britaniyada davlat buyurtmalarida BIMni bosqichma-bosqich joriy etish xarajatlar va muddatlarni optimallashtirgan, AQShda BIM-raqamli egizak integratsiyasi operatsion xarajatlarni kamaytirib, reja-fakt og'ishlarini pasaytirgan.

Germaniya va Singapur tajribasida BIM va raqamli egizak texnologiyalarini normativ-huquqiy asoslar hamda yagona raqamli standartlar orqali joriy etish ustuvor yo'nalish sifatida belgilangan bo'lib, bu qurilish jarayonlarida ma'lumotlar uzluksizligini va ishonchliligini ta'minlagan. Xususan, Germaniyada infratuzilma loyihalarida BIM asosida rejalashtirish va raqamli egizak orqali ekspluatatsiya bosqichini boshqarish aktivlar hayotiy sikli davomida xarajatlarni qisqartirishga xizmat qilgan. Singapur va Yaponiya amaliyotida esa real vaqt monitoringi, sensor ma'lumotlari va intellektual tahlil vositalariga asoslangan raqamli egizak modellar qurilish sifatini oshirish, texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini kamaytirish hamda investitsiyalarning qaytuvchanligini (ROI) yaxshilashga imkon bergani aniqlangan.

Dissertatsiyaning **“Qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning amaldagi holati tahlili”** deb nomlangan ikkinchi bobida O'zbekistonda qurilish sanoati korxonalarida BIM va raqamli egizak texnologiyalarini joriy etishning amaldagi holati tahlil qilindi hamda ularning iqtisodiy samaradorlikka ta'siri obyektlar kesimida baholandi. Tadqiqot jarayonida ushbu texnologiyalarni qo'llashning o'ziga xos xususiyatlari aniqlanib, joriy etish jarayonida reja-fakt nazorati, resurslardan foydalanish samaradorligi hamda xarajatlarni boshqarish ko'rsatkichlari tahlil qilingan.

Respublikamiz qurilish sanoati tarmoqlarida ishlab chiqarish (xizmat) hajmlarining kengayishi, korxonalar sonining ortishi va investitsiyalar hajmining o‘shishi sharoitida resurslar taqsimoti, ishlab chiqarish samaradorligi hamda tranzaksion xarajatlar dinamikasini tahlil qilish ilmiy-amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

2-jadval

O‘zbekiston Respublikasida 2015-2024-yillarda qurilish tarmog‘ining asosiy ko‘rsatkichlari dinamikasi²⁴

Yil	Qurilish ishlari hajmi, trln so‘m	Qurilish korxonalarini soni, mingta	Investitsiyalar hajmi, trln so‘m	Mehnat unumdorligi (1 ishchiga), mln so‘m	Xarajatlar ulushi, %
2015	25685,4	32,0	41548,3	19,8	78,5
2016	29456,4	34,5	48632,7	21,4	77,9
2017	34698,0	36,8	72697,0	26,9	77,2
2018	51156,5	39,5	12778,2	42,5	76,0
2019	71156,5	42,8	19532,9	53,8	75,4
2020	88130,3	45,2	21015,0	67,5	74,9
2021	107492,0	48,6	23995,6	79,6	74,3
2022	130790,9	50,9	26655,2	99,6	73,5
2023	150792,6	52,6	35614,1	100,4	72,8
2024	233832,9	53,5	50756,5	171,9	71,6

Mamlakatimizda 2015-2024-yillarda O‘zbekistonda qurilish ishlari hajmi 25 685,4 trln so‘mdan 233 832,9 trln so‘mga oshib, 810,4% (9,1 baravar)ga o‘tdi. Qurilish korxonalarini soni 32,0 mingdan 53,5 mingtagacha ko‘payib, 67,2% ga ortdi. Investitsiyalar hajmi 41 548,3 trln so‘mdan 50 756,5 trln so‘mga yetib, 22,2% ga o‘tdi. Mehnat unumdorligi (1 ishchiga) 19,8 mln so‘mdan 171,9 mln so‘mga ko‘tarilib, 768,2% (8,7 baravar)ga oshdi. Xarajatlar ulushi esa, 78,5% dan 71,6% gacha pasayib, 6,9 foiz bandga (nisbiy hisobda 8,8%) kamaydi. Mazkur tendensiyalar tarmoq miqyosida o‘shish fonida resurslar va xarajatlarni boshqarishda reja-fakt intizomini kuchaytirish hamda real vaqt monitoringini yo‘lga qo‘yish zarurligini asoslaydi.

Qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning amaldagi holati obyektlar kesimida o‘rganildi. Tadqiqotda qurilish obyektlari hamda qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi korxonalarda qo‘llanish holati, joriy etish xarajatlari, tashkiliy moslashuv darajasi, reja-fakt og‘ishlari va resurslardan foydalanish samaradorligi bo‘yicha taqqoslama tahlil amalga oshirildi. Amaliy ma’lumotlar asosida raqamli texnologiyalar joriy etilgan va joriy etilmagan obyektlar ko‘rsatkichlari solishtirilib, xarajatlar boshqaruviga ta’siri aniqlashtirildi.

3-jadval

²⁴ O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi ma’lumotlari asosida muallif ishlanmasi
www.stat.uz

**Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishdan “oldin-keyin”
iqtisodiy ko‘rsatkichlar tafovuti²⁵**

Ko‘rsatkich	O‘lchov birligi	Joriy etishdan oldin	Joriy etilgandan keyin	O‘zgarish
“Emdirlsal Inshaat” MCHJ (qurilish obyektlari)				
Loyiha muddati	oy	18	14	22 %
Qurilish tannarxi	mlrd so‘m	100,0	85,0	15 %
Reja-fakt og‘ishi	%	13,0	5,0	8,0 p.p.
Mehnat unumdorligi	% (bazaga nisbatan)	100	115	15 %
“O‘zqurilish Invest” AJ (buyurtmachi obyektlari)				
Qurilish tannarxi	mlrd so‘m	120,0	102,0	15 %
Materiallar yo‘qotilishi	%	11,0	5,5	5,5 p.p.
Energiya sarfi	% (bazaga nisbatan)	100	88	12 %
Boshqaruv qarorlarini qabul qilish vaqti	kun	7–10	1–2	5–7 kun qisqarish
“Bektemir Metall Konstruksiyalari” QK MCHJ (ishlab chiqarish)				
Energiya sarfi	% (bazaga nisbatan)	100	88	12 %
Materiallar chiqindisi	%	9,0	4,5	4,5 p.p.
Ishlab chiqarish unumdorligi	% (bazaga nisbatan)	100	115	15 %
Texnologik uzilishlar	%	8,0	3,0	5,0 p.p.

Mazkur jadval ma’lumotlariga ko‘ra, raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish natijasida obyektlar kesimida iqtisodiy ko‘rsatkichlar sezilarli yaxshilangani kuzatildi. Xususan, “Emdirlsal Inshaat” MCHJ qurilish obyektida: loyiha muddati 18 oydan 14 oyga qisqarib, 22,2% ga kamaydi, qurilish tannarxi 100,0 mlrd so‘mdan 85,0 mlrd so‘mga tushib, 15% tejaldi, reja-fakt og‘ishi 13% dan 5% gacha pasayib, 8 foiz bandga (nisbiy hisobda taxminan 61,5%) kamaydi, mehnat unumdorligi esa, bazaga nisbatan 100 dan 115 ga oshib, 15% ga ko‘tarildi. “O‘zqurilish Invest” AJ buyurtmachiligidagi obyektlarda qurilish tannarxi 120,0 mlrd so‘mdan 102,0 mlrd so‘mga kamayib 15% tejaldi, materiallar yo‘qotilishi 11% dan 5,5% gacha pasayib, 5,5 % bandga (ya’ni 50%) qisqardi, energiya sarfi bazaga nisbatan 100 dan 88 ga tushib 12% kamaydi, boshqaruv qarorlarini qabul qilish vaqti 7-10 kundan 1-2 kungacha qisqarib, 5-7 kunga tezlashdi. “Bektemir Metall Konstruksiyalari” QK MCHJ ishlab chiqarishida: energiya sarfi 12% ga, materiallar chiqindisi 9% dan 4,5% gacha pasayib 4,5 % bandga (ya’ni 50%) ga kamaydi, ishlab chiqarish unumdorligi 15% ga oshdi, texnologik uzilishlar 8% dan 3% gacha pasayib, 5 % bandga (nisbiy hisobda 62,5%) kamaydi. Mazkur natijalar raqamli egizak va BIM texnologiyalari reja-fakt intizomi, resurslar sarfi hamda xarajatlarni boshqarish samaradorligini oshirishini amaliy ko‘rsatkichlar asosida tasdiqlaydi.

Tadqiqot davomida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning iqtisodiy samaradorligini baholash bo‘yicha uslubiy yondashuvlar ishlab chiqildi.

²⁵Korxonada ma’lumotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqildi

Baholashda reja-fakt tahlili, KPI monitoringi, “oldin-keyin” taqqoslash hamda investitsion samaradorlikni asoslash uchun ROI va NPV ko‘rsatkichlaridan foydalanish taklif etildi.

4-jadval

Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning iqtisodiy baholash usullari²⁶

Baholash usuli	Baholash mazmuni	Asosiy ko‘rsatkichlar	Iqtisodiy natijani aniqlash yo‘nalishi	Qo‘llash sohasi
Reja-fakt tahlili	Rejalashtirilgan va real bajarilgan ko‘rsatkichlarni taqqoslash	Muddat og‘ishi, xarajat og‘ishi, resurs sarfi	Qurilish jarayonida og‘ishlarni erta aniqlash va kamaytirish	Qurilish obyektlari
KPI monitoringi	Asosiy samaradorlik ko‘rsatkichlari orqali doimiy nazorat	Loyiha muddati, tannarx, energiya sarfi, ish unumdorligi	Boshqaruv qarorlarini tezkor qabul qilish	Qurilish va sanoat korxonalari
“Oldin-keyin” taqqoslash usuli	Joriy etishdan oldingi va keyingi holatni baholash	Xarajatlar, muddat, resurs yo‘qotishlari	Raqamli texnologiyalarning bevosita iqtisodiy ta‘sirini aniqlash	Pilot obyektlar
ROI (Return on Investment)	Joriy etish xarajatlari va olingan iqtisodiy foyda nisbatini baholash	Investitsiya hajmi, iqtisodiy tejash	Raqamli texnologiyalarning investitsion jozibadorligini asoslash	Qurilish loyihalari
NPV (Net Present Value)	Diskontlangan pul oqimlari asosida baholash	Diskont stavkasi, pul oqimlari	Uzoq muddatli iqtisodiy samaradorlikni aniqlash	Yirik loyihalar
Xarajatlar tahlili (OPEX, CAPEX)	Operatsion va kapital xarajatlar dinamikasini baholash	Ekspluatatsiya xarajatlari, texnik xizmat	Ekspluatatsiya bosqichida iqtisodiy samarani aniqlash	Qurilish va ishlab chiqarish
Samaradorlik indeksleri	Bir nechta ko‘rsatkichlarni integral baholash	Integral indeks (KPI asosida)	Kompleks iqtisodiy baholash	Tarmoq va korxonada darajasi

Tadqiqot natijasida, raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligini baholash usullari tizimlashtirildi. Qurilish jarayonida operativ boshqaruv uchun eng muhim yondashuvlar reja-fakt tahlili va KPI monitoringi bo‘lib, ular muddat, xarajat va resurs og‘ishlarini erta aniqlash hamda tezkor qaror qabul qilishga xizmat qiladi. Raqamli texnologiyaning bevosita ta‘sirini isbotlashda “oldin-keyin” taqqoslash usuli ustuvor bo‘lib, joriy etish natijasidagi o‘zgarishlarni aniq ko‘rsatkichlar orqali solishtiradi. Investitsion qarorlarni asoslashda ROI va NPV muhim bo‘lib,

$$ROI = (foйда - xarajat) / xarajat \times 100\% \quad (1)$$

$$NPV = \sum [CF_t / (1+r)^t] - I_0 \quad (2)$$

formulalari asosida baholanadi. Ekspluatatsiya bosqichida iqtisodiy samarani aniqlash uchun OPEX/CAPEX tahlili qo‘llanadi. Tarmoq va korxonada darajasida

²⁶ Muallif tomonidan ishlab chiqildi

umumiy baholashda esa KPilar asosida integral samaradorlik indeksleri obyektlarni kompleks taqqoslash imkonini beradi.

