

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2024, Том 16, № s1 / 2024, Vol. 16, Iss. S1 <https://esj.today/issue-s1-2024.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/04FAVN124.pdf>

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ващенко, Т. В. Проблемы и возможности внедрения цифровых технологий в строительную отрасль: опыт Китая / Т. В. Ващенко // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № s1. — URL:

<https://esj.today/PDF/04FAVN124.pdf>

For citation:

Vashchenko T.V. Problems and opportunities of introducing digital technologies into the construction industry: China's experience. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024; 16(s1): 04FAVN124. Available at:

<https://esj.today/PDF/04FAVN124.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 338.242.2

Ващенко Татьяна Владимировна

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Россия

Доцент кафедры «Финансового и инвестиционного менеджмента»

Кандидат экономических наук, доцент

E-mail: tvvashchenko@fa.ru

Проблемы и возможности внедрения цифровых технологий в строительную отрасль: опыт Китая

Аннотация. В настоящий момент цифровизация является важнейшим фактором инновационного развития экономики любой страны и роста ее конкурентоспособности на глобальных рынках. Однако проблема заключается в том, что уровень и динамика цифровизации значительно различаются как по отдельным регионам, так и по ключевым отраслям, что замедляет темп общего развития и требует особого внимания к проблемам «отстающих», среди которых — сельское хозяйство, операции с недвижимостью, строительство. Строительная отрасль является традиционно консервативной в плане внедрения высоких технологий не только в России, но и в большинстве стран, в том числе в Китае, который в настоящее время считает её одним из важнейших инструментов социально-экономического развития. Инновационный рост эффективности строительного производства и повышение конкурентоспособности китайских строительных компаний за счет использования технологий обработки больших данных, облачных вычислений, технологии информационного моделирования зданий, виртуальной реальности, искусственного интеллекта — одна из приоритетных задач для китайского руководства на ближайшие годы. В данной статье рассмотрены результаты, полученные китайскими исследователями, и выводы, сделанные в отношении основных препятствий на пути внедрения цифровых технологий в строительную отрасль Китая. Автором обобщены и классифицированы наиболее значимые факторы, препятствующие цифровизации строительного производства: финансовые, организационно-управленческие, технологические, нормативно-законодательные, психологические и кадровые, определены их основные характеристики. Приведена классификация наиболее востребованных китайскими компаниями цифровых технологий, их сущность и предполагаемая сфера использования. Выявлены основные препятствия, отмечаемые представителями различных сторон рассматриваемого процесса, и обобщены рекомендации китайских исследователей по ускорению цифровой трансформации строительной отрасли.

Ключевые слова: интернет вещей; кибер-физические системы; китайский опыт цифровизации; облачные вычисления; строительная отрасль; технологии информационного моделирования зданий; цифровизация; цифровые технологии; цифровая трансформация

Введение

Строительство традиционно считается весьма консервативной отраслью, ни российские, ни международные классификаторы не относят её к высокотехнологичным отраслям производства, которые характеризуются определенной долей затрат на НИОКР в добавленной стоимости.¹

Несмотря на серьезные сдвиги, произошедшие в этой сфере экономики за последние годы, индекс цифровизации строительной отрасли в России один из самых низких наряду с сельским хозяйством и сферой операций с недвижимостью [1].² При этом значимость данного сектора экономики для обеспечения общеэкономического роста и роста благосостояния населения подчеркивается многочисленными исследователями как в России, так и зарубежом [2].³

В настоящее время большинство стран активно движутся по пути внедрения высокотехнологичных цифровых технологий в строительство, в числе которых также и Россия, и Китай — важнейший партнер России по многим направлениям экономических отношений.

