

ЭКОНОМИКА. ЖАЛПЫ БІЛІМ БЕРУ, ӘЛЕУМЕТТІК ҒЫЛЫМДАР, ГУМАНИТАРЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ІРГЕЛІ ПӘНДЕР

DOI: <https://www.doi.org/10.53002/134>

DIGITAL MODERNIZATION OF THE CONSTRUCTION CONTROL SYSTEM IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: MODERN SOFTWARE SOLUTIONS AND THEIR EFFECTIVENESS

*Turabaeva M.B., *Temirbayev A.T.*

Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan

** Corresponding author email: temirbayev@tttu.edu.kz*

Author information:

Turabaeva M.B. - Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan. E-mail: m.turabaeva@mail.ru

Temirbayev A.T. - Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan. E-mail: a.temirbayev@tttu.edu.kz

Abstract. Today, the construction industry is actively entering the “fourth industrial revolution” based on automation and digitalization. In this regard, there is an increasing need to update industry standards, as well as develop regulatory documents suitable for processing by information technologies. The use of digital solutions allows for the harmonious exchange of data at all stages of the life cycle of construction objects, increasing labor productivity and increasing the transparency of technological processes. In addition, the introduction of digital technologies contributes to reducing risks, optimizing costs and accelerating decision-making processes at the stages of planning, design, construction and operation of construction projects. Information modeling, automated control systems and data analysis tools allow improving the quality of construction and preventing errors caused by the human factor. In this context, the digital transformation of the construction industry should be accompanied by improving state regulatory mechanisms, ensuring the mutual integration of industry information systems and developing the digital competencies of professional personnel. This, in turn, will not only increase the efficiency of construction processes, but will also serve as a basis for strengthening the competitiveness of the industry and ensuring its sustainable development.

Keywords: construction, economic development, digital transformation, control, efficiency, life cycle, digitalization.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ ҚҰРЫЛЫС БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ЦИФРЛЫҚ ЖАҢҒЫРТУ: ЗАМАНАУИ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ШЕШІМДЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ НӘТИЖЕЛІЛІГІ

*Турабаева М.Б., *Темирбаев А.Т.*

Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан

** Автор-корреспондент e-mail: temirbayev@tttu.edu.kz*

Авторлар туралы ақпарат:

Турабаева М.Б. - Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан. E-mail: m.turabaeva@mail.ru

Темирбаев А.Т. - Қарағанды индустриялық университеті, Теміртау, Қазақстан. E-mail: a.temirbayev@tttu.edu.kz

Аңдатпа. Бүгінгі таңда құрылыс саласы автоматтандыру мен цифрландыруға негізделген «төртінші өнеркәсіптік революция» кезеңіне белсенді түрде еніп отыр. Осыған байланысты салалық стандарттарды жаңарту, сондай-ақ ақпараттық технологиялар арқылы өңдеуге қолайлы нормативтік құжаттарды әзірлеу қажеттілігі артып келеді. Цифрлық шешімдерді қолдану құрылыс объектілерінің өмірлік циклінің барлық сатыларында деректердің үйлесімді алмасуын қамтамасыз етіп, еңбек өнімділігін арттыруға және технологиялық үдерістердің ашықтығын күшейтуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, цифрлық технологияларды енгізу құрылыс жобаларын жоспарлау, жобалау, салу және пайдалану кезеңдерінде тәуекелдерді төмендетуге, шығындарды оңтайландыруға және шешім қабылдау үдерістерін жеделдетуге ықпал етеді. Ақпараттық модельдеу, автоматтандырылған бақылау жүйелері және деректерді талдау құралдары құрылыс сапасын арттырып, адам факторынан туындайтын қателіктердің алдын алуға мүмкіндік береді. Осы тұрғыда құрылыс саласын цифрлық трансформациялау мемлекеттік реттеу тетіктерін жетілдірумен, салалық ақпараттық жүйелердің өзара интеграциясын қамтамасыз

етумен және кәсіби кадрлардың цифрлық құзыреттерін дамытумен қатар жүруі тиіс. Бұл өз кезегінде құрылыс үдерістерінің тиімділігін арттырып қана қоймай, саланың бәсекеге қабілеттілігін күшейтуге және тұрақты дамуын қамтамасыз етуге негіз болады.

