

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

2023, Том 15, № 1 / 2023, Vol. 15, Iss. 1 <https://esj.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/65SAVN123.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Абрамян, С. Г. Выбор технологии возведения строительных систем с учетом многофакторности организационных решений / С. Г. Абрамян, Ф. У. Бегимов // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/65SAVN123.pdf>

For citation:

Abramyan S.G., Begimov F.U. Selection of construction technology subject to multifactority of organizational solutions. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(1): 65SAVN123. Available at: <https://esj.today/PDF/65SAVN123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

Абрамян Сусанна Грантовна

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
Профессор

ООО «Малое инновационное предприятие ГРАНТМИПУС», Волгоград, Россия
Генеральный директор

Кандидат технических наук, доцент
E-mail: susannagrانت@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3938-1096>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=589709

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/C-7099-2016>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=6508040964>

Бегимов Фарид Уразгалиевич

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград, Россия
E-mail: feduloch@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5603-4533>

Выбор технологии возведения строительных систем с учетом многофакторности организационных решений

Аннотация. Подчеркивается сложность и динамичность строительного производства. Отмечается, что с возникновением новых строительных технологий возведения зданий и сооружений меняются организационные решения строительного производства, что связано с изменчивостью строительного производства. Перечисляются традиционные строительные технологии в виде укрупненных групп, которые имеют свои подгруппы и преимущественное применение на практике. Отмечается многовариантность строительных технологий и многофакторность организационных решений. На основе анализа научных публикаций других авторов устанавливаются факторы, влияющие на принятие организационных решений возведения строительных систем. Это позволяет утверждать, что обоснованный выбор той или иной технологии строительства с повышением эффективности организации строительного производства должен основываться на интеграции различных цифровых технологий, в том числе таких, как BIM (Building Information Modeling), дрон, блокчейн, GIS (Geoinformation systems). Приводится некая абстрактная схема принятия необходимых строительных технологий с учетом факторов, влияющих на организационные решения, а также дается фрагмент укрупненной информационной модели по выбору необходимой технологии возведения строительной системы. Раскрывается сущность информационной модели выбора соответствующей технологии с учетом факторов, влияющих на организационные решения по строительству здания или сооружения. Делается вывод, что разработка и внедрение информационной модели возведения строительных систем с учетом многовариантности

строительных технологий и многофакторности принимаемых организационных решений представляют собой одно из ведущих направлений цифровизации строительства, позволяющей эффективно использовать все необходимые ресурсы для сдачи объектов в эксплуатацию в нормативной срок.

В заключение отмечается, что предлагаемый подход к выбору строительной технологии, оптимальной для конкретной местности возведения здания или сооружения, может стать базой для разработки методических основ цифровизации различных стадий строительных систем.

Ключевые слова: строительные технологии; многовариантность; многофакторность; организационные решения; информационная модель; цифровизация

Введение

С точки зрения разработки организационно-технологических решений строительное производство всегда представляло собой сложную динамическую систему [1; 2]. Вместе с возникновением новых технологий возведения строительных систем меняются организационные решения строительного производства, что подчеркивает изменчивость строительного производства [3] на различных стадиях жизненного цикла, и особенно на стадиях проектирования и производства работ (строительства). Отметим, что разработка новых или инновационных технологий производства строительных работ все же основывается на внедрении новых строительных материалов, изделий, деталей и т. д., с учетом объемно-планировочных и конструктивных решений строительной системы. В научных публикациях [4; 5] перечислены некоторые строительные технологии, которые преимущественно применяются при возведении зданий и сооружений. Указанные авторами [4; 5] технологии с точки зрения цифровизации стадии строительства относятся к традиционным строительным технологиям (СТ): монолитное (СТ1) (в съемной и несъемной опалубках); сборное (СТ2) (из сборных конструктивных элементов, в том числе из полносборных крупнопанельных домостроений нового типа); сборно-монолитное (СТ3); из стальных тонкостенных конструкций (СТ4); быстровозводимые (из модулей различной степени укрупнения, в том числе объемных модульных блоков) (СТ5) и др. Отметим, что здесь представлены укрупненные группы (виды) строительных технологий и каждая группа имеет свои подгруппы. Технологии, входящие в отдельные подгруппы, зависят от применяемых способов и методов производства работ, используемых машин и механизмов и др., различных внешних и внутренних факторов, условий производства работ и т. д. Все это подчеркивает множественность возможных решений и многовариантность, что оказывает непосредственное влияние на принятие необходимых организационных решений в строительном производстве.