5-jadval

Qurilish sanoati obyektlarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarining samaradorlik ko'rsatkichlari²⁷

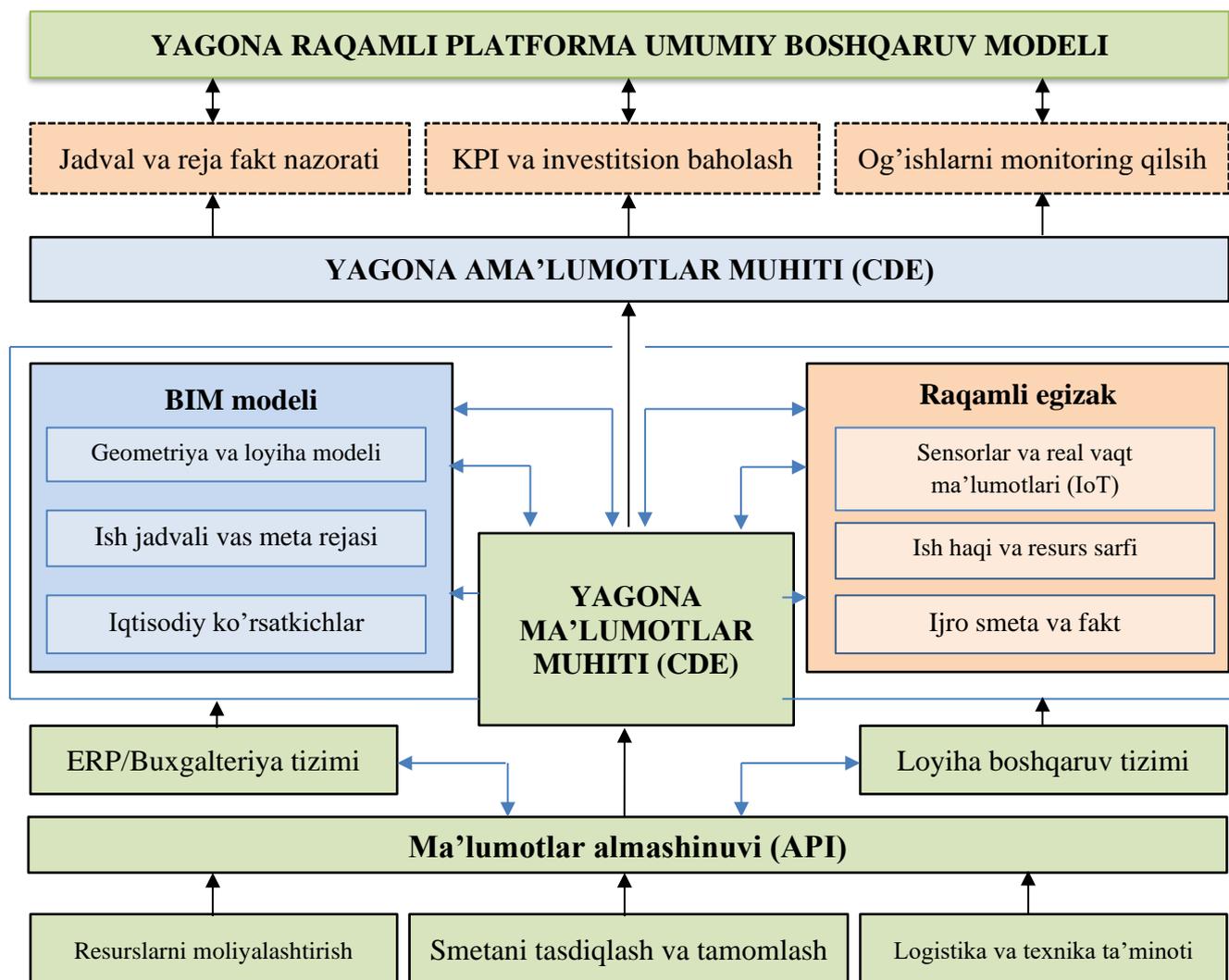
Ko'rsatkich	O'lchov/b	Joriy etishdan oldin	Joriy etilgandan keyin	Natija
“Emdirsal Inshaat” MCHJ (qurilish obyektlari)				
Loyiha muddati	oy	18,0	14,0	4,0 oyga qisqardi
Qurilish tannarxi	mlrd so'm	130 790,9	111 172,3	19 618,6 mlrd so'm tejaldi
Reja-fakt og'ishi	%	13,2	5,1	8,1 foiz bandga kamaydi
Mehnat unumdorligi	mln so'm / ishchi	97,4	112,1	14,7 mln so'mga oshdi
“O'zqurilish Invest” AJ obyektlari (buyurtmachi)				
Materiallar yo'qotilishi	%	11,3	5,6	5,7 foiz bandga kamaydi
Energiya sarfi	mln kVt·soat	18 420,0	16 210,0	2 210,0 mln kVt·soat tejaldi
Qaror qabul qilish vaqti	kun	8,0	2,0	6,0 kunga tezlashdi
“Bektemir Metall Konstruksiyalari” QK MCHJ (ishlab chiqarish)				
Energiya sarfi	mln kVt·soat	12 360,0	10 875,0	1 485,0 mln kVt·soat tejaldi
Materiallar chiqindisi	%	9,2	4,6	4,6 foiz bandga kamaydi
Ishlab chiqarish hajmi	mlrd so'm	214 560,0	246 740,0	32 180,0 mlrd so'mga oshdi
Texnologik uzilishlar	%	8,1	3,0	5,1 foiz bandga kamaydi

Mazkur jadvaldan ko'rishimiz mumkinki raqamlashtirish joriy etilgach qurilishda muddat 4 oyga qisqarib, tannarx 19 618,6 mlrd so'mga kamaygani va reja-fakt og'ishi 8,1 foiz bandga pasayganini va buyurtmachida material yo'qotilishi 5,7 foiz bandga, qaror qabul qilish vaqti 6 kunga qisqarganini, ishlab chiqarishda esa energiya tejalishi va chiqindi/uzilishlar kamayishi hisobiga hajm 32 180,0 mlrd so'mga oshganini ko'rsatadi.

Dissertatsiyaning uchinchi bobi **“Qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmi va prognozlash”** deb nomlanib, unda raqamli egizak hamda BIM texnologiyalarini korxonalarining iqtisodiy boshqaruv tizimlariga integratsiyalashga qaratilgan tashkiliy-iqtisodiy mexanizm ishlab chiqildi hamda uning samaradorligini 2030-yilgacha ssenariyli prognozlash asosida takomillashtirish yo'llari asoslandi.

²⁷ Korxonalar ma'lumotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqildi

Qurilish va sanoat korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini alohida joriy etish ko‘pincha iqtisodiy boshqaruv konturi bilan yetarli darajada bog‘lanmasligi natijasida reja-fakt uzilishlari, monitoringning parchalanishi hamda qaror qabul qilishning kechikishiga olib keladi. Shu sababli mazkur texnologiyalarni KPI, reja-fakt nazorati va real vaqt monitoringi bilan integratsiyalashgan yagona iqtisodiy boshqaruv konturiga birlashtirish zarurati yuzaga keladi.

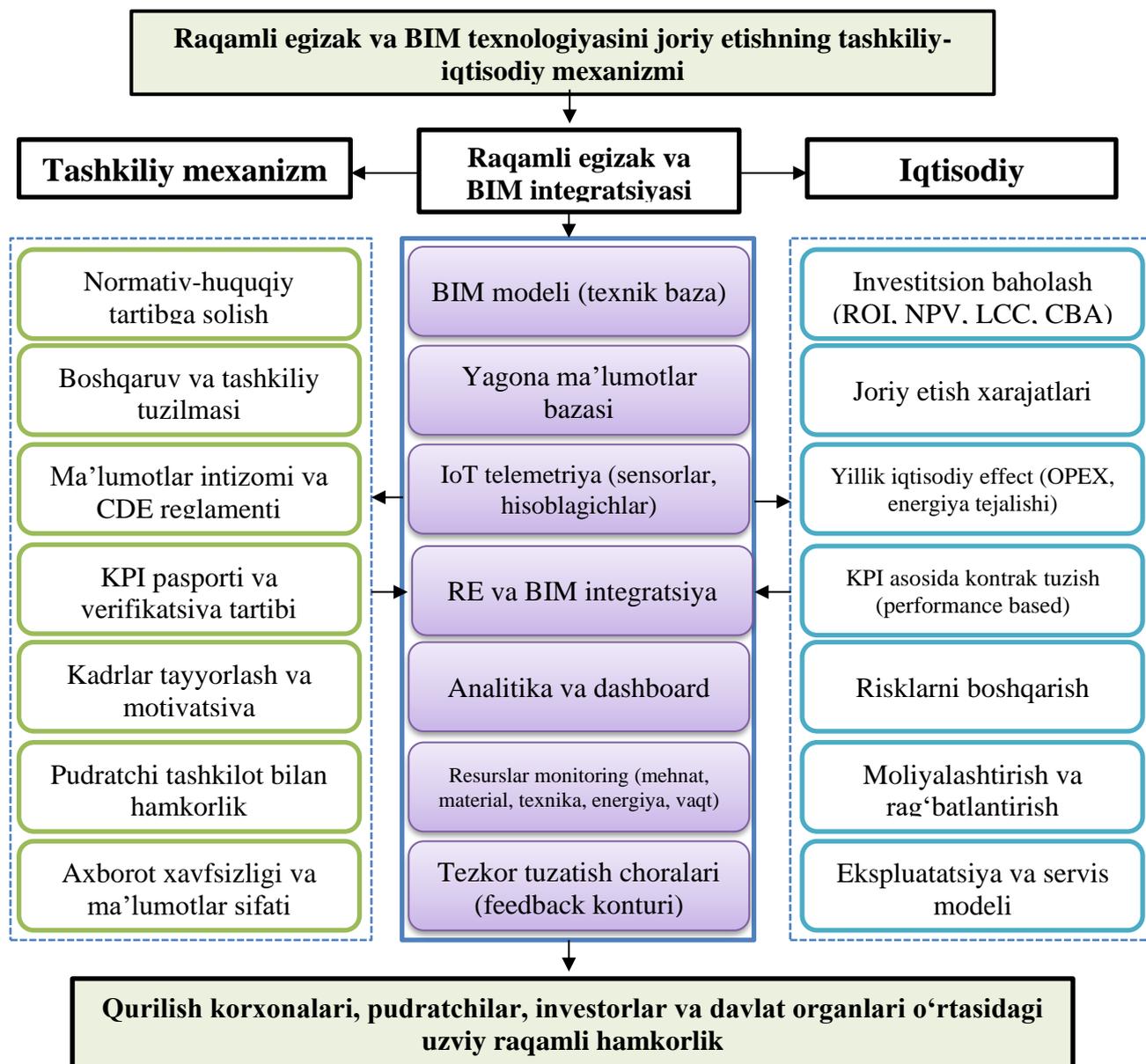


2-rasm. BIM va raqamli egizak integratsiyasi hamda CDE asosida shakllangan yagona raqamli platformaning axborot-iqtisodiy boshqaruv modeli²⁸

Tadqiqot doirasida taklif etilgan “yagona raqamli platforma” amaliyotda: BIM modeli (3D/4D/5D)ni shakllantirish, CDE (yagona ma’lumotlar muhiti) orqali hujjat va model almashinuvini yo‘lga qo‘yish, raqamli egizak (DT) asosida fakt ma’lumotlarni (bajarilish holati, resurs sarfi, jarayon parametrlari) yig‘ish hamda reja-fakt nazorati va KPI monitoringi orqali iqtisodiy boshqaruv konturini yaratish tamoyiliga tayangan holda tashkil etildi. Platforma tarkibida investitsion baholash moduli (ROI/NPV/LCC, OPEX-CAPEX) va analitika/dashbordlar yordamida

²⁸ Muallif tomonidan ishlab chiqildi.

boshqaruv qarorlarini iqtisodiy asoslash mexanizmi shakllantirildi, ma'lumotlar almashinuvi esa API/konnektorlar orqali loyiha boshqaruvi va korporativ tizimlar bilan integratsiya qilindi.



3-rasm. Qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmi²⁹

“Emdirsal Inshaat” MCHJ obyektlarida platformaning BIM bloki loyihaviy reja ko‘rsatkichlarini (ish hajmi, muddat, smeta) shakllantirishga xizmat qildi. CDE muhiti orqali chizmalar, ijro hujjatlari, versiyalar va kelishuvlar yagona tartibda yuritilib, fakt bajarilish ma'lumotlari raqamli egizak konturida jamlandi.

Reja-fakt nazorati va KPI monitoringi modullari og‘ishlarni erta aniqlash hamda tezkor boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini berdi, investitsion

²⁹ Muallif tomonidan ishlab chiqildi

baholash (ROI/NPV) esa, joriy etish samaradorligini iqtisodiy jihatdan asoslashga xizmat qildi.

“O‘zqurilish Invest” AJ buyurtmachiligidagi obyektlarda platforma buyurtmachi nazorati uchun mo‘ljallangan iqtisodiy monitoring konturiga yo‘naltirildi: CDE orqali ma’lumotlar shaffofligi kuchaytirildi, reja-fakt og‘ishlari va jadval intizomi KPIlar orqali baholandi. Analitika va dashboardlar asosida loyiha holatini real vaqtga yaqin rejimda kuzatish, og‘ishlarni erta aniqlash va resurslar intizomini kuchaytirish bo‘yicha boshqaruv qarorlarini tezlashtirish imkoniyati yaratildi.

“Bektemir Metall Konstruksiyalari” QK MCHJ ishlab chiqarish obyektida platforma raqamli egizak konturi orqali energiya va materiallar sarfini monitoring qilish hamda resurslardan foydalanishni optimallashtirishga moslashtirildi. CDE va integratsiya qatlami ishlab chiqarish bo‘yicha fakt ko‘rsatkichlarni (sarflar, uzilishlar, ishlab chiqarish hajmi) yig‘ish va tahlil qilishni ta’minladi. KPI monitoringi va investitsion baholash modullari ishlab chiqarish intizomini kuchaytirish hamda iqtisodiy samarani o‘lchash va verifikatsiya qilish uchun qo‘llanildi.

Mazkur kontur xarajatlar, muddat va resurslar bo‘yicha og‘ishlarni erta aniqlash hamda operativ boshqaruv samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Integratsiyalashgan mexanizm doirasida asosiy ishtirokchilar sifatida buyurtmachi, pudratchi, raqamli integrator (integratsiya markazi) hamda nazorat organlari belgilandi. Buyurtmachi KPIlarni shakllantirib, investitsion qarorlarni qabul qiladi, pudratchi BIM va raqamli egizak asosida qurilish jarayonlarini reja-fakt rejimida boshqaradi, raqamli integrator BIM va DT ma’lumotlarini integratsiyalash, CDE yuritish va iqtisodiy monitoringni muvofiqlashtiradi, nazorat organlari shaffoflik va me‘yoriy talablarga rioya etilishini ta’minlaydi.

Integratsiyalashgan mexanizmning amaliy samaradorligi “oldin-keyin” tahlili orqali korxonalar kesimida baholandi. Natijalarga ko‘ra, “Emdirsal Inshaat” MCHJ qurilish obyektlarida loyiha muddati va qurilish xarajatlari qisqargan, “O‘zqurilish Invest” AJ qurilish obyektlarida reja-fakt og‘ishlari kamaygan va monitoring qamrovi oshgan, “Bektemir Metall Konstruksiyalari” QK MCHJda energiya sarfi qisqarib, mehnat unumdorligi oshgan.

Tadqiqot asosida BIM va raqamli egizakni (DT) **KPI, reja-fakt nazorati va real vaqt monitoringi** bilan birlashtiruvchi integratsiyalashgan tashkiliy-iqtisodiy mexanizm ko‘rsatilgan. Unda buyurtmachi, pudratchi, raqamli integrator va nazorat organlari o‘rtasidagi ma’lumotlar CDE orqali yagona boshqaruv konturiga ulanadi. Natijada, og‘ishlar erta aniqlanib, resurslar va xarajatlar boshqaruvi kuchayadi hamda iqtisodiy asoslangan qarorlar qabul qilish tezlashadi.