В экономике Китая строительство — одна из важнейших сфер экономики, по данным Национального бюро статистики Китая объем продукции строительной отрасли в 2022 году достиг 8013,85 млрд юаней, что составляет около 7 % от общего валового внутреннего продукта. Однако рентабельность производства составила всего 2,9 %, что намного ниже, чем, например, в обрабатывающей промышленности (6,8 %).⁴

На настоящий момент рост эффективности в строительстве и повышение конкурентоспособности китайских строительных компаний — одна из приоритетных задач для китайского руководства, поэтому очередной пятилетний план развития КНР⁵ предусматривает широкое содействие цифровизации строительной отрасли за счет внедрения цифровых технологий, которые уже широко и успешно применяются в других отраслях экономики, способствуя росту их рентабельности и конкурентоспособности: технологии обработки больших данных (англ. Big Data Processing, BDP), облачные вычисления (англ. Cloud Computing. CC), технологии информационного моделирования зданий (англ. Building

¹ Правовой сервис КонсультантПлюс. Приказ Росстата от 15.12.2017 N 832 (ред. от 17.01.2019) "Об утверждении Методики расчета показателей "Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте" и "Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте субъекта Российской Федерации" — Режим доступа — https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_285510/ (дата обращения: 11.03.2023).

² НИУ МГСУ. Исследование уровня цифровизации на российских предприятиях инвестиционно-строительной сферы: монография — Режим доступа — <https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-devyatnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/54775/> (дата обращения: 11.03.2023).

³ ResearchGate GmbH. Review and Prospect of BIM Policy in China — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/320845536> (дата обращения: 11.03.2023).

⁴ National Bureau of Statistics of China. 2023 — Режим доступа — https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230203_1901393.html (дата обращения: 11.03.2023).

⁵ The State Council the People's Republic of China. 2024 — Режим доступа — https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm (дата обращения: 11.03.2023).

Information Model, BIM), виртуальная реальность (англ. Virtual Reality, VR), искусственный интеллект (англ. Artificial Intelligence, AI) и пр.⁶

Исследованию существующих проблем и препятствий на пути цифровизации строительной отрасли посвящено много исследовательских работ китайских экономистов.⁷ В процессе исследований было выявлено, что цифровизация строительной отрасли действительно может существенно повлиять на ее эффективность, более 80 % строительных компаний уже имеют планы цифровой трансформации, однако имеется и множество факторов, препятствующих данному процессу.

Целью данной работы является изучение проблематики внедрения цифровых технологий в строительную отрасль на примере опыта Китая.

Объект исследования — строительная отрасль Китая.

Предмет — внедрения цифровых технологий в строительную отрасль Китая.

1. Методы и материалы

При подготовке и написании настоящей публикации автором применялись следующие методы: анализ, синтез, аналогия, моделирование, абстрагирование.

Для достижения данной цели в работе были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретическую базу, сложившуюся по теме проблем и возможности внедрения цифровых технологий в строительную отрасль на примере опыта Китая;
- рассмотреть наиболее востребованные китайские компании цифровых технологий, их сущность и предполагаемую сферу использования;
- выявить основные препятствия, отмечаемые представителями различных сторон рассматриваемого процесса внедрения цифровых технологий в строительную отрасль.

В основу исследования легли научные труды С.А. Синягов, В.П. Куприяновский, П.В. Куренков [и др.] [3], Г.В. Гусева, С.А. Астафьев [4], А.Г. Плотников, Б.А. Казиева, А.А. Соломатин [5], Т.Х. Аблязов, И.С. Петров, А.О. Михайлова [6], Е.А. Доможирова, Ю.С. Степанова, М.Е. Винидиктова [7], И.Л. Владимирова, Г.Ю. Каллаур, А.А. Цыганкова [и др.] [8], Г.Г. Головенчик, Е.Г. Господарик, Ю. Ван [9], К.Ю. Фролов [10] и других.

⁶ Elsevier B.V. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda — Режим доступа — <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296319305478> (дата обращения: 11.03.2023).

Digital/McKinsey. Taiwan's Digital Imperative: How a Digital Transformation Can Re-Ignite Economic Growth — Режим доступа — http://www.mckinseychina.com/wp-content/uploads/2017/10/McKinsey_Taiwans-Digital-Imperative-EN.pdf (дата обращения: 11.03.2023).