Түйін сөздер: құрылыс, экономикалық даму, цифрлық трансформация, бақылау, тиімділік, өмірлік цикл, цифрландыру.

ЦИФРОВАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

*Турабаева М.Б., *Темирбаев А.Т.*

Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

** Автор-корреспондент e-mail: temirbayev@tttu.edu.kz*

Информация об авторах:

Турабаева М.Б. - Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан. E-mail: m.turabaeva@mail.ru

Темирбаев А.Т. - Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан. E-mail: a.temirbayev@tttu.edu.kz

Аннотация. Сегодня строительная отрасль активно вступает в «четвертую промышленную революцию», основанную на автоматизации и цифровизации. В связи с этим возрастает потребность в обновлении отраслевых стандартов, а также в разработке нормативной документации, пригодной для обработки с помощью информационных технологий. Использование цифровых решений позволяет обеспечить гармоничный обмен данными на всех этапах жизненного цикла строительных объектов, повысить производительность труда и прозрачность технологических процессов. Кроме того, внедрение цифровых технологий способствует снижению рисков, оптимизации затрат и ускорению процессов принятия решений на этапах планирования, проектирования, строительства и эксплуатации строительных проектов. Информационное моделирование, автоматизированные системы управления и инструменты анализа данных позволяют повысить качество строительства и предотвратить ошибки, вызванные человеческим фактором. В этом контексте цифровая трансформация строительной отрасли должна сопровождаться совершенствованием государственных нормативных механизмов, обеспечением взаимной интеграции отраслевых информационных систем и развитием цифровых компетенций профессиональных кадров. Это, в свою очередь, не только повысит эффективность строительных процессов, но и послужит основой для укрепления конкурентоспособности отрасли и обеспечения ее устойчивого развития.

Ключевые слова: строительство, экономическое развитие, цифровая трансформация, управление, эффективность, жизненный цикл, цифровизация.

НЕГІЗГІ ЕРЕЖЕЛЕР

Қазақстан Республикасындағы құрылыс бақылау жүйесін цифрлық жаңғырту құрылыс нысандарының өмірлік циклінің барлық кезеңдерінде басқару тиімділігін, ашықтығын және сапасын арттырудың негізгі бағыты болып табылады. BIM-платформалар, жобаларды басқару жүйелері, цифрлық мониторинг құралдары және геоақпараттық технологиялар құрылыс процестерін автоматтандыруға, бақылау дәлдігін арттыруға және тәуекелдерді төмендетуге мүмкіндік береді. Құрылыс бақылауында цифрлық бағдарламалық шешімдерді кешенді қолдану құрылыс процесіне қатысушылар арасындағы өзара іс-қимылды жетілдіріп, басқарушылық шешімдердің негізділігі мен жеделдігін қамтамасыз етеді. Құрылыс саласын одан әрі цифрландыру нормативтік-құқықтық базаны жетілдіруді, ақпараттық жүйелердің өзара

интеграциясын және мамандардың цифрлық құзыреттерін жүйелі түрде дамытуды талап етеді.

КІРІСПЕ

Еліміздегі құрылыс саласын техникалық реттеудің қолданыстағы нормативтік-техникалық базасы құрылымдық тұрғыдан жеткілікті түрде жүйеленбеген және көбіне ұсынымдық сипаттағы талаптарға негізделген. Сонымен қатар, жобалау, құрылыс және ғимараттар мен құрылыстарды пайдалану кезеңдерін регламенттейтін нормаларда бір-бірін қайталайтын және өзара қайшы келетін ережелер жиі кездеседі. Мұндай сәйкессіздіктер саланың инновациялық дамуын тежеп, инвестициялық-құрылыс үдерісіне қатысушылар үшін әкімшілік және техникалық сипаттағы кедергілерді күшейтеді, сондай-ақ заманауи материалдар мен жаңа технологияларды құрылыс практикасына уақтылы енгізуге мүмкіндік бермейді.

Қолданыстағы құрылыс нормаларының қолданылу саласы шектеулі, міндетті және ерікті талаптарды айқындайтын айқын тетік қарастырылмаған, сондай-ақ жаңа құрылыс ресурстарын нарыққа жедел әрі жеңілдетілген тәртіппен енгізу мүмкіндігі қамтамасыз етілмеген. Бұл факторлар қолданыстағы реттеу жүйесін жаңғырту және оны неғұрлым икемді әрі заманауи нормативтік-техникалық қамтамасыз етуге көшіру қажеттілігін көрсетеді.