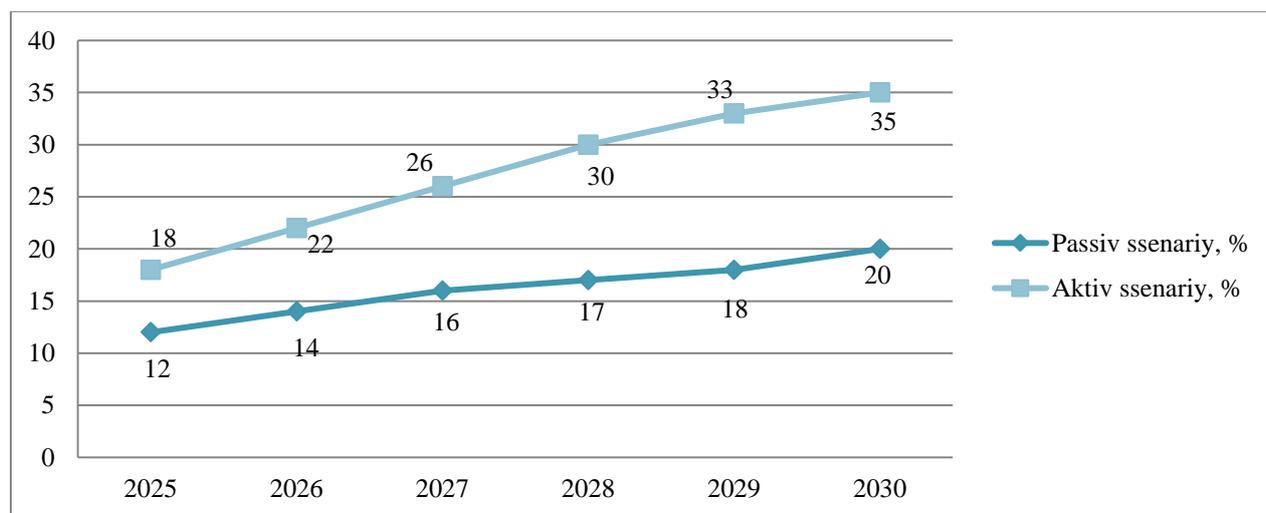
Mazkur jadval ma’lumotlari integratsiya natijasida: muddat, xarajat, reja-fakt og‘ishlari, monitoring qamrovi, energiya sarfi va mehnat unumdorligi kabi KPIlar bo‘yicha ijobiy o‘zgarishlar kuzatilganini ko‘rsatadi. Bu mexanizmning real iqtisodiy samaradorligini amaliy ko‘rsatkichlar asosida tasdiqlaydi.

6-jadval

Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini iqtisodiy boshqaruvga integratsiyalash natijalari va ularni baholash ko‘rsatkichlari (korxonalar kesimida)³⁰

Korxonalar	KPI turi	Joriy etishdan oldin	Joriy etishdan keyin	O‘zgarish
“Emdirsal Inshaat” MCHJ	Loyiha muddati, %	100	75	25%
	Qurilish xarajatlari, %	100	85	15%
“O‘zqurilish Invest” AJ obyektlari	Reja-fakt og‘ishi, %	18	7	11 p.p.
	Monitoring qamrovi, %	40	90	50 p.p.
“Bektemir Metall Konstruksiyalari” QK MCHJ	Energiya sarfi, %	100	88	12%
	Mehnat unumdorligi, %	100	115	15%

Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligini baholash va boshqaruv qarorlarini tanlash maqsadida, ssenariyli prognoz–optimallashtirish yondashuvi ishlab chiqildi.



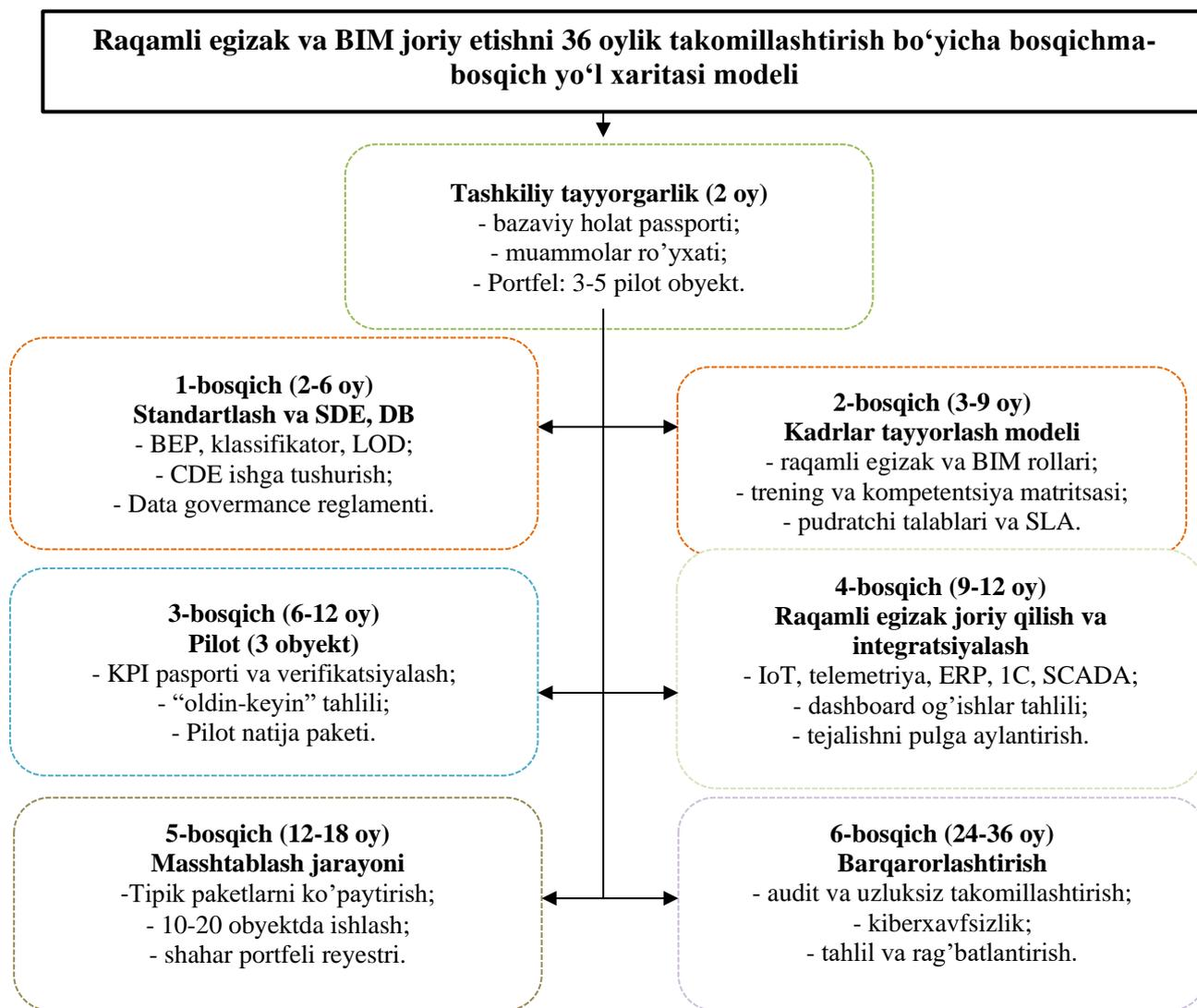
4-rasm. 2025-2030-yillarda raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligining o‘rtacha ROI bo‘yicha passiv va aktiv ssenariylar prognozi³¹

Prognozlashtirish natijasida, 2025-2030-yillar uchun o‘rtacha ROI ko‘rsatkichining passiv va aktiv ssenariylar bo‘yicha prognozi keltirilgan. Passiv ssenariyda ROI 2025-yildagi 12% dan 2030-yilga kelib, 20% gacha oshishi kutilsa, aktiv ssenariyda integratsiyalashgan joriy etish natijasida, ROI 18% dan 35% gacha o‘shishi prognoz qilindi.

³⁰ Ma’lumotlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqildi

³¹ Korxonalar ma’lumotlari asosida muallif tomonidan ishlab chiqildi

Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini samarali joriy etish maqsadida, Toshkent shahridagi tadqiqot obyektlari misolida **2025-2030-yillarga mo'ljallangan bosqichma-bosqich yo'l xaritasi** ishlab chiqildi. Yo'l xaritasida tashkiliy tayyorgarlik, pilot loyihalarni joriy etish, texnologiyalarni KPI va reja-fakt nazorati bilan integratsiyalash hamda masshtablash bosqichlari ketma-ket belgilandi.



5-rasm. Qurilish sanoatida innovatsion texnologiyalarni raqamli egizak va BIM joriy etishni takomillashtirish bo'yicha bosqichma-bosqich yo'l xaritasi modeli³²

Mazkur taklif etilayotgan Yo'l xaritasiga ko'ra, 2025-yilda tashkiliy tayyorgarlik va pilotlar boshlanadi, 2026-2027 yillarda pilot obyektlar kengaytiriladi hamda CDE va reja-fakt nazorati joriy etilishi kuchaytiriladi, 2027–2028-yillarda BIM va raqamli egizak KPI asosidagi boshqaruv konturiga integratsiyalanadi, 2029-2030-yillarda esa, masshtablash bosqichi amalga oshiriladi. Prognoz ko'rsatkichlariga muvofiq, 2030-yilga kelib BIM qamrovi 95% ga, raqamli egizak

³² Muallif tomonidan ishlab chiqildi

qamrovi 85% ga, CDE qamrovi 100% ga yetishi, reja-fakt nazorati va KPI asosida boshqariladigan loyihalar ulushi to'liq joriy etilishi kutiladi.

7-jadval

2025-2030-yillarda BIM, raqamli egizak va CDE joriy etilishi hamda iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlari prognozi³³

Ko'rsatkich	2025	2026	2027	2028	2029	2030
BIM joriy etilgan obyektlar ulushi, %	20	35	55	70	85	95
Raqamli egizak joriy etilgan obyektlar ulushi, %	5	15	30	50	70	85
CDE (yagona ma'lumotlar muhiti) qamrovi, %	25	45	65	80	90	100
Reja-fakt nazorati joriy etilgan obyektlar ulushi, %	30	50	70	85	95	100
KPI asosida boshqarilayotgan loyihalar ulushi, %	20	40	60	75	90	100
Pilot loyihalar soni, dona	5	8	12	18	25	30
Masshtablangan obyektlar soni, dona	0	3	7	15	25	40
Loyiha muddati qisqarishi, %	5	8	12	15	18	20
Qurilish xarajatlari kamayishi, %	3	5	8	10	12	15
Energiya va resurslar tejallishi, %	2	4	7	9	11	12

Prognoz natijalariga ko'ra, raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etish samaradorligining 2025-2030-yillarga mo'ljallangan prognoz ko'rsatkichlari passiv va aktiv ssenariylar bo'yicha taqqoslab keltirilgan. Prognoz natijalari aktiv ssenariy sharoitida integratsiyalashgan joriy etish hisobidan iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlari yuqori sur'atlarda yaxshilanishini ko'rsatadi.

XULOSA

Mazkur dissertatsiya tadqiqoti doirasida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

1. Qurilish sanoati korxonalarida raqamli egizak va BIM texnologiyalarining iqtisodiy-nazariy mohiyati ochib berilib, ularning sanoat iqtisodiyoti tizimida xarajatlar, muddat va resurslardan foydalanish samaradorligini boshqarishga xizmat qiluvchi iqtisodiy instrumentlar sifatidagi o'rni asoslandi.

2. BIM (3D/4D/5D rejalashtirish) va raqamli egizak (real vaqt fakt monitoringi) integratsiyasi natijasida CDE (yagona ma'lumotlar muhiti)ga tayangan "yagona raqamli platforma" konturi shakllanishi hamda u reja-fakt nazorati va KPI monitoringini kuchaytirishi nazariy jihatdan asoslandi.

3. O'zbekiston Respublikasi qurilish tarmog'ida raqamli transformatsiyani tartibga soluvchi me'yoriy-huquqiy asoslar tizimli tahlil qilinib, strategik hujjatlar BIM va raqamli texnologiyalarni joriy etish uchun institutsional zamin yaratishi ilmiy xulosalandi.

4. Xorijiy tajriba (Buyuk Britaniya, AQSh, Germaniya, Singapur, Yaponiya) umumlashtirilib, BIM va raqamli egizakni integratsiyalashgan yechim sifatida joriy etish xarajatlar va muddatlarni qisqartirish, smeta aniqligini oshirish hamda

³³ Muallif tomonidan ishlab chiqildi

ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish orqali investitsiya samaradorligini oshirishi asoslandi.

5. Mamlakatimizda 2015-2024-yillarda qurilish tarmog'ida ishlab chiqarish hajmi va investitsiyalar o'sishi fonida reja-fakt intizomi, resurslar taqsimoti va tranzaksion xarajatlarni boshqarish masalalari dolzarblashgani aniqlanib, raqamli egizak va BIMni iqtisodiy mezonlar asosida joriy etish zarurati asoslab berildi.

6. Qurilish obyektlari hamda qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi korxonalarda raqamli egizak va BIM texnologiyalarini joriy etishning amaldagi holati tahlil qilinib, joriy etilgan va joriy etilmagan holatlar taqqoslanishi orqali muddat, tannarx, resurs yo'qotishlari va boshqaruv tezkorligiga ta'siri empirik jihatdan yoritildi.

7. Raqamli egizak va BIM joriy etilishining iqtisodiy samaradorligini baholash uchun reja-fakt tahlili, KPI monitoringi, "oldin-keyin" taqqoslash, ROI/NPV, OPEX/CAPEX hamda integral indeks yondashuvlarini qamrab oluvchi metodik yondashuv taklif etildi.

8. Empirik natijalar raqamli texnologiyalar reja-fakt og'ishlarini kamaytirish, resurslardan foydalanish intizomini kuchaytirish va xarajatlarni optimallashtirish orqali korxonalar samaradorligini oshirishini ko'rsatib, keyingi bobdagi mexanizm va prognoz yondashuvlari uchun amaliy asos bo'ldi.

9. Raqamli egizak va BIM texnologiyalarini iqtisodiy boshqaruv tizimiga integratsiyalashga qaratilgan tashkiliy-iqtisodiy mexanizm ishlab chiqildi. Unda: buyurtmachi, pudratchi, ishlab chiqaruvchi korxonalar va raqamli integrator (integratsiya markazi)ning iqtisodiy funksiyalari hamda javobgarligi aniqlashtirildi.

10. BIM-DT-CDE asosidagi yagona raqamli platforma orqali reja-fakt nazorati, KPI pasportlari, real vaqt monitoringi va analitika/dashbordlar yagona boshqaruv konturiga birlashtirildi; shuningdek, 2030-yilgacha passiv-aktiv ssenariylarga tayangan prognoz-optimallashtirish yondashuvi hamda 2025-2030-yillarga mo'ljallangan bosqichma-bosqich yo'l xaritasi ishlab chiqilib, texnologiyalarni "xarajatli yechim" emas, balki o'lchanadigan iqtisodiy natija beruvchi investitsion yechim sifatida joriy etish konsepsiyasi mustahkamlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/2026.09.01.I.04.M ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ В ТАШКЕНТСКОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

НИГМАТЖОНОВА НОЗИМА УЛМАСЖОНОВНА

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА ОСНОВЕ
МЕТОДОВ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

08.00.03 – “Экономика промышленности”

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации доктора философии (PhD) по экономическим наукам

Ташкент – 2026

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) экономическим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2026.1.PhD/Iqt5655.