⁷ MDPI (Basel, Switzerland). Digital Transformation in the Chinese Construction Industry: Status, Barriers, and Impact — Режим доступа — <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/4/1092> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. Barriers to implementation of building information modeling (BIM) to the construction industry: A Review — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/325253434> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. From Industry 4.0 to Construction 4.0: Barriers to the digital transformation of engineering and construction sectors — Режим доступа — https://www.researchgate.net/publication/362538087_From_Industry_40_to_Construction_40_Barriers_to_the_Digital_Transformation_of_Engineering_and_Construction_Sectors (дата обращения: 11.03.2023).

2. Результаты и обсуждения

Цифровые технологии в строительной отрасли Китая

Обобщая результаты многочисленных исследований опыта внедрения цифровых технологий в производство можно констатировать, что цифровая трансформация любой отрасли — это сложный многокомпонентный процесс, успех которого зависит от успешного объединения технических и управленческих усилий на достижении поставленной цели.⁸ Китайские исследователи выделяют несколько этапов данного процесса в строительном производстве, каждому из которых присущи свои специфические особенности, которые необходимо учитывать при оценке потенциальных проблем, необходимых затрат и возможных рисков:

1. Оцифровка (англ. Digitization) — на данном этапе осуществляется интеграция существующих цифровых технологий с решаемыми задачами конкретного производственного процесса. Примером может являться использование технологии BDP при планировании строительного проекта — разработка основных технических решений и проектной документации, расчет необходимых расходов, учет факторов возможного риска и т. п.
2. Цифровизация (англ. Digitization) — анализ и оценка изменений, происходящих в бизнес-процессе в результате внедрения конкретных цифровых технологий — то есть расчет показателей эффективности строительного проекта без использования цифровой технологии и с её использованием. В результате обоснование эффективности применения конкретной цифровой технологии.
3. Цифровая трансформация (англ. Digital Transformation) — разработка новой бизнес-модели строительного проекта, включающей обоснование использования цифровых технологий для повышения его эффективности.

Китайскими исследователями рассматривается несколько десятков цифровых технологий, которые могут быть использованы в различных отраслях производства, в том числе в строительстве.

При этом большинство этих технологий очень тесно связаны между собой, имеют одинаковую научную основу, либо одна является частью другой, имеющей свое специфическое применение. Поэтому зачастую российские определения не вполне соответствуют китайским, имеющим большую детализацию и конкретизацию, в соответствии с возможностью решать определенные задачи, на которые направлены данные технологии.

В таблице 1 представлены цифровые технологии, рекомендуемые китайскими исследователями для внедрения в строительной отрасли, их сущность и предполагаемая сфера использования.

Нет возможности с абсолютной точностью определить какие именно цифровые технологии более всего востребованы китайскими строительными предприятиями, поскольку, например, многие рассматривают любую цифровизацию производственных и управленческих процессов в строительстве как элемент технологии BIM.

⁸ ResearchGate GmbH. Implementation of technologies in the construction industry: A systematic review — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/353340726> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. A Hybrid Blockchain Model for Trusted Data of Supply Chain Finance — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/350747246> (дата обращения: 11.03.2023).