Құрылыс саласындағы цифрлық трансформация еліміздің өңірлерінде біркелкі дамымаған: кейбір аймақтарда цифрлық шешімдер жылдам енгізілсе, басқаларында бұл үдеріс айтарлықтай баяу жүреді. Осындай даму қарқынындағы айырмашылықтарға қарамастан, цифрлық трансформацияның бірыңғай теориялық және ғылыми негізі әлі толық қалыптаспаған.

Зерттеудің мақсаты – Қазақстан Республикасындағы құрылыс бақылау жүйесін цифрлық жаңғыртуда қолданылатын заманауи бағдарламалық шешімдерді талдау, олардың функционалдық мүмкіндіктері мен тиімділігін бағалау, сондай-ақ құрылыс саласындағы цифрлық технологияларды одан әрі дамыту бағыттарын негіздеу.

ӘДІСТЕР МЕН МАТЕРИАЛДАР

Сондықтан зерттеу үшін негізгі материал ретінде құрылыс саласындағы қолданыстағы нормативтік және әдістемелік құжаттар пайдаланылды. Эмпирикалық материал ретінде Қазақстан Республикасының құрылыс саласын реттейтін нормативтік-құқықтық актілері, техникалық регламенттері, құрылыс бақылауын ұйымдастыруға қатысты әдістемелік құжаттар, сондай-ақ құрылыс жобаларын басқаруда кеңінен қолданылатын бағдарламалық кешендер туралы ресми ақпарат пайдаланылды. Зерттеу объектісі ретінде құрылыс бақылауын цифрландыруға арналған қазіргі заманғы бағдарламалық шешімдер қарастырылды. Бағдарламалық өнімдерді бағалау олардың функционалдық мүмкіндіктері, құрылыс бақылау процестеріне интеграциялану деңгейі, құжаттаманы басқару, жобаларды жоспарлау, мониторинг жүргізу, ақпараттық өзара іс-қимылды ұйымдастыру және құрылыс жұмыстарының сапасын бақылау мүмкіндіктері бойынша жүзеге асырылды.

Құрылыс саласына цифрлық технологияларды енгізу өндірістік үдерістерді оңтайландыруға, шығындарды азайтуға және салынатын нысандардың сапасын арттыруға кең мүмкіндіктер ашады. Цифрландырудың негізгі артықшылықтарының бірі – оны жылжымайтын мүлік объектілерінің өмірлік циклінің барлық кезеңдерінде қолдану мүмкіндігі [1].

Айтарлықтай артықшылықтарына қарамастан, цифрландыру үдерістері құрылыс өнімдерін өндірушілер мен тұтынушылар үшін белгілі бір кемшіліктермен де қатар жүреді (кестеге қараңыз). Дегенмен, цифрлық трансформацияның басты артықшылығы – құрылыс үдерістерінің ауқымын кеңейту және өндіріс шығындарын төмендету мүмкіндігі.

Құрылыс өнімін жасау – көптеген кезеңдерден тұратын күрделі үдеріс, онда бақылау мен қадағалау жүйесі ерекше маңызға ие. Дәл осы бағыттар цифрлық трансформация үшін едәуір әлеуетке ие.

Қала құрылысы кодексі құрылыс бақылауын жүзеге асыруды реттейтін негізгі ережелерді айқындайды [2]. Құрылыс бақылауы – құрылыс-монтаж жұмыстарының сапалы орындалуын және салынатын нысанның жобалық құжаттамаға әрі белгіленген нормативтік талаптарға сай болуын қамтамасыз етуге бағытталған іс-шаралар жиынтығы.

Құрылыс бақылауы орындалатын жұмыстардың техникалық, экономикалық және экологиялық талаптарға сәйкестігін тексеруге, сондай-ақ жобадан және нормативтік регламенттерден ауытқуларды дер кезінде анықтап, жоюға бағытталған. Маңыздысы — құрылыс бақылауы құрылыс үдерісінің ажырамас бөлігі болып табылады және жобалық құжаттаманы әзірлеуден бастап нысанды пайдалануға беруге дейінгі барлық кезеңдерде жүргізіледі. Бұл бақылауды тапсырыс беруші де, тәуелсіз қадағалау ұйымдары да жүзеге асырады.