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно-строительном университете.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) на сайте Научного совета (www.taqu.uz) и на Информационно-образовательном портале "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: **Хасанов Тохир Абдурашидович**
доктор экономических наук, (DSc) профессор

Официальные оппоненты: **Искандаров Эркин Буриевич**
доктор философии (PhD) по экономическим наукам,
доцент

Курбаниязов Шахзодбек Каримович
доктор экономических наук, (DSc) профессор

Ведущая организация: **Ташкентский государственный транспортный университет**

Защита диссертации состоится “___” _____ 2026 года в ___ на заседании Научного совета PhD.03/2026.09.01.I.04.M по присуждению учёных степеней при Ташкентском архитектурно-строительном университете. Адрес: 100194, город Ташкент, улица Янгишахар, дом 9А. Тел.: (+99855 508-02-85, E-mail: devon@taqu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского архитектурно-строительного университета (зарегистрирована под номером _____). (Адрес: 100194, город Ташкент, улица Янгишахар, дом 9А. Тел.: (+99855 508-02-85, E-mail: devon@taqu.uz).

Автореферат диссертации разослан “___” _____ 2026 года.
(реестр протокола рассылки №___ от “___” _____ 2026 года)

А.М. Исмаилов

Председатель Научного совета по присуждению учёных степеней,
доктор экономических наук,
профессор

А.Т. Метякубов

Учёный секретарь Научного совета по присуждению учёных степеней,
доктор философии (PhD) по экономическим наукам, доцент

Н.А. Ходжаева

Председатель Научного семинара при научном совете по присуждению учёных степеней,

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мировой практике на предприятиях строительной отрасли цифровые строительные технологии получают широкое распространение, поскольку на этапах «проектирование-строительство-эксплуатация» обеспечивают мониторинг повышения эффективности использования ресурсов в реальном времени, также сокращение затрат и сроков реализации проектов. Согласно актуальным глобальным экономическим тенденциям, объём мирового строительного рынка продолжает расти. В 2025 году он оценивался примерно в 16,45 трлн долл., а в 2026 году прогнозируется увеличение до 17,26 трлн долл. Отмечается, что инвестиционная активность в строительных технологиях также усиливается и в 2020-2022 годах совокупно в АЕС-технологии (Architecture-Engineering-Construction) было направлено порядка 50 млрд долл. Кроме того, в 2024 году объём венчурных инвестиций в направлении ConTech достиг 2,265 млрд долл. Сегодня сегмент «умных городов» (smart cities) рассматривается как один из наиболее динамично внедряющихся отраслей в структуру строительного рынка. В 2025 году его объём оценивается в 1,68 трлн долл., при ожидаемом росте к 2030 году до 4,76 трлн долл. Скоростные темпы развития строительной отрасли демонстрируют активное применение энергоэффективных технологий, элементов «зелёного строительства», В 2025 году глобальный рынок зелёного строительства увеличился на 642,19 млрд долл. и прогнозируется его увеличение до 702,54 млрд долл. в 2026 году, что соответствует ожидаемому росту на 9,4%.¹

В научных исследованиях по повышению инвестиционной и инновационной привлекательности, осуществляемых в мире внедрение BIM и цифрового двойника в мировую строительную отрасль рассматривается как ключевое научно-практическое направление. Как показывает опыт развитых стран, на ранних этапах применения данных технологий особое внимание уделялось на создание организационных основ, установление сотрудничества между участниками процесса, также на формирование системы обмена данными и мониторинга. В последние годы научные исследования направлены на совершенствование дисциплины план-факт, мониторинг расхода ресурсов и простоя в реальном времени, сокращение себестоимости и эксплуатационных затрат, также на улучшение подходов и процессов экономической оценки, направленных на повышение эффективности инвестиций. Внедрение интегрированных решений на базе BIM технологий и цифровых двойников в строительных и промышленных объектах, создание экономического мониторинга, обеспечивающего прозрачность данных, также привлечение профессиональных цифровых интеграторов и консалтинговых услуг являются необходимыми задачами. В связи с этим обосновывается

¹ Global Construction Perspectives, Oxford Economics. Global Construction 2030: A Global Forecast for the Construction Industry to 2030. Oxford, 2023. <https://assets.publishing.service.gov.uk>

необходимость внедрения интегрированных решений, создания экономического контура мониторинга, привлечения профессионального цифрового интегратора и консалтинга для обеспечения прозрачности данных.²

На этапах реализации стратегии развития «Нового Узбекистана» рост строительной отрасли и сопряжённых с ней промышленных сегментов требует ускорения процессов цифровой трансформации. В частности, увеличение количества предприятий строительной сферы с 36,8 тыс. до 53 499 является основой для выполнения задач по укреплению дисциплины использования ресурсов, совершенствованию управления затратами и повышению эффективности реализации проектов. В стратегии «Цифровой Узбекистан - 2030» определена задача формирования системы повышения прозрачности и качества в строительстве за счёт внедрения современных информационно-коммуникационных технологий. В связи с этим на современном этапе развития внедрение в строительных организациях и на предприятиях по производству строительных материалов технологий цифрового двойника и BIM на основе экономических критериев, разработка механизмов оценки их результативности, также интеграция получаемых данных и показателей в систему управленческих решений приобретает особую значимость.³

Данное диссертационное исследование в определённой степени способствует выполнению задач, определённых в Указах Президента Республики Узбекистан УП-№6079 «Об утверждении стратегии “Цифровой Узбекистан - 2030” и мерах по её эффективной реализации» от 5 октября 2020 года, УП-№ 6119 «Об утверждении стратегии модернизации, ускоренного и инновационного развития строительной отрасли Республики Узбекистан на 2021-2025 годы» от 27 ноября 2020 года, также УП-№165 «Об утверждении стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» от 6 июля 2022 года, также при реализации задач, предусмотренных другими нормативно-правовыми актами, относящимися к сфере строительства.

Соответствие исследования приоритетным направлениям

Данное диссертационное исследование в определённой степени способствует выполнению задач, определенных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-6079 «Об утверждении стратегии “Цифровой Узбекистан - 2030” и мерах по её эффективной реализации» от 5 октября 2020 года⁴, № УП-6119 «Об утверждении стратегии модернизации, ускоренного и инновационного развития строительной отрасли Республики Узбекистан на 2021-2025 годы» от 27 ноября 2020 года⁵, УП-№165 «Об утверждении стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026

² Interoperable Europe Academy. “CDE according to EN ISO 19650 (ma'lumotlarni yagona muhitda yuritish va almashish tamoyillari)”. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5939618/construction-market-repor>

³ O'zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi statistika agentligi ma'lumotlari www.stat.uz

⁴ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son “Raqamli O'zbekiston - 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risidagi farmoni <https://lex.uz>

⁵ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 27-noyabrdagi PF-6119-son “O'zbekiston Respublikasi qurilish tarmog'ini modernizatsiya qilish, jadal va innovatsion rivojlantirishning 2021-2025 yillarga mo'ljallangan strategiyasini tasdiqlash to'g'risida” <https://lex.uz>

годы» от 6 июля 2022 года ⁶, выполнению задач определенных в Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-425 «О мерах по совершенствованию механизмов контроля при реализации строительных проектов, дальнейшему повышению открытости и прозрачности процесса» от 17 ноября 2022 года⁷, также в иных нормативно-правовых актах, регулирующих деятельность строительной отрасли.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики «I. Духовно-нравственное и культурно-просветительское развитие демократического и правового общества, формирование инновационной экономики».

Степень изученности проблемы. Вопросам внедрения цифровых технологий в целях повышения экономической эффективности строительных и промышленных предприятий посвящены исследования многих зарубежных учёных и исследователей. В частности, заслуживают внимания исследования, посвящённые проблематике цифровизации и повышению эффективности в строительной и промышленной сферах таких ученых как Michael Grieves, Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston, Salman Azhar, Bryde, Broquetas, Volm, A. Kiviniemi, Feng Tao и Qinglin Qi и другие.⁸

В странах СНГ вопросами внедрения цифровых технологий в строительстве и промышленности, повышения экономической эффективности и совершенствования механизмов управления занимались многие исследователи, в частности Прохоров А.Б., Гордеев А.В., Власов С.В.,

⁶ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 6 iyulidagi PF-165-son “2022-2026 yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” <https://lex.uz>

⁷ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 17-noyabrdagi “Qurilish loyihalarini amalga oshirishda nazorat mexanizmlarini takomillashtirish, jarayonning ochiqligi va shaffofligini yanada oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risi”dagi PQ-425-son qarori <https://lex.uz>

⁸ Michael Grieves (AQSh), Raqamli egizak kontseptsiyasining asoschisi. U “Raqamli egizak: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication” asarida texnologiyaning ishlab chiqarish va qurilish jarayonlaridagi samaradorligini tushuntiradi. Uning ishlari raqamli egizak texnologiyasining nazariy asoslarini va amaliy imkoniyatlarini ochib bergan; Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. BIM Handbook (3rd ed.). Wiley, 2018. – BIMning texnologik va iqtisodiy asoslari bo‘yicha eng ko‘p iqtibos qilinadigan qo‘llanma; Salman Azhar. “Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry.” ASCE – Leadership and Management in Engineering, 2011. BIM foyda/xatarlarini tizimli tahlil qiladi; Bryde, Broquetas, Volm. “The Project Benefits of BIM.” International Journal of Project Management, 2013. BIM joriy etilgan loyihalarda xarajat va qayta ishlar kamayishi bo‘yicha dalillar.; Rafael Sacks (et al.). BIM Handbook (3rd ed.) bo‘lim muallifi sifatida jarayon samaradorligi va boshqaruv integratsiyasi; A. (Arto) Kiviniemi. “Implementation of BIM in National Construction Policy: The UK Experience.” 2016–2020. Davlat buyurtmalarida BIM majburiyligi tajribasi; Feng Tao & Qinglin Qi. Raqamli egizak Driven Smart Manufacturing. Elsevier, 2018. raqamli egizak ning resurs samaradorligiga ta’siri; McKinsey Global Institute (Barbosa va boshq.). Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity. 2017. Qurilishdagi unumdorlik “gap”i va raqamlashtirish yo‘nalishlari; Paul Teicholz (et al.). BIM for Facility Managers (IFMA/Wiley). Eksploatatsiya bosqichida BIM qiymati; Thomas Bock (Germaniya): Qurilish sohasida robotlashtirish va avtomatlashtirish texnologiyalari bo‘yicha tadqiqotchi. U qurilish jarayonlarida raqamli egizak texnologiyasining afzalliklarini ko‘rsatgan; Klaus Schwab (Shveysariya): “To‘rtinchi sanoat inqilobi” asarida raqamli texnologiyalar, jumladan, raqamli egizak texnologiyasining sanoat tarmoqlaridagi transformatsion ta’sirini o‘rgangan; Paul Teicholz (Singapur): Qurilish jarayonlarini optimallashtirish bo‘yicha tadqiqotchi. U raqamli egizak va BIM texnologiyalari yordamida qurilish sifatini oshirishning usullarini tavsiya qilgan

Зиятдинов К.С., Волкова А.А., Перцева А.Э., Чикина М.Р., Вахурчев О.А., Талапов В.В., Рахматуллина Э.С. и другие.⁹

В исследованиях отечественных учёных нашли отражение отдельные аспекты применения цифровых технологий в строительстве и промышленной сфере. В частности, данные вопросы рассматривались в научных работах Зияева М.К., Джабриева А.Н., Давлетова И.Х., Нуримбетова Р.И., Буронова Н.С., Бадирова Д.А., Икрамова С., Матниязова З.Е., Косимова Ш., Норкуловой Г., Урмонова Б.И., Икрамова Ш., Юнусова Ш. и др.¹⁰

Несмотря на то, что исследования вышеуказанных учёных представляют собой важную научную и методологическую основу, в них недостаточно полно изучены вопросы внедрения и интеграции технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной индустрии на основе комплексного и системного подхода. В частности, критерии оценки экономической эффективности внедрения BIM технологий и цифрового двойника в строительных предприятиях, а также передовые подходы к интеграции результатов такой оценки в управленческие решения остаются недостаточно определёнными.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского

⁹ А.Б. Прохоров (Россия): “Цифровое строительство: технологии будущего” (Raқamli qurilish: kelajak texnologiyalari) asarida BIM va raqamli egizak texnologiyalarining Rossiya qurilish sanoatidagi joriy etilishi haqida tahlil qilgan. U raqamli texnologiyalarning loyihalashdan ekspluatatsiyaga qadar barcha bosqichlar uchun ahamiyatini yoritgan; А.В. Гордеев (Россия): “Инновационные технологии в строительстве” (Qurilishda innovatsion texnologiyalar) asarida qurilish jarayonlarini avtomatlashtirish va raqamlashtirish bo'yicha metodologiyalarni taklif etgan; Н.К. Абдурахмонов (Казахстан): Qozog'istonda qurilish sohasini modernizatsiya qilish va raqamlashtirish dasturlarini tadqiq qilgan. BIM texnologiyasining davlat infratuzilmasida joriy etilishi bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqqan; V.V. Talapov. Texnologiya BIM: sushchnost' i osobennosti vnedreniya... DMK-Press, 2023 (2-nashr). Rus tilidagi asosiy monografiya; А.А. Volkov. Informatsionnyye sistemy i tekhnologii v stroitel'stve. MGSU, 2015. Qurilishda AKT/BIM bo'yicha o'quv qo'llanma; E.S. Rakhmatullina. “BIM-modelirovaniye kak element sovremennogo stroitel'stva.” 2017. Afzallik/kamchiliklar tahlili; А.Е. Pertseva & А.А. Volkova. “Osobennosti vnedreniya BIM-tekhnologii...” Naukovedenie, 2017. Joriy etish bosqichlari; M.R. Chikina. “BIM-tekhnologii kak osnova berezhlivogo stroitel'stva.” 2023. Lean Construction bilan bog'liqlik, Vakhurchev O.A. “Upravleniye zhiznennym tsiklom ob'yektov kapital'nogo stroitel'stva...” 2025. LCM va iqtisodiy ko'rsatkichlar; TAdviser Market Review. “BIM-tekhnologii (rynok Rossii).” GOST R/standartlar va bozor ko'lami;

¹⁰Зияев М.К., Давлетов И.Х. Совершенствование управления инвестиционно-строительным процессом в условиях углубления рыночных отношений // Инвестиционный потенциал банков: вызовы, возможности и перспективы: Матер. межд. науч.-прак. конф. БФА РУз, 26-27 сентября 2008 г. - Ташкент: Молия!, 2008. - С.46-49.// Нуримбетов Р. И. Ресурсная база и потенциал производство Узбекистана: использования и эффективность (региональный аспект) // Бюллетень науки и практики. Электрон.журн. 2017. №10 (23). С. 207-212. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/zaynutdinov> (дата обращения 15.10.2017);Buronov N.S. “O'zbekistonda BIM texnologiyalarini rivojlantirish istiqbollari”. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 2021, Buronov N., Fayzullaev I., Adasheva M. “Loyihalashda BIM texnologiyalarining iqtisodiy samaradorligi”. American Journal of Education and Learning, 2025 (son/raqam va sahifalar jurnal sahifasida ko'rsatilgan), Matniyazov Z.E., Buronov N.S. “Nega loyiha tashkilotiga BIM texnologiyalari kerak?”. Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching, 2022, Badirov D.A. “Raқamlashtirish sharoitida O'zbekiston qurilish sanoati korxonalarining iqtisodiy salohiyatini boshqarishning asosiy jihatlari”. Modern American Journal of Business, Economics, and Entrepreneurship, 2025, Qosimov Sh., Norqulova G'. “BIM texnologiyalarining O'zbekiston qurilish bozoridagi istiqbollari”. Iqtisodiyot va innovatsiya (maqola sahifasi inlibrary'da), Ikramov Sh. “BIM texnologiyalari bilan loyihalash jarayonlarini tashkil etishda inson omilining o'rni”. World Bulletin of Social Sciences, 2024 (maqola sahifasi) va Zenodo nusxasi, Yunusov Shukurulla. “Bino va inshootlarni loyihalashda BIM texnologiyalari va dasturlari” (Zenodo/DOI), “O'zbekistondagi qurilish jarayonlari BIM texnologiyasi asosida amalga oshiriladi” (Qurilish vazirligi xabari asosida). Spot.uz, 2022.