Таблица 1

Цифровые технологии, реализуемые в строительной отрасли Китая

	Название технологии	Сущность и решаемые задачи
1	Кибер-физическая система (англ. Cyber-Physical System, CPS)	Комплексная система, состоящая из вычислительных и физических элементов, обрабатывающая данные, получаемые из внешней среды, анализирующая и оценивающая их и использующая полученные результаты для повышения эффективности процессов управления. Сбор, анализ и визуализация данных.
2	Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoTs)	Система взаимосвязанных устройств, выполняющих различные функции, собирающих данные и обменивающихся ими через облачное соединение без участия человека. По сути, является примером кибер-физической системы. Сбор данных.
3	Программное обеспечение BIM (англ. Building Information Model)	Информационное моделирование здания — подход к строительству и эксплуатации объекта, предполагающий сбор и комплексную обработку всей информации о здании со всеми её взаимосвязями и взаимозависимостями на всех стадиях строительства от архитектурной до ремонтно-эксплуатационной. Сбор, анализ и визуализация данных. Принятие оптимальных решений.
4	Облачные вычисления (англ. Cloud Computing, CC)	Использование различных вычислительных ресурсов, предоставление через систему Интернет (облако). Анализ данных.
5	Блокчейн (англ. Blockchain)	Технология хранения данных, распределенных по множеству компьютеров, которые объединены в общую сеть. Хранение информационных материалов.
6	3D-печать	Технология, позволяющая создавать и отображать объекты в трехмерном пространстве. Визуализация строительных объектов.
7	Большие данные (англ. Big Data)	Данные в больших объемах, поступающие с большой скоростью. Анализ данных.
8	Дополненная реальность (англ. Augmented Reality, AR)	Добавление цифровых элементов в реальный мир (изображение, звук, световые эффекты) с целью дополнения сведений об объекте и изменения его восприятия. Визуализация строительных объектов.
9	Искусственный интеллект (англ. Artificial Intelligence, AI)	Технология, позволяющая искусственным интеллектуальным системам выполнять различные творческие задачи. Анализ данных и предложение вариантов решений.
10	Автоматическое механическое оборудование	Автоматизация строительства.
11	Технология сетевой безопасности	Хранение информационных материалов.
12	Платформа мониторинга в режиме реального времени	Сбор данных.

Составлено автором

Именно с этим связано её лидерство во всех проводящихся опросах.⁹

⁹ Elsevier B.V. Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future challenges — Режим доступа — <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710221011578> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. Applications of Smart Technologies in Construction Project Management — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/359662454> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. Understanding the Determinants of Blockchain Adoption in the Engineering-Construction Industry: Multi-Stakeholders' Analyses — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/364508226> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. Patterns and trends in Internet of Things (IoT) research: future applications in the construction industry — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/343819546> (дата обращения: 11.03.2023).

Тем не менее, исследователи выделяют отдельно и рекомендуют учитывать при разработке стандартов и методических рекомендаций приблизительный процент использования в отрасли следующие технологии:

- BIM 62,79 %.
- Big data 61,63 %.
- Платформа мониторинга в режиме реального времени 45,35 %.
- Интернет вещей 44,19 %.
- Облачные вычисления 41,86 %.
- Искусственный интеллект 34,88 %.

Несмотря на ожидаемую в целом высокую эффективность от внедрения цифровых технологий в строительной отрасли, существует огромное количество факторов, препятствующих быстрой реализации данного процесса. Многочисленными исследователями выделяется несколько десятков различных причин и факторов, которые можно классифицировать различными способами, в зависимости от группировки базовых факторов.¹⁰

Наиболее полезной может быть следующая классификация, представляющая возможные направления решения выявленных проблем:

- Финансовые факторы. Высокая стоимость внедрения цифровых технологий и сложность оценки будущего финансового результата внедрения.
- Организационно-управленческие факторы. Отсутствие контрольных показателей, отсутствие стандартов использования новых технологий.
- Технологические факторы. Отсутствие необходимого программного обеспечения. Отсутствие технических стандартов, недостаточный уровень кибербезопасности.
- Нормативно-законодательные факторы. Отсутствие государственной поддержки.
- Психологические факторы. Инертность руководства, недостаток мотивации, консерватизм мышления.
- Кадровые факторы. Недостаток достаточно квалифицированных кадров, способных работать с новыми технологиями, оценивать эффективность от их внедрения, разрабатывать новые бизнес-модели.

В Китае данные регулярно проводящихся исследований подтверждают, что около 10 % предприятий уже составили краткосрочные планы цифровой трансформации, 25 % предприятий имеют среднесрочные или долгосрочные планы, 45 % предприятий в данный момент находятся в процессе подготовки таких планов. Оставшиеся 20 % пока не начали разрабатывать данный вопрос.

¹⁰ Emerald Publishing Limited. Digital transformation in the construction industry: a bibliometric review — Режим доступа — <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JEDT-08-2021-0442/full/html> (дата обращения: 11.03.2023).