Құрылыс бақылауының әрбір кезеңін әртүрлі цифрлық құралдарды қолдану арқылы цифрландыруға болады. Алайда бірыңғай бағдарламалық платформаны енгізу бақылаудың тиімділігін айтарлықтай арттыруға, тексеру мерзімдерін қысқартуға және құрылыс кезеңдерінің дәл бағалануын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Қазақстан нарығында құрылыс бақылауын және жобаларды басқаруды цифрландыруға мүмкіндік беретін әртүрлі бағдарламалық шешімдер ұсынылған. Оларды төрт негізгі категорияға бөлуге болады:

1. BIM-платформалар (Building Information Modeling)

BIM-технологиялары ғимараттардың ақпараттық модельдерін жасауға және жобалау мен құрылыс кезеңдерін біртұтас жүйеге біріктіруге мүмкіндік береді. Ең көп қолданылатын шешімдер:

Autodesk BIM 360 (Autodesk Construction Cloud) — құжаттаманы басқару, сапаны бақылау, жұмыстардың барысын қадағалау;

REVIT - ақпараттық модельдер жасау және жобалық шешімдерді автоматтандыру; Allplan - жобалау және инженерлік деректерді басқару [3].

2. Құрылыс процестерін бақылау және тіркеу жүйелері

Бұл платформалар электрондық журналдарды жүргізуге, жұмыстарды фото және бейне арқылы тіркеуге, түсініктемелерді басқаруға және қатысушылар арасындағы коммуникацияны қамтамасыз етеді:

PlanRadar - цифрлық журналдар, ақауларды тіркеу және оларды түзетуге бақылау;

Атқарушы суреттеме журналы (ЗИС) — электрондық түрде актілерді жүргізу үшін жергілікті шешімдер.

3. Жобаларды және құрылыс мерзімдерін басқару жүйелері

Бұл бағдарламалар ресурстарды жоспарлауға, мерзімдерді бақылауға және жобаның барлық қатысушыларын үйлестіруге мүмкіндік береді:

Primavera P6 - күнтізбелік-сеткалық жоспарлау;

Microsoft Project - мерзімдерді, ресурстарды және тапсырмаларды басқару;

ERP-жүйелер 1С негізінде - сметалық есеп, жұмыстардың орындалуын бақылау, басқа модульдермен интеграция.

4. Құрылыс барысын нақты уақыт режимінде бақылау платформалары

Бұл жүйелер видеобақылау және геоинформациялық технологияларды қамтиды:

-цифрлық платформалармен біріктірілген бейнебақылау жүйелері;

-ірі инфрақұрылымдық объектілерді бақылау және ауытқуларды тіркеу үшін GIS-платформалары

[4].

Бағдарламалық кешеннің салыстырмалы талдауын келесі кестеге толтырамыз.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Берілген кесте Қазақстандағы құрылыс бақылауын цифрландыруда қолданылатын бағдарламалық құралдардың функционалдық әртүрлілігін және олардың практикалық мүмкіндіктерін көрсетеді. BIM-платформалар (Autodesk BIM 360, Revit) жобалау мен құрылыстың барлық кезеңдерін біріктіріп, құжаттаманы басқару мен сапаны бақылауды кешенді түрде жүзеге асыруға мүмкіндік береді, алайда оларды енгізу жоғары қаржылық шығындар мен білікті мамандарды талап етеді.

Бақылау және тіркеу жүйелері (PlanRadar) құрылыс алаңындағы ақауларды жедел анықтауға және цифрлық журналдар жүргізуге жағдай жасап, бақылау үдерістерінің жеделдігі мен ашықтығын арттырады, бірақ интернет инфрақұрылымына тәуелділігі белгілі бір шектеу болып табылады. Жобаларды басқару құралдары (Primavera P6) ірі және күрделі құрылыс жобаларын жоспарлау мен мерзімдік бақылауда жоғары тиімділік көрсетсе де, оларды енгізу мен пайдалану күрделі әрі қымбат. Ал GIS-платформалар кең ауқымды объектілердің геомониторингін қамтамасыз етіп, аналитикалық мүмкіндіктерді кеңейтеді, дегенмен өзге ақпараттық жүйелермен интеграциялауды қажет етеді.