архитектурно-строительного университета и в рамках научного проекта № FA-A-2022-312 «Разработка механизмов внедрения цифровой трансформации в строительной отрасли и повышения экономической эффективности» (2022-2024 гг.).

Целью исследования является разработка научных предложений и практических рекомендаций по применению интеграции технологий цифрового двойника и BIM при управлении деятельностью предприятий строительной отрасли и оценке их экономической эффективности.

Задачи исследования:

изучение теоретических аспектов, раскрывающих экономическую сущность инновационных технологий в строительной отрасли и их влияние на эффективность;

анализ и обобщение опыта передовых зарубежных стран по использованию технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной индустрии;

анализ специфических особенностей внедрения технологий цифрового двойника и BIM в строительной отрасли Республики Узбекистан, а также оценка их текущего состояния;

разработка методов оценки экономической эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной индустрии;

анализ эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной индустрии в разрезе объектов на основе ключевых показателей;

разработка организационно-экономического механизма, направленного на совершенствование внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной индустрии;

формирование модели, предназначенной для прогнозирования эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной индустрии;

разработка поэтапной дорожной карты и перспективных направлений развития по совершенствованию внедрения технологий цифрового двойника и BIM в строительных организациях и на предприятиях промышленности по производству строительных материалов.

Объектом исследования являются предприятия и организации, входящие в строительную индустрию Республики Узбекистан.

Предметом исследования является совокупность социально-экономических, организационных и иных отношений, связанных с оценкой и управлением экономической эффективностью в условиях интеграции цифровых технологий на предприятиях строительной отрасли.

Методы исследования. В процессе исследования использованы методы анализа и синтеза, сравнения и обобщения, экономико-статистического анализа, динамического (ситуационного) принятия решений, план-факт анализа и KPI-мониторинга, сравнения «до-после», расчёта ROI и NPV,

сценарного прогнозирования и оптимизации, эмпирического наблюдения, а также экспертной оценки.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

технологии цифрового двойника и BIM в диссертации интерпретированы не как отдельные информационные технологии, а как единая цифровая платформа, сформированная в результате их взаимной интеграции; на основе данной платформы предложена интегрированная организационно-экономическая модель, ориентированная на управление экономической эффективностью предприятий строительной индустрии;

разработана трёхуровневая модель интеграции, охватывающая технологический, информационно-экономический и институциональный уровни, обеспечивающие внедрение технологий цифрового двойника и BIM в строительной отрасли, обосновано, что её практическое применение позволяет повысить эффективность за счёт сокращения сроков реализации проектов, снижения себестоимости и улучшения использования ресурсов;

с целью оценки эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM разработана методика расчёта интегрального индекса общей экономической эффективности на основе KPI, на базе указанного индекса предложен прогнозно-оптимизационный подход для строительных объектов и предприятий по производству строительных материалов по сценариям «пассивный-активный» на период 2025-2030 гг.;

в целях совершенствования внедрения технологий цифрового двойника и BIM в строительной отрасли разработана поэтапная Дорожная карта на 2025-2030 гг. научно обосновано, что её практическая реализация обеспечивает системное осуществление цифровой трансформации, устойчивое повышение экономической эффективности и снижение инвестиционных рисков.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана модель экономического управления, основанная на интеграции технологий цифрового двойника и BIM, и апробирована на практике на примере строительного объекта и предприятия по производству строительных материалов.

реализована интеграция процессов формирования плановых показателей на основе модели BIM и сбора фактических данных с использованием технологии цифрового двойника, что позволило сформировать единый контур управления, обеспечивающий планово-фактический контроль и мониторинг в режиме реального времени. Реализация данного подхода способствовала повышению прозрачности информационных потоков, своевременному выявлению отклонений и повышению оперативности принятия управленческих решений.

применён экономический оценочный механизм, включающий KPI-мониторинг, план-факт анализ, сравнение «до-после», также расчёт показателей ROI/NPV для оценки результативности внедрения технологий цифрового двойника и BIM в обосновании практических управленческих решений. В результате сформированы управленческие решения, направленные на усиление дисциплины использования ресурсов и снижение избыточных затрат.

разработан прогнозно-оптимизационный подход на основе пассивного и активного сценариев до 2030-года, также поэтапная Дорожная карта на 2025-2030-гг., на основе которых обоснованы практические рекомендации по последовательному внедрению и масштабированию цифровой трансформации.

Достоверность результатов исследования определяется использованием в работе действующих нормативно-правовых актов Республики Узбекистан, данных Агентства статистики при Президенте Республики Узбекистан, информационной базы, сформированной на основе первичной и итоговой статистической и бухгалтерской отчетности строительных и производственных предприятий города Ташкента, также практическим использованием результатов, полученных автором в ходе исследования.

Научная и практическая значимость результатов исследования. В настоящей диссертации технологии цифрового двойника и BIM научно интерпретированы не как самостоятельные технологии, а как единая цифровая платформа, сформированная на основе их интеграции. На базе данной платформы разработана организационно-экономическая модель, ориентированная на управление экономической эффективностью строительных объектов и предприятий по производству строительных материалов. Кроме того, предложены методика расчёта интегрального индекса общей экономической эффективности на основе КРІ, также сценарный прогнозно-оптимизационный подход на период 2025-2030 гг., что позволило развить научно-методические основы оценки и прогнозирования цифровой трансформации в строительной индустрии.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их применения для эффективной организации внедрения инновационных технологий в строительной отрасли, совершенствования системы их внедрения на строительных предприятиях, также развития цифровой среды в отраслях экономики. Полученные научные выводы могут быть использованы при разработке программ, стратегий и прогнозных моделей, направленных на развитие политики применения инновационных технологий в управлении строительными процессами, также при совершенствовании нормативно-правовых документов.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию деятельности предприятий строительной отрасли на базе интеграции инновационных технологий выполнены следующие работы:

предложения по модели экономического управления, основанной на интеграции технологий цифрового двойника и BIM, были реализованы: при научно-техническом сопровождении и методическом мониторинге со стороны НИПИ «Toshuyjoy», в строительных работах, непосредственно выполняемых ООО «Emdirsal Inshaat», также на строительных объектах, находящихся на балансе АО «O‘zqurilish Invest», при участии Центра архитектурно-строительной интеграции и инновации (Справка № 37-06/6141 Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан

от 2 июня 2025 года). В результате создана возможность интеграции строительных и производственных процессов в рамках единого контура управления, повышена прозрачность данных и укреплена эффективность управления;

на основе разработанного механизма оценки экономической эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM организована интеграция BIM-модели и фактических данных на базе цифрового двойника, а на объектах ООО «Emdirsal Inshaat» и АО «O‘zqurilish Invest» внедрены план-фактный контроль и мониторинг в реальном времени (справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан от 2 июня 2025 года № 37-06/6141). Данный подход обеспечил повышение эффективности управления проектами, возможность раннего выявления отклонений и ускорение принятия управленческих решений. В результате достигнуто сокращение временных затрат по проектам на 25 %, обеспечена возможность раннего выявления отклонений от графика и существенно снижены риски задержек строительных работ;

разработанный механизм оценки эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM (сопоставление по принципу «до–после», увязка с показателями ROI и NPV, а также учёт факторов риска и чувствительности) апробирован на объектах ООО «Emdirsal Inshaat» и АО «O‘zqurilish Invest» (справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан от 2 июня 2025 года № 37-06/6141). Применение данного подхода обеспечило возможность мониторинга и оперативного управления строительными процессами в режиме реального времени, а также повысило дисциплину использования ресурсов. В результате строительные затраты снижены на 15 %, а по итогам эмпирической оценки по схеме «до–после» подтвержден рост экономической эффективности;

организационно-экономический механизм, преобразующий экономический эффект в измеримый и верифицируемый результат (CDE - единая среда данных, KPI-паспорта и цепочка ответственности), апробирован не только на строительных объектах, но и на производственном объекте промышленного предприятия - СП ООО «Bektemir Metall Konstruksiyalari», выпускающего строительные материалы. Кроме того, разработаны прогнозно-оптимизационный подход до 2030 года на основе пассивного и активного сценариев, а также поэтапная Дорожная карта на 2025–2030 годы; сформулированы практические рекомендации по системному внедрению цифровой трансформации (справка Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Республики Узбекистан от 2 июня 2025 года № 37-06/6141). В результате зафиксированы: снижение энергопотребления на 12 %, рост производительности труда на 15 %, усиление управленческой дисциплины; за счёт автоматизации сметных процессов, сокращения план-фактных отклонений и устранения избыточных затрат повышена экономическая эффективность. Создана возможность выбора технологий цифрового двойника и BIM на основе экономических критериев и их обоснования как инвестиционных решений, обеспечивающих измеримый экономический результат.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены и прошли апробацию на 2 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 2 статьи в отечественных научных журналах, рекомендованных ВАК и 2 статьи в международных научных журналах, также опубликованы тезисы докладов на 3 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений, общий объём работы составляет 140 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** диссертации обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, охарактеризованы объект и предмет исследования, показана взаимосвязь работы с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан. Также приведены сведения о внедрении результатов исследования, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Теоретико-методологические основы внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной отрасли»** исследуется экономико-теоретическая сущность внедрения технологий цифрового двойника и BIM в строительных предприятиях, раскрывается их содержание с точки зрения экономики промышленности. В ходе исследования цифровые технологии рассматриваются не только как инструмент цифровизации строительных процессов, но и как значимый фактор формирования экономических результатов деятельности предприятия.

Исследуется экономико-теоретическая сущность внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной отрасли, раскрывается их место и значение в системе экономики промышленности. В ходе исследования цифровые технологии рассматриваются не как средство простой цифровизации строительных процессов, а как важный фактор формирования экономических результатов деятельности предприятия.

Технологии цифрового двойника и BIM в строительных предприятиях интерпретируются как экономические инструменты, обеспечивающие планирование и контроль затрат, эффективное использование ресурсов, а также управление сроками реализации проектов и их себестоимостью. Предоставляется теоретическое обоснование роли данных технологий в экономическом обосновании управленческих решений, выявлении отклонений «план-факт» и повышении экономической эффективности.



Рисунок 1. Место технологий цифрового двойника и BIM в экономике промышленности и их функциональная взаимосвязь ¹¹

Однако, в рамках первой главы технологии цифрового двойника и BIM обосновываются не как отдельные решения, а как концепция единой цифровой платформы, формируемой в результате их интеграции. Данная платформа объединяет в среде CDE (единая среда данных) плановую информацию, формируемую средствами BIM (модели 3D/4D/5D, сроки и сметные показатели), с фактическими данными, собираемыми цифровым двойником (мониторинг в реальном времени, расход ресурсов, состояние выполнения работ), обеспечивая непрерывный информационный поток для план-факт контроля, мониторинга KPI и инвестиционной оценки (ROI/NPV). В результате теоретически обосновано расширение возможностей экономического обоснования управленческих решений на основе данных, раннего выявления отклонений и оптимизации затрат.

В ходе исследования BIM-технология представлена как инструмент, формирующий экономическую основу строительного процесса за счёт проектирования, составления смет, оценки затрат и планирования, тогда как цифровой двойник отражён как управленческий механизм, обеспечивающий мониторинг в реальном времени, управление ресурсами и оптимизацию процессов эксплуатации. Интеграция данных технологий позволяет выстроить обмен данными, аналитические и прогнозные процедуры, что научно обосновывает возможности оптимизации затрат и совершенствования управления инвестициями.

Раскрывается экономическое содержание цифровой трансформации и её влияние на эффективность деятельности предприятия, а также обоснована экономическая значимость механизмов план-факт контроля, эффективного использования ресурсов, мониторинга в реальном времени и обеспечения прозрачности данных. В условиях цифровой трансформации субъективные подходы к принятию управленческих решений замещаются экономическим анализом, основанным на данных, что обеспечивает раннее выявление

¹¹ Разработка автора

отклонений по затратам и срокам, повышение точности планирования и укрепление устойчивости предприятия.