В статье [6] дано подробное описание нескольких групп факторов, выявленных «на основании экспертных оценок и логических выводов» и влияющих на организационные решения при возведении строительных систем. Авторы [6] указывают также на группу таких факторов, как объемно-планировочные решения строительной системы, поскольку именно от них зависит, какой технико-экономически обоснованный грузоподъемный механизм должен быть принят и как он должен быть размещен (привязан к строящемуся объекту) на строительной площадке. Считаем, что при принятии необходимых организационных решений строительства необходимо учитывать также факторы, связанные с конструктивными особенностями строительной системы.

Методы исследования

Основными методами исследования являются анализ, сравнение, обобщение и аналогия. Проведен анализ ряда научных публикаций отечественных и зарубежных авторов. Выявлены и представлены некоторые основные факторы, влияющие на организационно-технологические решения при возведении строительных систем. Раскрыта сущность информационной модели (ИМ) выбора необходимой технологии с учетом факторов, влияющих на организационные решения строительства здания или сооружения.

Взаимосвязь многовариантности строительных технологий и многофакторности организационных решений возведения зданий и сооружений

Многофакторность различных технологий возведения жилых многоэтажных зданий рассмотрена в [7], на основе разработки структурно-элементных схем технологий возведения жилого многоэтажного здания выявлены преимущества и недостатки конструктивно-технологических решений домов. Авторами отмечается, что «в многовариантности современных технологий скрыты большие резервы повышения эффективности технико-экономических параметров жилых многоэтажных зданий». Отмечается также, что «понимание этапов жизненного цикла жилых многоэтажных зданий позволит более эффективно выбирать ресурсы, управлять и распоряжаться ими. Обоснованный выбор ресурсосберегающих решений приведет к минимизации затрат в период как возведения, так и эксплуатации объекта».

Обоснованный выбор той или иной технологии строительства с повышением эффективности организации строительного производства в настоящее время возможно осуществлять на основе интеграции различных цифровых технологий: BIM (Building Information Modeling), дрон, блокчейн, GIS (Geoinformation systems) и др. [8]. Отмечается, что «для выбора самых эффективных технологических, организационно-технологических, экономических и экологических решений необходимы определенные инструментари, т. е. компьютерные программы, которые также должны входить в определенный пакет блокчейнов».

В работе [9] указывается, что с развитием новых строительных технологий создание информационной модели на основе BIM-технологии позволит более точно прогнозировать затраты на строительство, составлять календарное планирование строительства на основе накопленной базы данных. В целом эффективность затрат зависит от уровня детализации модели BIM на каждом этапе жизненного цикла.

Автор статьи [10] в своем исследовании, посвященном особенностям организации строительства с использованием технологий BIM, подчеркивает, что «BIM — это не просто набор новых программных инструментов, поддерживающих новый процесс внедрения инвестиционно-строительного проекта, это комплексная инновационная технология. Его применение на предприятиях строительной отрасли позволяет повысить показатели эффективности, как экономического, так и неэкономического характера».

Детальный анализ приведенных научных исследований показывает, что цифровые технологии рассматриваются в общем контексте организации строительного проекта на различных стадиях жизненного цикла объекта недвижимости. Между тем очень важно решение следующих задач:

- выявление факторов, зависящих от применяемых реальных (конкретных) строительных технологий, влияющих на организацию работ именно на строительной площадке;

- выбор тех из них, которые оказывают минимальное отрицательное влияние и, кроме того, обоснованы соответствующими экономическими расчетами.