Elsevier B.V. Cyber security threat modeling in the AEC industry: An example for the commissioning of the built environment — Режим доступа — <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670720308970> (дата обращения: 11.03.2023).

Проблемы и предложения

Для оценки результативности процесса цифровизации используется анкетирование, проводящееся среди руководителей строительных предприятий, компаний-разработчиков отдельных цифровых продуктов, и всех тех, кто может иметь непосредственное отношение к рассматриваемой проблеме. Результаты, полученные китайскими исследователями, показывают, что у различных групп респондентов существуют значительные различия в восприятии препятствий и возможных преимуществ от внедрения цифровых технологий. Очевидно, имеющиеся опыт работы и уровень образования сказываются на понимании индивидом текущей ситуации, перспектив ее развития, необходимости совершенствования и имеющихся возможностей.

С учетом указанных особенностей в результате проведенного анализа и оценок были выделены следующие основные препятствия, отмеченные как наиболее существенные:

1. *Фрагментация данных* — признана самым серьезным препятствием в процессе цифровой трансформации строительной отрасли Китая. Результатом фрагментации данных являются недостаток требуемой информации при подготовке строительного проекта; проблемы взаимодействия между участниками проекта, представляющими различные аспекты реализации проекта (архитекторы, инженеры, экономисты, строители и т. п.); задержка в обмене информацией и несогласованность при выполнении различных видов работ, приводящие к удлинению сроков, снижению производительности труда, росту стоимости проекта; возможная утечка данных, представляющая угрозу финансовой безопасности компании.

2. *Отсутствие технологической базы* — вторая по важности причина недостаточно быстрой цифровизации в строительстве. Внедрение цифровых технологий требует наличия и опыта применения различных технологий для сбора, обработки, анализа, передачи и автоматизации данных. На данном этапе в Китае отмечаются серьезные проблемы с их использованием, сопровождающиеся в большинстве случаев отсутствием надежных технологий защиты данных, обеспечивающие конфиденциальность данных во время их хранения и обработки. Отсутствие технологической базы не только ограничивает масштабы и сдерживает скорость цифровой трансформации, но также приводит к существенному росту затрат на её реализацию.

3. *Недостаточная развитость цифровой инфраструктуры* — занимает третье место среди препятствий цифровой трансформации. Под цифровой инфраструктурой понимается инфраструктура связи, центры обработки данных, системы электронных платежей и т. д., что является основой цифровой трансформации. Отмечается, что слабое распределение цифровой инфраструктуры затрудняет широкое применение цифровых технологий и может также привести к серьезным проблемам безопасности, например утечке данных.

4. *Недостаток квалифицированных кадров* — четвертое серьезное препятствие, отмеченное китайскими исследователями. Внедрение и использование цифровых технологий требует наличия в компаниях грамотного технического персонала, включая аналитиков данных, экспертов по искусственному интеллекту и машинному обучению, инженеров по разработке программного обеспечения и инженеров по аппаратному обеспечению.

5. *Отсутствие технических стандартов* — также представляет собой серьезное препятствие. Стандартизация любых производственных процессов необходимое условие успешного и эффективного производства. В настоящее время в строительной отрасли Китая постепенно внедряются и совершенствуются соответствующие стандарты и нормы. Например, в Китае издан ряд стандартов и норм по внедрению BIM, однако различные цифровые технологии (Интернет вещей, облачные технологии, искусственный интеллект и пр.) требуют

различных стандартов. При этом строительные проекты отличаются большим разнообразием и сложностью, что затрудняет процесс разработки единых стандартов.

6. *Отсутствие спроса со стороны владельцев на цифровую строительную продукцию* — данная причина может являться следствием перечисленных выше препятствий, создавая определенный замкнутый круг. Пока не будут устранены барьеры на пути внедрения новых технологий, эффективность от предпринимаемых усилий по их внедрению будет достаточно низкой, соответственно, владельцы строительных компаний не будут особо заинтересованы в цифровизации своих компаний и не будут предпринимать шаги по преодолению данных барьеров.