Таблица 1

Научно-теоретические подходы к экономическим основам инновационных технологий на строительных предприятиях¹²

Авторы	Научные подходы и взгляды
Буронов Н.С.	Анализируются перспективы применения BIM в строительной отрасли, барьеры внедрения и практическая необходимость его использования; также приводятся эмпирические результаты по оценке экономической эффективности BIM в процессе проектирования (в сравнении с традиционными методами проектирования). ¹³
Бадиров Д.А.	В рамках управленческих подходов, ориентированных на ресурсосбережение и повышение производительности труда, рассматриваются вопросы использования инструментов цифровизации, включая BIM, при управлении экономическим потенциалом предприятий строительной отрасли. ¹⁴
Икрамов С.	В работах раскрыта значимость человеческого фактора, командного взаимодействия, управления данными и организационных аспектов в BIM-процессах. ¹⁵
Глухов В.В.	На основе эмпирического анализа показано, что внедрение технологий BIM и цифрового двойника в строительной индустрии позволяет снизить себестоимость до 15–20% и ускорить производственный цикл на 25–30%. ¹⁶
Градов А.П.	Инновационные технологии рассматриваются как экономический кластер, повышающий эффективность капитала; предложена модель управления стоимостью жизненного цикла на основе применения цифрового двойника. ¹⁷
Мамедов Н.А.	Разработана научная модель, предусматривающая снижение потерь и повышение эффективности использования ресурсов в логистике строительных материалов за счёт применения цифровых двойников. ¹⁸
David Bryde	Научные исследования подтверждают, что экономическая эффективность BIM проявляется в повышении точности сметных расчётов, снижении количества коллизий и существенном росте эффективности проектов. ¹⁹
Chack Eastman (AQSh)	Интеграция BIM и цифрового двойника за счёт 4D- и 5D-моделирования сокращает сроки строительства, а цифровой двойник снижает эксплуатационные затраты объекта. ²⁰
Michael Grieves (AQSh) – Digital Twin asoschisi	Экономическая модель Digital Twin: ΔNPV формируется за счёт снижения эксплуатационных затрат и оптимизации технического обслуживания, что обеспечивает рост выгоды по жизненному циклу. ²¹
Singapore BCA Academy	Цифровые строительные технологии (цифровой двойник, BIM, IoT) в системе Smart City повышают энергоэффективность, укрепляют сметную дисциплину и снижают эксплуатационные затраты. ²²

Экономическое воздействие цифровой трансформации в строительной отрасли проявляется через направления план-факт контроля, эффективного

¹² Ma'lumotlar asosida Muallif tomonidan ishlab chiqilgan

¹³Buronov N.S. "O'zbekistonda BIM texnologiyalarini rivojlantirish istiqbollari". ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal, 2021. Buronov N., Fayzullaev I., Adasheva M. "The economic efficiency of BIM technologies in design". "Loyihalashda BIM texnologiyalarining iqtisodiy samaradorligi", 2025 (son/raqam sahifalari jurnal sahifasida ko'rsatilgan). <https://advancedscienti.com/index.php/>

¹⁴Badirov D.A. "Raqamlashtirish sharoitida O'zbekiston qurilish sanoati korxonalarining iqtisodiy salohiyatini boshqarishning asosiy jihatlari". Modern American Journal of Business, Economics, and Entrepreneurship, 2025. <https://usajournals.org/index.php>

¹⁵Ikramov S. "BIM texnologiyalarining O'zbekiston qurilish bozoridagi istiqbollari". World Bulletin of Social Sciences, 2024 (maqola sahifasi) va Zenodo nusxasi. <https://scholarexpress.net/index.php/>

¹⁶Глухов В.В. Цифровое строительство: экономика и организация. Москва: Инфра-М, 2020. 296 с. <https://www.infra-m.ru/product/tsifrovoe-stroitelstvo>

¹⁷Градов А.П. Экономика инноваций. Санкт-Петербург: Питер, 2019. 384 с. <https://www.piter.com/product/ekonomika-innovatsiy>

¹⁸Mamedov N.A. Smart Construction Systems and Digital Logistics. – Baku: ADA Press, 2021. 228 p. <https://lib.ada.edu.az/catalog/smart-construction-systems>

¹⁹Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J. (2013). The project benefits of BIM: A systematic review. Journal: Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 139(3), pp. 04013012 (1–14). <https://ascelibrary.org/doi/>

²⁰ Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook. Fourth edition. – New Jersey: Wiley, 2020. 832 p. <https://www.wiley.com/en-us>

²¹Grieves, M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. 2016. 92 p. <https://www.researchgate.net/publication>

²² BCA Singapore. Integrated Digital Delivery (IDD) Framework. Singapore, 2018. 118 p. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/idd>

использования ресурсов, мониторинга в реальном времени, обеспечения прозрачности данных, прогнозирования и оптимизации затрат, а также экономического обоснования управленческих решений на основе показателей KPI/ROI/NPV. Реализация указанных направлений способствует снижению затрат и себестоимости, уменьшению рисков нарушения сроков, снижению операционных рисков, усилению управленческой дисциплины и повышению инвестиционной эффективности.

Нормативно-правовые основы внедрения цифровой трансформации в строительной отрасли Республики Узбекистан были системно проанализированы. В ходе анализа обосновано, что стратегия «Цифровой Узбекистан - 2030» определяет общие ориентиры развития цифровой экономики и цифровизации отраслевого управления, а стратегические документы по модернизации и инновационному развитию строительной отрасли формируют институциональные условия для практического внедрения BIM и технологий цифрового двойника. Показано также, что документы стратегического характера в сфере инновационного развития и правительственные решения по отрасли стимулируют внедрение информационных систем в строительных процессах, организацию обмена данными и развитие цифрового мониторинга.

Глубоко изучен и системно обобщён передовой опыт зарубежных стран как Великобритания, США, Германия и Сингапур по применению BIM и технологий цифрового двойника на предприятиях строительной отрасли. В зарубежной практике проанализированы организационно-экономические механизмы внедрения данных технологий, включая деятельность центров цифровой интеграции, функционирование CDE (единая среда данных), KPI-ориентированное управление и подходы к оценке экономической эффективности.

В рамках анализа зарубежного опыта обобщены механизмы внедрения и экономические результаты применения BIM и технологий цифрового двойника в Великобритании, США, Германии, Сингапуре и Японии. Установлено, что поэтапное внедрение BIM в государственных заказах Великобритании способствовало оптимизации затрат и сроков; в США интеграция BIM и цифрового двойника обеспечила снижение операционных затрат и уменьшение отклонений «план-факт»; в Германии BIM повысил точность сметных расчётов и сократил проектные ошибки; в Сингапуре данные технологии применяются в проектах «умного города» для повышения производительности и снижения эксплуатационных затрат.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Анализ состояния внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной отрасли**» проводится анализ фактического состояния внедрения BIM и технологий цифрового двойника на строительных предприятиях Республики Узбекистан, также оценивается их влияние на экономическую эффективность в разрезе объектов. В ходе исследования выявлены специфические особенности применения данных технологий; в процессе внедрения проанализированы показатели план-факт контроля, эффективности использования ресурсов и управления затратами.

В условиях расширения объёмов производства (услуг) в отраслях строительной индустрии, роста числа предприятий и увеличения объёма

инвестиций научно-практическую актуальность приобретает анализ динамики распределения ресурсов, производственной эффективности и транзакционных издержек.

Таблица 2

Динамика основных показателей строительной отрасли Республики Узбекистан за 2015–2024 годы²³

Год	Объём строительных работ, трлн сум	Количество строительных предприятий, тыс.	Объём инвестиций, трлн сум	Производительность труда (на 1 работника), млн сум	Доля затрат, %
2015	25685,4	32,0	41548,3	19,8	78,5
2016	29456,4	34,5	48632,7	21,4	77,9
2017	34698,0	36,8	72697,0	26,9	77,2
2018	51156,5	39,5	12778,2	42,5	76,0
2019	71156,5	42,8	19532,9	53,8	75,4
2020	88130,3	45,2	21015,0	67,5	74,9
2021	107492,0	48,6	23995,6	79,6	74,3
2022	130790,9	50,9	26655,2	99,6	73,5
2023	150792,6	52,6	35614,1	100,4	72,8
2024	233832,9	53,5	50756,5	171,9	71,6

В Республике Узбекистан в 2015-2024 гг. объём строительных работ увеличился с 25 685,4 трлн сум до 233 832,9 трлн сум, что соответствует росту на 810,4% (в 9,1 раза). Количество строительных предприятий возросло с 32,0 тыс. до 53,5 тыс., увеличившись на 67,2%. Объём инвестиций вырос с 41 548,3 трлн сум до 50 756,5 трлн сум, то есть на 22,2%. Производительность труда (на 1 работника) повысилась с 19,8 млн сум до 171,9 млн сум, увеличившись на 768,2% (в 8,7 раза). Доля затрат снизилась с 78,5% до 71,6%, то есть на 6,9 п.п. (в относительном выражении — на 8,8%). Указанные тенденции на фоне отраслевого роста обосновывают необходимость усиления план-факт дисциплины в управлении ресурсами и затратами, а также внедрения мониторинга в режиме реального времени.

Согласно данным таблицы, внедрение технологий цифрового двойника и BIM сопровождалось существенным улучшением экономических показателей в разрезе объектов. Так, на строительном объекте ООО «Emdirsal Inshaat» срок реализации проекта сократился с 18 до 14 месяцев (на 22,2%), себестоимость строительства снизилась со 100,0 до 85,0 млрд сум (экономия 15%), отклонение «план-факт» уменьшилось с 13% до 5% (на 8 п.п., в относительном выражении - примерно на 61,5%), а производительность труда выросла с 100 до 115 (на 15% к базовому уровню). На объектах АО «O‘zqurilish Invest» себестоимость строительства снизилась со 120,0 до 102,0 млрд сум (экономия 15%), потери материалов сократились с 11% до 5,5% (на 5,5 п.п., то есть на

²³ Авторская разработка на основе данных Агентства статистики при Президенте Республики Узбекистан www.stat.uz

50%), энергопотребление уменьшилось с 100 до 88 (на 12% к базовому уровню), а время принятия управленческих решений сократилось с 7–10 до 1–2 дней (ускорение на 5-7 дней).

Таблица 3

Разница экономических показателей «до–после» внедрения технологий цифрового двойника и BIM²⁴

Показатель	Единица измерения	До внедрения	После внедрения	Изменение
ООО «Emdirsal Inshaat» (строительные объекты)				
Срок реализации проекта	месяц	18	14	22 %
Себестоимость строительства	млрд сум	100,0	85,0	15 %
Отклонение «план-факт»	%	13,0	5,0	8,0 р.р.
Производительность труда	% (к базовому уровню)	100	115	15 %
АО «O‘zqurilish Invest» (объекты заказчика)				
Себестоимость строительства	Млрд сум	120,0	102,0	15 %
Потери материалов	%	11,0	5,5	5,5 р.р.
Энергопотребление	% (к базовому уровню)	100	88	12 %
Время принятия управленческих решений	День	7–10	1–2	сокращение на 5–7 дней
СП ООО «Bektemir Metall Konstruksiylari» (производство)				
Энергопотребление	% (к базовому уровню)	100	88	12 %
Материальные отходы	%	9,0	4,5	4,5 р.р.
Производственная результативность	% (к базовому уровню)	100	115	15 %
Технологические простои	%	8,0	3,0	5,0 р.р.

На производственном объекте ООО СП «Bektemir Metall Konstruksiylari» энергопотребление снизилось на 12%, доля материальных отходов уменьшилась с 9% до 4,5% (на 4,5 п.п., то есть на 50%), производственная результативность увеличилась на 15%, а технологические простои сократились с 8% до 3% (на 5 п.п., в относительном выражении - на 62,5%). В целом полученные результаты подтверждают, что технологии цифрового двойника и BIM повышают эффективность план-факт дисциплины, управления ресурсами и затратами на основе практических показателей.

Фактическое состояние внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной отрасли изучено в разрезе объектов. В исследовании проведён сравнительный анализ уровня применения на строительных объектах и на предприятиях по производству строительных

²⁴ Разработано автором на основе данных предприятий

материалов, затрат на внедрение, степени организационной адаптации, план-факт отклонений и эффективности использования ресурсов. На основе практических данных сопоставлены показатели объектов, где цифровые технологии внедрены и не внедрены, и уточнено их влияние на управление затратами.

Таблица 4

Методы экономической оценки внедрения технологий цифрового двойника и BIM²⁵

Метод оценки	Содержание оценки	Основные показатели	Направление определения экономического результата	Сфера применения
План-факт анализ	Сопоставление плановых и фактических показателей выполнения	Отклонение по срокам, отклонение по затратам, расход ресурсов	Раннее выявление и снижение отклонений в процессе строительства	Строительные объекты
Мониторинг KPI	Непрерывный контроль по ключевым показателям эффективности	Срок проекта, себестоимость, энергопотребление, производительность труда	Оперативное принятие управленческих решений	строительные и промышленные предприятия
Сравнительный метод «до-после»	Оценка состояния до внедрения и после внедрения	Затраты, сроки, потери ресурсов	Определение прямого экономического эффекта цифровых технологий	Пилотные объекты
ROI (Return on Investment)	Оценка соотношения затрат на внедрение и полученной экономической выгоды	Объём инвестиций, экономия затрат	Обоснование инвестиционной привлекательности цифровых технологий	Строительные проекты
NPV (Net Present Value)	Оценка на основе дисконтированных денежных потоков	Ставка дисконтирования, денежные потоки	Определение долгосрочной экономической эффективности	Крупные проекты
Анализ затрат (OPEX, CAPEX)	Оценка динамики операционных и капитальных затрат	Эксплуатационные расходы, техническое обслуживание	Определение экономического эффекта на стадии эксплуатации	Строительство и производство Индексы эффективности
Индексы эффективности	Интегральная оценка по совокупности показ	Интегральный индекс (на основе KPI)	Комплексная экономическая оценка	Отраслевой и корпоративный уровни

В ходе исследования разработаны и обоснованы методические подходы к оценке экономической эффективности внедрения и интеграции технологий цифрового двойника и BIM в организациях строительной отрасли. Предложенная методика направлена на формирование доказательной базы управленческих решений и позволяет переводить результаты цифровизации в измеримые, сопоставимые и верифицируемые экономические показатели. Инвестиционная целесообразность внедрения подтверждается расчётами ROI

²⁵ Разработка автора

и NPV, что обеспечивает обоснование управленческих решений и возможность масштабирования цифровой трансформации в строительной отрасли.