Ранее в работе [11] нами было отмечено, что внедрение цифровых технологий является стратегической базой для эффективной деятельности организаций строительной отрасли и Минстроем РФ разработана концепция внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства (ОКС) с использованием BIM-технологий. Согласно разработанной концепции, первоочередной задачей является создание общедоступного цифрового классификатора строительной информации (ЦКСИ), в состав которого входят постоянно или периодически обновляемые цифровые реестры (ЦР) и справочники (ЦС), которые являются подсистемами (отдельными информационными системами) ЦКСИ. При разработке структуры цифрового классификатора строительной информации (рис. 1) в блок 2, т. е. в цифровой реестр строительной продукции (ЦР-СП), должны быть включены отдельные подблоки, которые представляют собой отдельные сложные системы и включают всю информацию по существующим строительным технологиям (их подвидам), начиная со всех необходимых материальных и энергетических ресурсов и заканчивая цифровыми ресурсами (программы для ЭВМ), обеспечивающими эффективный экономико-экологически обоснованный выбор организационно-технологических решений именно на строительной площадке.



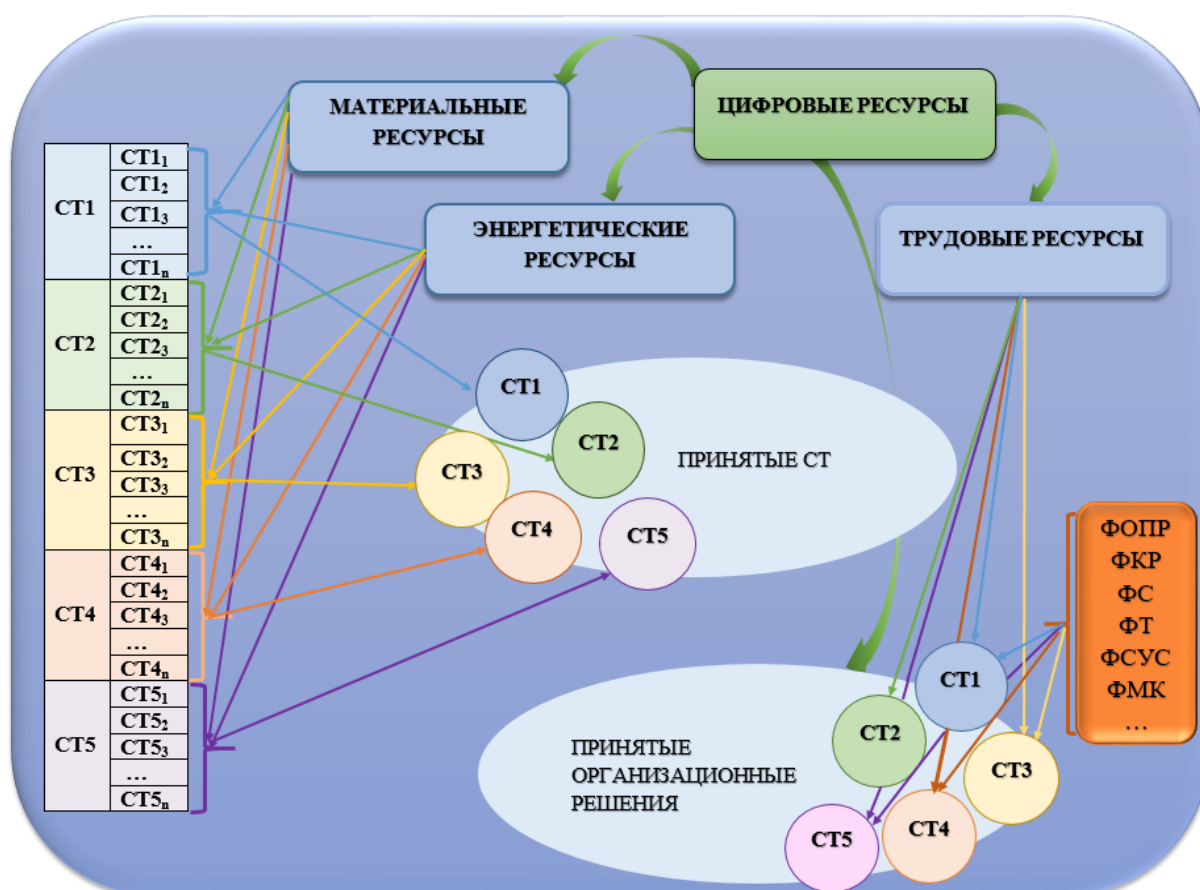
Рисунок 1. Структура цифрового классификатора строительной информации [11]