Жалпы алғанда, аталған бағдарламалық кешендерді кешенді түрде және өзара үйлестіре қолдану құрылыс бақылауының тиімділігін арттырып, құрылыс сапасын қамтамасыз етуге және басқарушылық шешімдердің дәлдігін жоғарылатуға мүмкіндік береді. Құрылыс бақылауын цифрландыруға арналған бағдарламалық шешімдер функционалдық мүмкіндіктері, қолданылу бағыттары және енгізу ерекшеліктері бойынша өзара ерекшеленеді. Олардың әрқайсысы құрылыс үдерісінің белгілі бір кезеңдерін автоматтандыруға бағытталған және жобалау, құрылыс, мониторинг жүргізу немесе ресурстарды басқару сияқты нақты міндеттерді шешуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бағдарламалық кешендерді таңдау ұйымның техникалық мүмкіндіктеріне, қаржылық ресурстарына және цифрлық инфрақұрылымының даму деңгейіне тәуелді. Қазақстанда қолданылатын негізгі бағдарламалық шешімдердің функционалдық ерекшеліктерін, артықшылықтары мен шектеулерін салыстырмалы түрде бағалау мақсатында 1-кесте әзірленді.

Кестеде келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғандай, әмбебап бағдарламалық өнім жоқ. Әрбір жүйенің өзінің қолданылу саласы, функционалдық артықшылықтары және белгілі бір шектеулері бар. Сондықтан құрылыс бақылауының тиімділігін арттыру үшін BIM-платформаларды, жобаларды басқару жүйелерін, мониторинг құралдарын және геоақпараттық технологияларды кешенді түрде пайдалану неғұрлым тиімді тәсіл болып табылады. Мұндай интеграцияланған тәсіл құрылыс объектілерінің сапасын арттыруға, тәуекелдерді азайтуға және басқарушылық шешімдердің тиімділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Кесте 1 - Бағдарламалық кешендерді салыстырмалы талдау

Санат	Атауы	Негізгі функциялары	Артықшылықтары	Шектеулері
BIM-платформалар	Autodesk BIM 360	Құжаттаманы басқару, сапаны бақылау, қатысушылармен өзара әрекет	Барлық кезеңдерді интеграциялау, бірлескен жұмыс, масштабталу	Жоғары бағасы, білікті мамандар қажет
	REVIT	Модельдеу, жобалық шешімдерді автоматтандыру	Дәл жобалау, BIM-ке үйлесімділік	Оқытуға уақыт қажет
Бақылау және тіркеу	PlanRadar	Цифрлық журналдар, ақауларды тіркеу	Бақылауды жылдамдату, мобильділік	Интернет байланысына тәуелділік
Жобаларды басқару	Primavera P6	Жоспарлау, мерзімдерді бақылау	Ірі жобаларды жоспарлау үшін қуатты құрал	Енгізу қиындығы, жоғары баға
Мониторинг	GIS-платформалар	Объектілерді геомониторинг	Ірі объектілерді бақылау, аналитика	Басқа жүйелермен интеграция қажет

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижелері құрылыс бақылауын цифрландырудың бағдарламалық құралдардың жеке мүмкіндіктеріне ғана емес, олардың өзара интеграциялануына да тәуелді екенін көрсетті. BIM-платформаларды, жобаларды басқару жүйелерін, цифрлық мониторинг құралдарын және геоақпараттық технологияларды кешенді түрде қолдану құрылыс саласында бірыңғай цифрлық экожүйе қалыптастыруға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл құрылыс сапасын арттырып, бақылау рәсімдерінің ашықтығын қамтамасыз етеді, тәуекелдерді төмендетеді және мемлекеттік бақылау органдары мен құрылыс процесіне қатысушылар арасындағы ақпараттық өзара іс-қимылды жаңа деңгейге көтереді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазақстандағы құрылыс бақылауын цифрландыру тиімділікті және құрылыс сапасын арттырудың негізгі факторы болып отыр. Бұл үдеріс құрылыс-монтаж жұмыстарының барлық кезеңдерінде ашықтықты қамтамасыз етіп, бақылау функцияларын автоматтандыру арқылы тәуекелдерді уақтылы анықтауға және бұзушылықтардың алдын алуға мүмкіндік береді. Цифрлық платформалар мен ақпараттық жүйелерді енгізу бақылау нәтижелерін жедел тіркеуге, деректердің нақтылығын арттыруға және адам факторына тәуелділікті азайтуға ықпал етеді.