Таблица 5

Показатели эффективности технологий цифрового двойника и BIM на объектах строительной отрасли²⁶

Показатель	Единица измерения	До внедрения	После внедрения	Результат
ООО «Emdirsal Inshaat» (строительные объекты)				
Срок реализации проекта	месяц	18,0	14,0	сократился на 4 месяца
Себестоимость строительства	млрд сум	130 790,9	111 172,3	сэкономлено 19 618,6 млрд сум
Отклонение «план-факт»	%	13,2	5,1	снизилось на 8,1 п.п.
Производительность труда	млн сум / работник	97,4	112,1	увеличилось на 14,7 млн сум
АО «O'zqurilish Invest» (объекты заказчика)				
Потери материалов	%	11,3	5,6	снизилось на 5,7 п.п.
Энергопотребление	млн кВт·ч	18 420,0	16 210,0	сэкономлено 2 210,0 млн кВт·ч
Время принятия управленческих решений	кун	8,0	2,0	сократилось на 6 дней
СП ООО «Bektimir Metall Konstruksiyalari» (производство)				
Энергопотребление	млн кВт·ч	12 360,0	10 875,0	сэкономлено 1 485,0 млн кВт·ч
Материальные отходы	%	9,2	4,6	снизилось на 4,6 п.п.
Объём производства	млрд сум	214 560,0	246 740,0	увеличилось на 32 180,0 млрд сум
Технологические простои	%	8,1	3,0	снизилось на 5,1 п.п.

В результате исследования систематизированы методы оценки эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM. Для оперативного управления в строительном процессе наиболее значимыми подходами определены план-факт анализ и мониторинг KPI, позволяющие на ранних этапах выявлять отклонения по срокам, затратам и ресурсам и обеспечивать своевременное принятие управленческих решений. Для доказательства прямого эффекта цифровых технологий приоритетным

²⁶ Разработано автором на основе данных предприятий

является метод сравнения «до–после», который позволяет сопоставить изменения по конкретным измеримым показателям.

При обосновании инвестиционных решений ключевое значение имеют показатели ROI и NPV, рассчитываемые по формулам:

$$ROI = (\text{прибыль} - \text{затраты}) / \text{затраты} \times 100\% \quad (1)$$

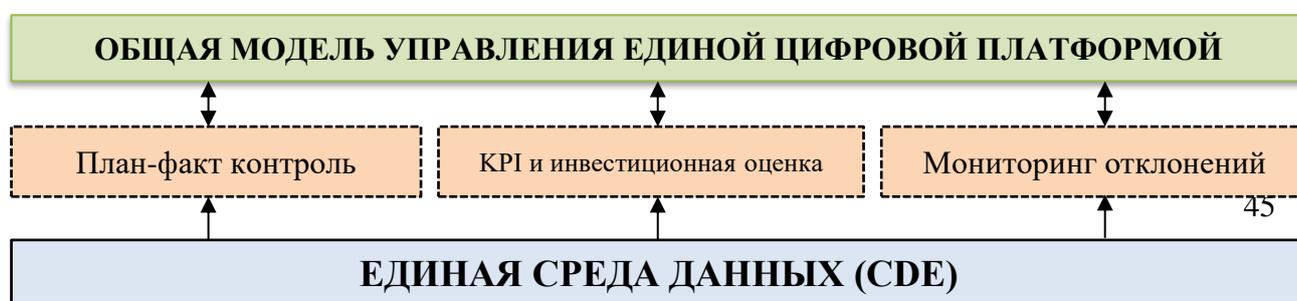
$$NPV = \sum [CF_t / (1+r)^t] - I_0 \quad (2)$$

На стадии эксплуатации для определения экономического эффекта применяется анализ OPEX/CAPEX. На отраслевом и корпоративном уровнях интегральная оценка на основе KPI-показателей (индексы эффективности) обеспечивает возможность комплексного сопоставления объектов и управленческих решений.

В третьей главе диссертации, озаглавленной **«Организационно-экономический механизм внедрения технологий цифрового двойника и BIM и прогнозирование»** изучаются вопросы организационно-экономического механизма интеграции технологий цифрового двойника и BIM в системы экономического управления предприятий, также обоснования путей его совершенствования на основе сценарного прогнозирования эффективности до 2030 года.

Установлено, что раздельное внедрение технологий цифрового двойника и BIM на строительных и промышленных предприятиях не обеспечивает их достаточной увязки с экономическим контуром управления, что в свою очередь приводит к разрывам «план-факт», фрагментации мониторинга и задержкам в принятии решений. В связи с этим обоснована необходимость объединения данных технологий в единый экономический контур управления, интегрированный с KPI, план-факт контролем и мониторингом в режиме реального времени.

«Единая цифровая платформа» предложенная в рамках исследования была организована на основе принципа формирования BIM-модели (3D/4D/5D), обеспечения обмена документами и моделями через CDE (единую среду данных), сбора фактических данных на основе цифрового двойника (DT) (статус выполнения, расход ресурсов, параметры процессов), также создания экономического контура управления посредством план-факт контроля и мониторинга KPI. В составе платформы сформирован механизм экономического обоснования управленческих решений на основе инвестиционно-оценочного модуля (ROI/NPV/LCC, OPEX-CAPEX) и аналитики/дашбордов; обмен данными реализован через API/коннекторы с интеграцией в системы управления проектами и корпоративные информационные системы.



Geometriya

**ЕДИНАЯ
СРЕДА
ДАНЫХ (CDE)**

Рисунок 2. Информационно-экономическая модель управления единой цифровой платформой на основе интеграции BIM, цифрового двойника и CDE ²⁷

На объектах ООО «Emdirsal Inshaat» BIM-блок платформы обеспечил формирование проектных плановых показателей (объёмы работ, сроки, сметные параметры). Через CDE в едином порядке велись чертежи, исполнительная документация, версии и процедуры согласования, при этом фактические данные о выполнении аккумулировались в контуре цифрового двойника. Модули план-факт контроля и мониторинга KPI обеспечили раннее выявление отклонений и возможность оперативного принятия управленческих решений, а инвестиционная оценка (ROI/NPV) использовалась для экономического обоснования эффективности внедрения.

На объектах АО «O'zqurilish Invest» платформа была ориентирована на формирование экономического мониторингового контура заказчика: за счёт применения CDE была усилена прозрачность данных, а план-факт отклонения и дисциплина соблюдения календарного графика оценивались на основе KPI. Использование аналитики и дашбордов обеспечило наблюдение за состоянием проекта в режиме, приближенном к реальному времени, раннее выявление отклонений и ускорение управленческих решений, направленных на укрепление дисциплины использования ресурсов.

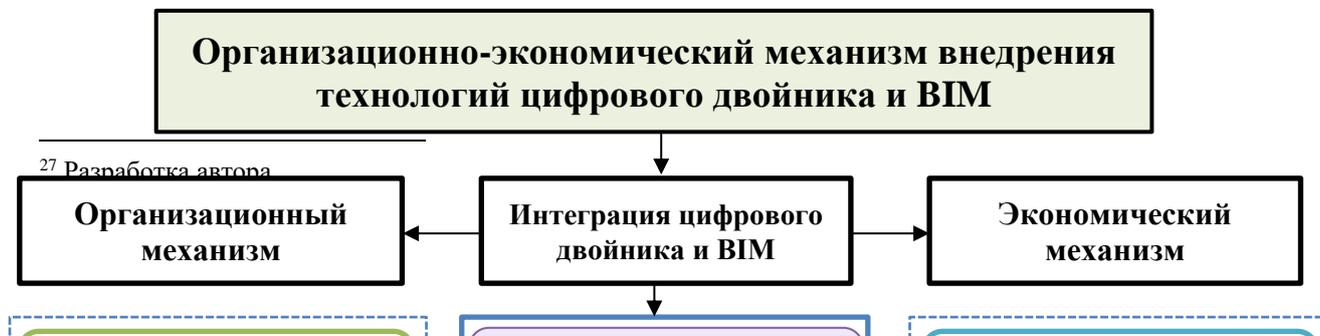


Рисунок 3. Организационно-экономический механизм внедрения технологий цифрового двойника и BIM на предприятиях строительной отрасли²⁸

На производственном объекте ООО СП «Bektemir Metall Konstruksiyalari» платформа была адаптирована к задачам мониторинга энергопотребления и расхода материалов, также оптимизации использования ресурсов на основе контура цифрового двойника. CDE и интеграционный слой обеспечили сбор и анализ фактических производственных показателей (расходы, простои, объёмы выпуска). Модули мониторинга KPI и инвестиционной оценки применялись для усиления производственной дисциплины и измерения/верификации экономического эффекта.

²⁸ Разработка автора

Полученные аналитические отчёты использовались при принятии решений по корректировке режимов работы оборудования, снижению простоев и оптимизации материально-энергетических затрат.

Практическая результативность интегрированного механизма оценена по предприятиям методом анализа «до-после». Полученные результаты показывают, что на объектах ООО «Emdirsal Inshaat» сократились сроки реализации проекта и затраты на строительство: на объектах АО «O‘zqurilish Invest» снизились план-факт отклонения и расширился охват мониторинга, на предприятии ООО СП «Bektemir Metall Konstruksiyalari» сократилось энергопотребление и повысилась производительность труда.

Таблица 6

Результаты интеграции технологий цифрового двойника и BIM в систему экономического управления и показатели их оценки²⁹

Предприятие	Вид KPI	До внедрения	После внедрения	Изменение
ООО «Emdirsal Inshaat»	Срок реализации проекта, %	100	75	25%
	Затраты на строительство, %	100	85	15%
Объекты АО «O‘zqurilish Invest»	План-факт отклонение, %	18	7	11 п.п.
	Охват мониторинга, %	40	90	50 п.п.
СП ООО «Bektemir Metall Konstruksiyalari»	Энергопотребление, %	100	88	12%
	Производительность труда, %	100	115	15%

На основе исследования представлена интегрированная организационно-экономическая схема, объединяющая BIM и цифровой двойник (DT) с KPI, план-факт контролем и мониторингом в режиме реального времени. В рамках механизма данные заказчика, подрядчика, цифрового интегратора и контрольных органов через CDE подключаются к единому контуру управления.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в результате интеграции по ключевым KPI - срокам, затратам, план-факт отклонениям, охвату мониторинга, энергопотреблению и производительности труда - зафиксированы положительные изменения. Это подтверждает реальную экономическую эффективность механизма на основе практических (эмпирических) показателей.

²⁹ Разработка автора

С целью оценки результативности внедрения технологий цифрового двойника и BIM и выбора управленческих решений разработан сценарный подход к прогнозированию и оптимизации.

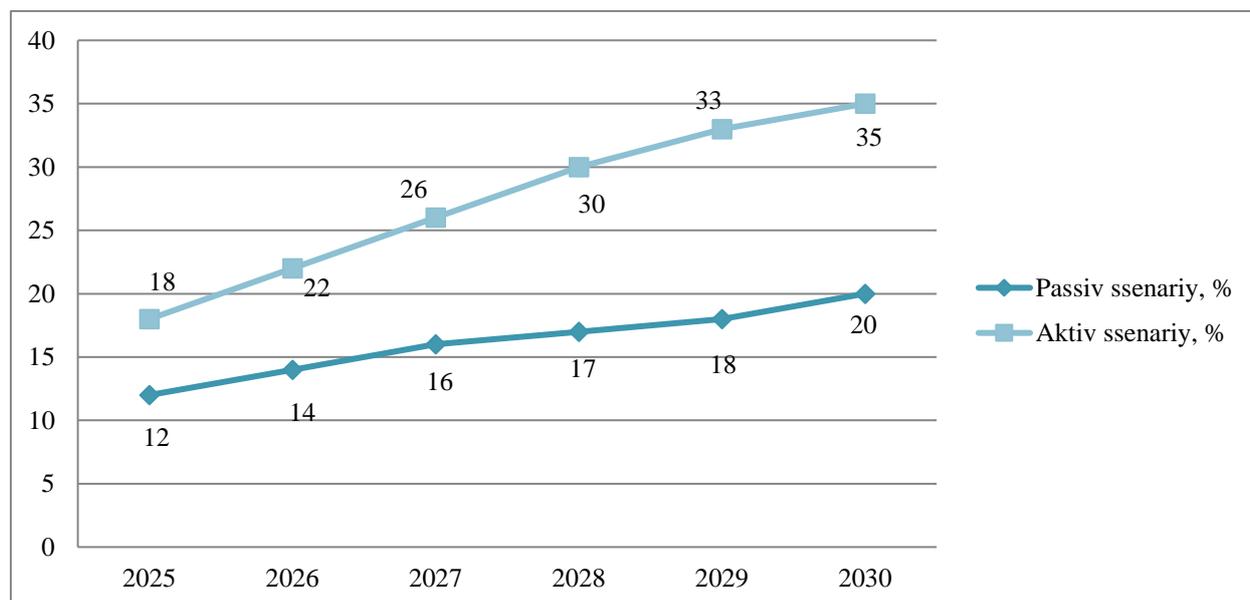


Рисунок 4. Прогноз среднего ROI эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM в 2025–2030 гг. по пассивному и активному сценариям³⁰

По результатам прогнозирования представлен прогноз среднего показателя ROI на 2025–2030 гг. по пассивному и активному сценариям. В пассивном сценарии ожидается рост ROI с 12% в 2025 г. до 20% к 2030 г., тогда как в активном сценарии за счёт интегрированного внедрения прогнозируется увеличение ROI с 18% до 35%.

Для обеспечения эффективного внедрения технологий цифрового двойника и BIM на примере исследуемых объектов г. Ташкента разработана поэтапная дорожная карта на 2025–2030 гг. В дорожной карте последовательно определены этапы организационной подготовки, реализации пилотных проектов, интеграции технологий с КРІ и план-факт контролем, а также последующего масштабирования.

Согласно предложенной Дорожной карте, в 2025 году предусматривается начало организационной подготовки и запуск пилотных проектов, в 2026–2027 гг. - расширение пилотных объектов и усиление внедрения CDE и план-факт контроля; в 2027–2028 гг. - интеграция BIM и цифрового двойника в контур управления на основе КРІ, в 2029–2030 гг. - реализация этапа масштабирования.

Модель поэтапной дорожной карты 36-месячного совершенствования внедрения цифрового двойника и BIM

³⁰ Разработка автора

Организационная подготовка (2 месяца):

- паспорт исходного состояния;
- перечень проблем;
- портфель: 3–5 пилотных объектов..



**Этап 2 (3–9-й месяц). Модель
подготовки кадров:**

- роли в BIM и цифровом двойнике;
- обучение и матрица компетенций;
- требования к подрядчику и SLA.

Рисунок 5. Модель поэтапной дорожной карты совершенствования внедрения инновационных технологий цифрового двойника и BIM в строительной отрасли³¹

В соответствии с прогнозными параметрами к 2030 году ожидается достижение охвата BIM на уровне 95%, цифрового двойника - 85%, CDE - 100%, а также полное внедрение план-факт контроля и управления проектами на основе KPI. В результате прогнозируется сокращение сроков реализации проектов до 20%, снижение строительных затрат до 15% и рост экономии энергии и ресурсов до 12%.