В качестве примера на рисунке 2 приведена часть подблока, характеризующего взаимосвязь строительных технологий и пути разработки тех организационных решений, которые позволяют на строительной площадке достичь минимальных приведенных затрат при возведении строительной системы. В данной работе она представлена в виде некоторой абстрактной схемы, в которую включены вышеуказанные строительные технологии (СТ1 - СТ5), используемые на примере возведения ярусных строительных систем, и, по сути, их количество не должно быть ограничено с учетом применяемых в мировой строительной практике СТ. В группу каждой технологии включены подгруппы, которые условно обозначены (СТ₁₁ - СТ_{1n}) - (СТ₅₁ - СТ_{5n}).

С помощью цифровых ресурсов (в данном случае имеются в виду базы данных и программы для ЭВМ) для конкретной технологии подбираются необходимые материальные ресурсы (строительные материалы, изделия, детали, полуфабрикаты и т. д.). Автоматически составляются списки, отражающие количество, маркировку и другие данные по принципу, который подробно рассмотрен в исследовании [12], их количество и т. д.

Далее определяются необходимые энергетические ресурсы (машины, механизмы, оборудование и т. д.), также с привлечением цифровых ресурсов. Выбирается и определяется необходимое количество машин для транспортирования строительных грузов, грузоподъемных механизмов, грузозахватных устройств и монтажных приспособлений.

Затем принимаются необходимые для выбранной технологии организационные решения с учетом факторов, которые могут оказывать непосредственное влияние на процесс возведения строительной системы.



ФОПР — факторы объемно-планировочных решений; ФКР — факторы конструктивных решений; ФС — факторы стесненности строительной площадки; ФТ — факторы, усложняющие транспортирование конструкций; ФСУС — факторы, усложняющие складирование и укрупнительную сборку конструкций; ФМК — факторы, усложняющие монтаж конструкций

Рисунок 2. Схема принятия необходимых строительных технологий с учетом факторов, влияющих на организационные решения: (составлено авторами)

На рисунке 3 представлена группа некоторых основных факторов и их «кодировка», оказывающих непосредственное влияние на множественность возможных организационных решений возведения здания (сооружения); они должны быть включены в виде отдельного блока в информационную модель строительной системы.



Рисунок 3. Некоторые основные факторы, влияющие на организационно-технологические решения возведения строительных систем (составлено авторами по данным [6])

В целом сущность информационной модели (ИМ) выбора соответствующей технологии с учетом факторов, влияющих на организационные решения строительства здания или сооружения, заключается в том, что в нужную информационную среду загружается модель будущей строительной системы. Под информационной средой в данном случае понимаются цифровые данные («электронная выкопировка») местности, где планируется возвести объект недвижимости. Анализируя все характеристики, а именно ФОПР, ФКР, ФС, ФТ, ФСУС, ФМК (рис. 2, 3) и др., принимается окончательное решение о применении соответствующей технологии.

На рисунке 4 схематически представлен фрагмент укрупненной информационной модели (состоящей из двух блоков: технологий и факторов) возведения строительной системы по технологии СТ5 (из модулей различной степени укрупнения, в том числе объемных модульных блоков).