Эффективность внедрения цифровых технологий оценивалась с учетом концепции ESG, в соответствии с которой показатели эффективности предприятия должны включать в себя помимо непосредственно финансово-хозяйственных показателей, также экологические показатели, социальные показатели и показатели эффективности управления. В среднем по мнению всех респондентов рост должен составить около 6–10 %, при этом большие возможные результаты относятся к сфере управления, меньшие — к показателям окружающей среды.¹¹

Проведенное исследование позволило выделить наиболее существенные предложения по ускорению цифровой трансформации китайской строительной отрасли:¹²

- внедрение системы эффективного управления данными, подразумевающего качество, безопасность и конфиденциальность;
- внедрение современных технологий, которые могут являться базой цифровой трансформации, не создавая при этом чрезмерной зависимости от внедрения новых технологий;
- построение и укрепление цифровой инфраструктуры, под которой понимается интегрированная инфраструктура аппаратного и программного обеспечения;
- разработка конкретных технологических стандартов для цифровой трансформации в строительной отрасли;
- обеспечение условий для подготовки кадров, способных эффективно работать с новыми цифровыми технологиями.

¹¹ ResearchGate GmbH. The Study of Evaluation Index of Growth Evaluation of Science and Technological Innovation Micro-Enterprises — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/343402068> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. Government support and small- and medium-sized enterprise (SME) performance: the moderating effects of diagnostic and support services — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/332021001> (дата обращения: 11.03.2023).

¹² Semantic Scholar. Role of Government to Enhance Digital Transformation in Small Service Business — Режим доступа — <https://www.semanticscholar.org/paper/Role-of-Government-to-Enhance-Digital-in-Small-Chen-Lin/f9fbae2d5821f674f2664b02ac0844f09b4061cf> (дата обращения: 11.03.2023).

Frontiers Media S.A. Preparing Workplaces for Digital Transformation: An Integrative Review and Framework of Multi-Level Factors — Режим доступа — <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2021.620766/full> (дата обращения: 11.03.2023).

ResearchGate GmbH. The dual roles of the government in cloud computing assimilation: an empirical study in China — Режим доступа — <https://www.researchgate.net/publication/329664283> [The dual roles of the government in cloud computing assimilation an empirical study in China](https://www.researchgate.net/publication/329664283) (дата обращения: 11.03.2023).

Заключение

В планах Китайского руководства — достижение мирового лидерства в сфере цифровых инноваций к 2025 году. При этом несбалансированность цифрового развития различных регионов и отраслей экономики рассматривается как одно из наиболее серьезных препятствий на этом пути.

Особое внимание уделяется в настоящее время строительной отрасли, которая вносит существенный вклад в формирование ВВП страны, имея при этом весьма низкие показатели цифровизации. При этом именно для строительной отрасли особенно значимыми могут быть такие результаты цифровой трансформации, как сокращение сроков реализации проектов, повышение прозрачности бизнес-процессов, снижение рисков ошибок при проектировании и на этапе непосредственно возведения строительных объектов, упрощение организации мониторинга и контроля над процессом строительства.

Сформулированные исследователями предложения используются для его преодоления и дальнейшего роста эффективности китайской экономики. При этом китайское руководство объявляет и о намерениях расширения международного сотрудничества в данной сфере, в чем Россия, несомненно, является также заинтересованной.