**Таблица 9
Прогноз внедрения BIM, цифрового двойника и CDE, а также показателей экономической эффективности на 2025–2030 гг.**

Показатель	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Доля объектов, где внедрён BIM, %	20	35	55	70	85	95
Доля объектов, где внедрён цифровой двойник, %	5	15	30	50	70	85

³¹ Разработка автора

Охват CDE (единой среды данных), %	25	45	65	80	90	100
Доля объектов, где внедрён план-факт контроль, %	30	50	70	85	95	100
Доля проектов, управляемых на основе KPI, %	20	40	60	75	90	100
Количество пилотных проектов, ед.	5	8	12	18	25	30
Количество масштабированных объектов, ед.	0	3	7	15	25	40
Сокращение сроков реализации проекта, %	5	8	12	15	18	20
Снижение строительных затрат, %	3	5	8	10	12	15
Экономия энергии и ресурсов, %	2	4	7	9	11	12

Согласно результатам прогнозирования, представлены сравнительные прогнозные показатели эффективности внедрения технологий цифрового двойника и BIM на 2025-2030 гг. по пассивному и активному сценариям. Прогноз демонстрирует, что в условиях активного сценария за счёт интегрированного внедрения улучшение показателей экономической эффективности будет происходить более высокими темпами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате диссертационного исследования раскрывается экономико-теоретическая сущность технологий цифрового двойника и BIM в строительных предприятиях: обосновывается их роль в системе промышленной экономики как инструментов управления затратами, сроками и эффективностью использования ресурсов.

2. Теоретически обосновывается, что интеграция BIM (3D/4D/5D - планирование) и цифрового двойника (факт - мониторинг в реальном времени) формирует контур единой цифровой платформы на базе CDE, усиливающий план-факт контроль и KPI-мониторинг.

3. Проводится системный анализ нормативно-правовой базы цифровой трансформации строительной отрасли Республики Узбекистан, обосновывается вывод о формировании институциональных условий для внедрения BIM и цифровых технологий.

4. Обобщается зарубежный опыт (Великобритания, США, Германия, Сингапур, Япония) и показано, что внедрение BIM и цифрового двойника как интегрированного решения повышает инвестиционную эффективность за счёт сокращения затрат и сроков, повышения точности смет и снижения эксплуатационных расходов.

5. Установлено, что на фоне роста объёмов производства и инвестиций в строительной отрасли Узбекистана в 2015-2024-гг. актуализировались задачи план-факт дисциплины, распределения ресурсов и управления транзакционными издержками, обоснована необходимость внедрения BIM и цифрового двойника на основе экономических критериев.

6. Проанализировано текущее состояние внедрения BIM и цифрового двойника на строительных объектах и предприятиях по производству строительных материалов, на основе сопоставления «внедрено/не внедрено» эмпирически подтверждено влияние на сроки, себестоимость, потери ресурсов и оперативность управления.

7. Предлагается методический подход к оценке экономической эффективности внедрения BIM и цифрового двойника, включающий план-факт анализ, KPI-мониторинг, метод «до–после», показатели ROI/NPV, анализ OPEX/CAPEX и интегральные индексы.

8. Эмпирические результаты показали рост эффективности деятельности предприятий за счёт снижения план-факт отклонений, усиления дисциплины использования ресурсов и оптимизации затрат; выводы послужили прикладной основой для последующих разработок механизма и прогнозного подхода.

9. Разработан организационно-экономический механизм интеграции BIM и цифрового двойника в систему экономического управления, уточнены функции и зоны ответственности заказчика, подрядчика, производственного предприятия и цифрового интегратора; обосновано объединение контроля, KPI-паспортов, мониторинга и аналитики в единый управленческий контур через платформу BIM-DT-CDE.

10. Разработаны прогнозно-оптимизационный подход по пассивному и активному сценариям до 2030-года и поэтапная дорожная карта на 2025-2030 гг., включающая пилотирование, интеграцию и масштабирование.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF SCIENTIFIC DEGRESS No
PhD.03/2026.09.01.I.04.M ISSUING SCIENTIFIC DEGRESS AT
TASHKENT OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**

TASHKENT OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING

NIGMATJONOVA NOZIMA ULMASJONOVNA

**APPROACHES TO ENHANCING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF
CONSTRUCTION INDUSTRY ENTERPRISES THROUGH
DIGITALIZATION METHODS**

08.00.03 – Industrial economics

ABSTRACT

Dissertation of the Doctor of Philosophy (Phd) in economic sciences

Tashkent – 2026

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation has been registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under registration number B2026.1.PhD/Iqt5655.

The dissertation was conducted at Tashkent University of Architecture and civil engineering.

The abstract of the dissertation has been published in three languages (Uzbek, Russian, and English (resume)) on the website of Scientific Council (www.taqu.uz), as well as on the “Ziyonet” educational information portal.

Scientific advisor: **Hasanov Tohir Abdurashidovich**
Doctor of Economics, Professor

Official opponents: **Iskandarov Erkin Buriyevich**
Doctor of Philosophy (PhD) in Economics, Associate Professor

Kurbaniyazov Shaxzodbek Karimovich
Doctor of Economics, Professor

Leading organization: **Tashkent State Transport University**

The dissertation defense will take place “_____” _____ 2026 at _____.at the meeting of the PhD degree-awarding Scientific Council PhD.03/2026.09.01.I.04.M at Tashkent University of Architecture and civil engineering. Address: 1001941, Tashkent, Yangishahar Street, 9A. Phone: (+99855) 508-02-85, E-mail: devon@taqu.uz

The dissertation (Phd) can be reviewed at the Information-Resource Center of Tashkent University of Architecture and civil engineering (registered under Number. _____). Address: 100003 Tashkent, Yangishahar Street, 9A. Phone.: (+99855) 508-02-95. E-mail: devon@taqu.uz

Abstract of dissertation sent out on “_____” _____ 2026.
(Mailing protocol No. ____ on “_____” _____ 2026.)

A.M. Ismailov
Chairman of the Scientific Council for Awarding Academic Degrees, Doctor of Science, Professor

A.D. Metyakubov
Scientific Secretary of the Scientific Council for Awarding Academic Degrees, Doctor of Philosophy, Docent

N. A. Khodjaeva
Chairman of the Scientific Sememar at the Scientific Council for Awarding Academic Degrees Doctor of Science, Professor

INTRODUCTION (abstract of the thesis of the Doctor of Philosophy (PhD))

The aim of the dissertation research is to develop scientific proposals and practical recommendations for applying the integration of Digital Twin and BIM technologies in the management of construction industry enterprises and in the assessment of their economic efficiency.

Object of the research is enterprises and organizations operating within the construction industry of the Republic of Uzbekistan.

Subject of the research is the set of socio-economic, organizational and other relations associated with the assessment and management of economic efficiency under the conditions of integration of digital technologies at construction industry enterprises.

The scientific novelty of the research work, consisting of the following:

Digital Twin and BIM technologies are interpreted in the dissertation not as separate information technologies, but as a single digital platform formed through their integration; on this basis, an integrated organizational and economic model aimed at managing the economic efficiency of construction industry enterprises is proposed;

a three-level integration model covering the technological, information-economic, and institutional levels, which ensures the implementation of Digital Twin and BIM technologies at construction industry enterprises, has been developed; its practical application is substantiated as enabling improvements in project duration, cost, and resource-use efficiency;

in order to assess the effectiveness of implementing Digital Twin and BIM technologies, a methodology for calculating an integrated index of overall economic efficiency based on KPIs has been developed, and, on the basis of this index, a forecast-optimization approach for construction industry enterprises for 2025-2030 under “passive–active” scenarios has been proposed;

for the purpose of improving the implementation of Digital Twin and BIM technologies in the construction industry, a phased Roadmap for 2025-2030 has been developed, and its practical application has been scientifically substantiated as enabling the systematic implementation of digital transformation, the sustainable increase of economic efficiency, and the reduction of investment risks.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained on the topic “Approaches to enhancing the operational efficiency of construction industry enterprises through digitalization methods”:

proposals for an economic management model based on the integration of Digital Twin and BIM technologies were implemented in practice with the participation of JSC “ToshuyjoyLITP” (in the form of scientific and technical support and methodological monitoring), LLC “Emdirsal Inshaat” (in directly executed construction works), as well as at construction facilities on the balance sheet of JSC “O‘zqurilish Invest”, with the participation of the Center for Architectural and Construction Integration and Innovation (certificate of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan dated June 2, 2025, No. 37-06/6141). As a result, the possibility of integrating construction and production processes within a single management contour was created, data transparency was increased, and management efficiency was strengthened;

based on the developed mechanism for assessing the economic efficiency of implementing Digital Twin and BIM technologies, the integration of the BIM model and

actual data on the basis of a digital twin was organized, and plan-actual control and real-time monitoring were introduced at the facilities of LLC “Emdirsal Inshaat” and JSC “O‘zqurilish Invest” (certificate of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan dated June 2, 2025, No. 37-06/6141). This approach ensured increased project management efficiency, enabled early detection of deviations, and accelerated managerial decision-making. As a result, project time expenditures were reduced by 25%, the possibility of early detection of schedule deviations was ensured, and the risks of delays in construction works were significantly reduced;

the developed mechanism for assessing the effectiveness of implementing Digital Twin and BIM technologies (comparison based on the “before–after” principle, linkage with ROI and NPV indicators, as well as consideration of risk and sensitivity factors) was tested at the facilities of LLC “Emdirsal Inshaat” and JSC “O‘zqurilish Invest” (certificate of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan dated June 2, 2025, No. 37-06/6141). The application of this approach enabled real-time monitoring and operational management of construction processes and also strengthened resource-use discipline. As a result, construction costs were reduced by 15%, and an increase in economic efficiency was confirmed based on the empirical “before-after” assessment;

an organizational and economic mechanism that transforms economic effect into a measurable and verifiable result (CDE - Common Data Environment, KPI passports, and a chain of responsibility) was tested not only at construction facilities, but also at the production site of an industrial enterprise - JV LLC “Bektemir Metall Konstruksiyalari”, which produces construction materials. In addition, a forecast-optimization approach up to 2030 based on passive and active scenarios, as well as a phased Roadmap for 2025-2030, were developed; practical recommendations for the systematic implementation of digital transformation were formulated (certificate of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Republic of Uzbekistan dated June 2, 2025, No. 37-06/6141). As a result, the following were recorded: a 12% reduction in energy consumption, a 15% increase in labor productivity, and strengthening of management discipline; due to the automation of cost estimation processes, reduction of plan-actual deviations, and elimination of excessive costs, economic efficiency was improved. The possibility was created to select Digital Twin and BIM technologies based on economic criteria and to substantiate them as investment solutions that provide a measurable economic result.

Approbation of the research results. The research findings were discussed at 2 international and 2 national (republic-level) scientific and practical conferences.

Publication of the research results. A total of 10 scientific works have been published on the dissertation topic, including **2 articles** in domestic journals recognized by the Higher Attestation Commission of the Republik of Uzbekistan and 2 articles in international journals, as well as conference proceedings presented at 3 international and 3 foreign scientific and practical conferences.

Scope and structure of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references, and appendices, and comprises 140 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; Part I)

1. Nigmatjonova N.U. Integration of Digital Twin and BIM Technologies in Construction Enterprises in Uzbekistan: Prospects and Challenges // “YASHIL IQTISODIYOT & TARAQQIYOT” jurnali, 7-son, Iyul, Toshkent, 2025, b. 676-68. (08.00.00)

2. Nigmatjonova N.U. Economic efficiency of Digital Twin and BIM technologies in construction enterprises // “MUHANDISLIK & IQTISODIYOT” jurnali, 7-son, Iyul, Toshkent, 2025, b.189-196. (08.00.00)

3. Nigmatjonova N.U. Directions for improving economic efficiency in the use of engineering communications in housing construction in Uzbekistan // Eurasian Journal of History, Geography and Economics (EJHGE) // ISSN:2795-7659, Volume 23 // Brussels - Belgium, 2023 y., Page 21-28.

4. Nigmatjonova N.U. “Directions for improving the efficiency of enterprises of the housing construction industry in Uzbekistan” // Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции «Российский форум изыскателей» г. Москва, 2022, с.6-14.

5. Nigmatjonova N.U. Implementation of Digital Twin Technology for Efficient Construction Management: Case Study of the Construction Sector in Uzbekistan // Международная научно-практическая конференция на тему: «Инновационные технологии в архитектуре, инженерии, образовании и охране окружающей среды» // Ташкент, 2025, с. 175-178.

6. Nigmatjonova N.U. Эксплуатации жилищно-коммунального фонда в Узбекистане // “inshoot mustahkamligi, turg'unligi va zilzilabardoshligi muammolarining yechimida geotexnika va poydevorsozlik ilmining zamonaviy usullari va texnologiyalari” mavzusidagi respublika konferensiyasi materiallari // Toshkent, 2021. b. 200-201.

7. Nigmatjonova N.U. Problems and shortcomings in the management of apartment buildings in the field of housing and communal services of the republic of Uzbekistan // “inshoot mustahkamligi, turg'unligi va zilzilabardoshligi muammolarining yechimida geotexnika va poydevorsozlik ilmining zamonaviy usullari va texnologiyalari” mavzusidagi respublika konferensiyasi materiallari // Toshkent, 2021. b. 201-204.

II bo'lim (II часть; Part II)

8. Nigmatjonova N.U. Directions for improving the economic efficiency of industrial enterprises of housing construction in Uzbekistan // World Economics & Finance Bulletin (WEFB), ISSN: 2749-3628, Scholar express Journals // Volume 25 // Berlin Germaniye - 2023, Page 86-90

9. Nigmatjonova N.U. Sustainable development: prospects of reducing the environmental impact of construction waste trough innovative technologies //

Международная научно-практическая конференция на тему: «Инновационные технологии в архитектуре, инженерии, образовании и охране окружающей среды» // Ташкент, 2025, с. 173-175.

10. Nigmatjonova N.U. Innovative Approaches to Construction Management in Uzbekistan Using Digital Twin Technology // Международная научно-практическая конференция на тему: «Инновационные технологии в архитектуре, инженерии, образовании и охране окружающей среды» // Ташкент, 2025, с. 178-180.

Avtoreferat “Public Publish Printing” nashriyotida
tahrirdan o‘tkazildi

2770248



Bosishga ruxsat etildi: 29.01.2026-yil
Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$, “Times New Roman”
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 3,2. Adadi: 100. Buyurtma: №20.

«Public Publish Printing» MChJ
bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent, M.Ulug‘bek tum., Moylisoy, 22.