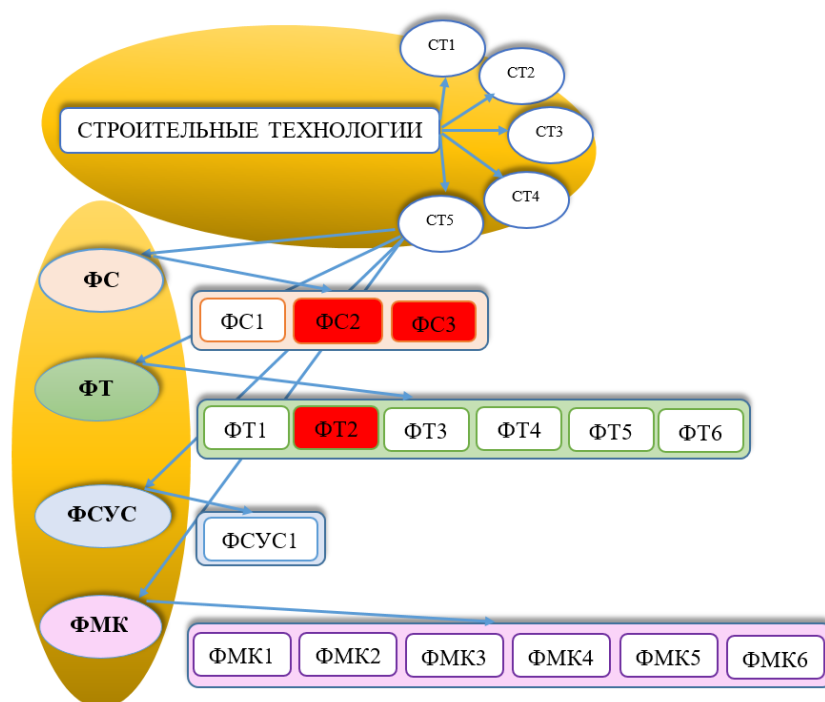


Рисунок 4. Фрагмент укрупненной информационной модели по выбору необходимой технологии возведения строительной системы с учетом факторов, влияющих на организационные решения (составлено авторами)

Условно выделенные на рис. 4 красным цветом факторы ФС2 (ограничение доступности в монтажную зону из-за примыкания существующих зданий), ФС3 (производство работ в стесненных условиях застроенной части населенных пунктов), ФТ2 (ограничение вписываемости крупногабаритных транспортных средств во внутридворовую дорожную сеть) показывают, что возведение строительной системы на конкретной местности N не предоставляется возможным.

Заключение

Разработка и внедрение информационной модели возведения строительных систем с учетом многовариантности строительных технологий и многофакторности организационных решений представляет собой одно из основных направлений цифровизации строительства, позволяющей эффективно использовать все необходимые ресурсы для сдачи в эксплуатацию объектов в нормативной срок.