Учитывая китайский опыт и синхронизируя результаты, полученные российскими и китайскими исследователями, можно значительно повысить эффективность процесса цифровой трансформации и ускорить инновационное развитие российской экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюшкин, О.В. Цифровизация строительной отрасли / О.В. Артюшкин, Т.Н. Плотникова // Вестник Хакасского государственного университета имени Н.Ф. Катанова. — 2021. — № 1(35). — С. 35–39. — EDN ELWWJY.
2. Яськова, Н.Ю. Проблемы реализации стратегии импортозамещения в строительстве / Н.Ю. Яськова, Л.И. Зайцева, М.Ю. Викторов // Вестник Евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 4. — URL: <https://esj.today/PDF/24ECVN422.pdf> (дата обращения: 11.03.2024).
3. Строительство и инженерия на основе стандартов BIM как основа трансформаций инфраструктур в цифровой экономике / С.А. Синягов, В.П. Куприяновский, П.В. Куренков [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. — 2017. — Т. 5, № 5. — С. 46–79. — EDN YPOTWF.
4. Гусева, Г.В. Интеграция технологий информационного моделирования и Интернета вещей в строительстве / Г.В. Гусева, С.А. Астафьев // Baikal Research Journal. — 2020. — Т. 11, № 3. — С. 9. — DOI 10.17150/2411-6262.2020.11(3).9. — EDN EROFWC.
5. Плотников, А.Г. BIM-технологии в строительстве: международный опыт и проблемы внедрения в России / А.Г. Плотников, Б.А. Казиева, А.А. Соломатин // Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития» (Вектор-2021): Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, Москва, 25 мая 2021 года. Том Часть 4. — Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2021. — С. 201–206. — EDN RCJSMY.

6. Аблязов, Т.Х. Цифровая трансформация строительной сферы как способ роста ВВП России / Т.Х. Аблязов, И.С. Петров, А.О. Михайлова // Инновации и инвестиции. — 2019. — № 10. — С. 400–405. — EDN GALJCE.
7. Доможирова, Е.А. Преимущества BIM технологий на примере китайского опыта / Е.А. Доможирова, Ю.С. Степанова, М.Е. Винидиктова // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 3(54). — С. 45. — EDN ZYFWOL.
8. Цифровизация как фактор повышения производительности труда в строительной отрасли / И.Л. Владимирова, Г.Ю. Каллаур, А.А. Цыганкова [и др.] // Экономика строительства. — 2020. — № 3(63). — С. 13–23. — EDN SRKFLR.
9. Головенчик, Г.Г. Новая промышленная политика и цифровизация: опыт Китая для ЕАЭС / Г.Г. Головенчик, Е.Г. Господарик, Ю. Ван // Новая экономика. — 2020. — № 2(76). — С. 56–74. — EDN OYTTNH.
10. Фролов, К.Ю. Китайский опыт использования BIM-технологий / К.Ю. Фролов // Сметно-договорная работа в строительстве. — 2020. — № 3. — С. 75–80. — EDN VPNTJH.

Vashchenko Tatiana Vladimirovna

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia
E-mail: tvvashchenko@fa.ru

Problems and opportunities of introducing digital technologies into the construction industry: China's experience

Abstract. At the moment, digitalization is the most important factor in the innovative development of the economy of any country and the growth of its competitiveness in global markets. However, the problem lies in the fact that the level and dynamics of digitalization vary significantly both by individual regions and by key industries, which slows down the pace of overall development and requires special attention to the problems of the «laggards», including agriculture, real estate transactions, construction. The construction industry is traditionally conservative in terms of the introduction of high technologies not only in Russia, but also in most countries, including China, which currently considers it one of the most important tools for socio-economic development. Innovative growth in the efficiency of construction production and increasing the competitiveness of Chinese construction companies through the use of big data processing technologies, cloud computing, building information modeling technology, virtual reality, and artificial intelligence is one of the priorities for the Chinese leadership in the coming years. This article examines the results obtained by Chinese researchers and the conclusions drawn regarding the main obstacles to the introduction of digital technologies into the Chinese construction industry. The author summarizes and classifies the most significant factors hindering the digitalization of construction production: financial, organizational and managerial, technological, regulatory and legislative, psychological and personnel, and defines their main characteristics. The classification of the most demanded digital technologies by Chinese companies, their essence and intended scope of use is given. The main obstacles noted by representatives of various parties to the process under consideration are identified, and the recommendations of Chinese researchers on accelerating the digital transformation of the construction industry are summarized.

Keywords: internet of things; cyber-physical systems; Chinese digitalization experience; cloud computing; construction industry; building information modeling technologies; digitalization; digital technologies; digital transformation