Сонымен қатар, цифрлық құрылыс бақылауы мемлекеттік органдар, жобалаушылар, мердігер ұйымдар және техникалық қадағалау қызметтері арасындағы өзара іс-қимылды күшейтіп,

басқарушылық шешімдер қабылдаудың тиімділігін арттырады. Нәтижесінде құрылыс саласындағы

бақылау тетіктері жетілдіріліп, объектілердің қауіпсіздігі мен сенімділігін қамтамасыз етуге, сондай-ақ саланың тұрақты дамуына қолайлы жағдай қалыптасады.

BIM-платформаларды, бақылау және тіркеу жүйелерін, жобаларды басқару құралдарын және геоинформациялық технологияларды қолдану арқылы кәсіпорындар:

- құрылыс мерзімдерін қысқартуға;
- барлық кезеңдерде бақылаудың дәлдігін арттыруға;
- адамдық қателіктерді азайтуға;
- жобаның барлық қатысушылары үшін айқын цифрлық орта құруға мүмкіндік алады.

Бақылау, басқару және мониторинг функцияларын біріктіретін бірыңғай бағдарламалық платформаны енгізу құрылыс компаниялары үшін стратегиялық маңызды қадам болып табылады, ол бәсекеге қабілеттілікті арттыруға және шығындарды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар осы зерттеуді орындау және мақаланы жариялау барысында мүдделер қайшылығы жоқ екенін мәлімдейді.

Авторлардың үлесін көрсету (таксономия CRediT): М.Б. Турабаева – зерттеу тұжырымдамасын әзірлеу, зерттеу әдіснамасын қалыптастыру, нормативтік-құқықтық және ғылыми әдебиеттерді талдау, бағдарламалық кешендерді салыстырмалы бағалау, нәтижелерді

талдау, мақаланың бастапқы нұсқасын дайындау. **А.Т. Темірбаев** – ғылыми жетекшілік, зерттеу әдіснамасын жетілдіру, құрылыс бақылауын цифрландыру бойынша техникалық шешімдерді талдау, нәтижелерді интерпретациялау, мақаланы ғылыми редакциялау және рецензиялау. Барлық авторлар мақаланың соңғы нұсқасымен танысып, оны жариялауға мақұлдады және зерттеу нәтижелерінің дұрыстығына ортақ жауапкершілік алады.

Қаржыландыру. Зерттеу сыртқы қаржыландырусыз орындалды.

Авторлық құқық © 2026 автор(лар)ға тиесілі. Бұл мақала Creative Commons Attribution–ShareAlike 4.0 International (**CC BY-SA 4.0**) лицензиясы бойынша ашық қолжетімді болып табылады. Лицензия түпнұсқа еңбекке тиісті түрде сілтеме жасалған жағдайда, кез келген ортада пайдалануға, таратуға және қайта жариялауға рұқсат береді. Туынды материалдар осы лицензияның дәл осындай шарттарымен таратылуы тиіс.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- [1] Курманиязова Н. Ж. Құрылыс өндірісін ұйымдастыру : оқу құралы / Н. Ж. Курманиязова ; ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігі, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті. — Алматы : Альманахъ, 2019. — 179 б.
- [2] Қазақстан Республикасы. Құрылыс кодексі. — Астана, 2022.
- [3] KAZBI. Қазақстандағы BIM технологияларын енгізу тәжірибесі және тиімділігі. — Алматы, 2021.
- [4] PlanRadar. Digital Construction Management & Defect Tracking [Электрондық ресурс]. — URL: <https://www.planradar.com/>

REFERENCES

- [1] N. Zh. Kurmaniyazova, *Qurylys ondirisin uiymdastyru (Organization of Construction Production)*. Almaty, Kazakhstan: Almanakh, 2019.
- [2] Republic of Kazakhstan, *Construction Code of the Republic of Kazakhstan*. Astana, Kazakhstan, 2022.
- [3] KAZBI, *Implementation Experience and Effectiveness of BIM Technologies in Kazakhstan*. Almaty, Kazakhstan, 2021.
- [4] PlanRadar, “Digital Construction Management & Defect Tracking.” Accessed: Jul. 24, 2026. [Online]. Available: <https://www.planradar.com/>