Предложенный подход к выбору оптимальной строительной технологии для конкретной местности возведения здания или сооружения требует дальнейшего совершенствования. В частности, на наш взгляд, необходимы программы для ЭВМ и, что немаловажно, это может стать базой для разработки методических основ цифровизации различных стадий строительных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лесова Д., Абрамов И.Л. Строительное предприятие и производство как сложная производственно-динамическая система // Вестник Евразийской науки. — 2019. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/88SAVN619.pdf> (дата обращения: 12.12.2022).
2. Ескалиев М.Ж., Мухаметзянов З.Р. Исследования современного состояния вопроса разработки организационно-технологических решений при строительстве объектов // Экономика строительства. — 2022. — № 2. — С. 52–60.
3. Синенко С.А., Дорошин И.Н., Гергоков И.Х. Обобщение опыта выбора организационно-технологических решений при возведении зданий // Инженерный вестник Дона. — 2020. — № 2. — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6753> (дата обращения: 23.12.2022).
4. Страхова А.С., Унежева В.А. Инновационные технологии в строительстве как ресурс экономического развития и фактор модернизации экономики строительства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. — 2016. — № 6. — С. 263–272.
5. Ищенко А.В., Скрыльник Е.В. Оптимизация строительного производства за счет модернизации конструктивных решений и методов возведения зданий // Инженерный вестник Дона. — 2022. — № 5. — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7679> (дата обращения: 23.12.2022).
6. Зильберова И.Ю., Маилян В.Д. Организационно-технологические факторы строительного производства, влияющие на основные параметры объектов капитального строительства // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 8. — URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2019/6145/> (дата обращения: 23.12.2022).
7. Юдина А.Ф., Дьячкова О.Н. Анализ вариантов проектно-строительных решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) // Вестник гражданских инженеров. — 2010. — № 2(23). — С. 115–122.
8. Абрамян С.Г., Бурлаченко О.В., Оганесян О.В., Бурлаченко А.О. Роль цифровых технологий при строительстве и повышении остаточного ресурса промышленной и строительной продукции // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. — 2020. — Вып. 4(81). — С. 429–437.
9. Sekisov A. Improving the construction production organization efficiency based on the BIM-technologies use. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol.: 698. Article number: 066005. DOI: 10.1088/1757-899X/698/6/066005.

10. Kisel T. Features of the Organization of Construction with the Use of Technologies of Information Modeling. MATEC Web of Conferences. 2017. Vol.: 106. Article number: 08094. DOI: 10.1051/mateconf/201710608094.
11. Абрамян С.Г., Бурлаченко О.В., Оганесян О.В., Бурлаченко А.О. Система управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием цифровых технологий // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. унта. Сер.: Стр-во и архитектура. — 2021. — Вып. 4(85). — С. 305–314.
12. Волкодав В.А., Волкодав И.А. Разработка структуры и состава классификатора строительной информации для применения BIM-технологий // Вестник МГСУ. — 2020. — Т. 15. — Вып. 6. — С. 867–906. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.6.867-906.

Abramyan Susanna Grantovna

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia
Small Innovative Enterprise Grantmipus, Volgograd, Russia
E-mail: susannagrants@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3938-1096>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=589709

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/C-7099-2016>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=6508040964>

Begimov Farid Urazgalievich

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia
E-mail: feduloch@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5603-4533>

Selection of construction technology subject to multifactority of organizational solutions

Abstract. Emphasis is made on the complexity and dynamic nature of construction operations. With the emergence of new construction technologies underpinning the erection of buildings and facilities, the construction organization solutions are noted to be evolving as a function of variability of the construction process. The conventional construction technologies are listed, which are configured as consolidated groups comprising sub-groups and having priority in practical use. The focus is on the multivariance of construction technology and multifactority of organizational solutions. Based on the analysis of the research publications of other authors, the factors are identified that influence the organizational decision-making process in construction. This allows us to argue that a well-grounded choice of a construction technology improving the efficiency of the construction process organization must be based on the integration of various digital technologies, including among others BIM (Building Information Modeling), drone, block-chain, GIS (Geographic Information Systems). A certain abstract pattern of selecting construction technologies is discussed with reference to the factors affecting organizational solutions, and a portion of a larger information model designed to choose the necessary construction technology is depicted. The essence of the information model is explored as a means to decide on a suitable technology subject to the factors affecting organizational solutions in the construction of a building or facility. The conclusion is made that the development and introduction of a building information model in view of the multivariance of construction technologies and multifactority of related organizational solutions is one of the core lines of construction digitalization leading to an efficient use of all necessary resources for commissioning construction projects within the set deadlines.

To sum up, the proposed approach to selecting a construction technology optimal for a specific area where a building or facility is to be constructed is suggested as a basis for developing methodological digitalization framework for various construction system stages.

Keywords: construction technologies; multivariance; multifactority; organizational solutions; information model; digitalization