

Управление в социально-экономических системах Control in social and economic systems

Научная статья
УДК 69.009
DOI: 10.14529/ctcr240406

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Т.А. Аверина, ta_averina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9150-9018>
Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия*

Аннотация. В настоящее время возрастает сложность строительных проектов, меняются условия их реализации, ужесточаются требования. При этом имеют место быть ошибки, зачастую очень значимые на различных стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства. Соответственно, необходимы новые подходы и модели к управлению строительными проектами и объектами капитального строительства. **Цель исследования:** проанализировать возможности и перспективы применения научно-технического сопровождения (НТС) для объектов капитального строительства разных классов и на различных этапах их жизненного цикла. **Теоретико-методологической основой** исследования являются работы отечественных и зарубежных исследователей, посвященные вопросам научно-технического сопровождения строительства и управления объектами капитального строительства на различных этапах их жизненного цикла. **Результаты.** В работе рассмотрена необходимость и целесообразность расширения применения научно-технического сопровождения (НТС) как в отношении объектов различных классов, так и в отношении стадий жизненного цикла объектов капитального строительства. В этой связи уточнено определение научно-технического сопровождения с учетом современных потребностей и возможностей. Отмечена важность и перспективность применения НТС для объектов капитального строительства, для которых оно обязательным не является. Систематизирован состав работ по НТС по различным классификационным признакам. Дана классификация объектов, для которых целесообразно использовать НТС. Даны разъяснения о возможностях НТС на различных этапах жизненного цикла объекта капитального строительства. В частности, о создании и применении, сопровождении виртуальных моделей (цифровых двойников, теней, моделей) в рамках НТС. Предложено рассматривать НТС и для повышения эффективности управления объектами капитального строительства на различных этапах жизненного цикла. Выполнен SWOT-анализ для НТС, в ходе которого выявлены преимущества и недостатки проведения НТС для объектов капитального строительства на разных этапах жизненного цикла, обозначены возможности и угрозы для реализации НТС в настоящее время. **Заключение.** Сделан вывод о целесообразности применения НТС на различных этапах жизненного цикла объектов капитального строительства разных классов не только для обеспечения качества, надежности и безопасности объектов капитального строительства, но и для повышения эффективности управления и, как следствие, экономической эффективности объектов, оптимального раскрытия и использования потенциала.

Ключевые слова: управление, научно-техническое сопровождение строительства, цифровизация, виртуальные модели, эффективность

Для цитирования: Аверина Т.А. Научно-техническое сопровождение при управлении жизненным циклом объектов капитального строительства // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2024. Т. 24, № 4. С. 66–79. DOI: 10.14529/ctcr240406

SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUPPORT IN LIFE CYCLE MANAGEMENT OF CAPITAL CONSTRUCTION PROJECTS

T.A. Averina, ta_averina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9150-9018>

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

Abstract. Currently, the complexity of construction projects is increasing, the conditions for their implementation are changing, and the requirements are becoming more stringent. At the same time, errors occur, often very significant at various stages of the life cycle of a capital construction project. Accordingly, new approaches and models are needed to manage construction projects and capital construction projects. **The research objective** is to analyze the possibilities and prospects for the use of scientific and technical support (STS) for capital construction projects of various classes and at different stages of their life cycle. **The theoretical and methodological basis of the study** is the work of domestic and foreign researchers devoted to the issues of scientific and technical support for the construction and management of capital construction projects at various stages of their life cycle. **Results.** The paper examines the need and feasibility of expanding the use of scientific and technical support (STS) both in relation to objects of various classes and in relation to the stages of the life cycle of capital construction projects. In this regard, the definition of scientific and technical support has been clarified, taking into account modern needs and capabilities. The importance and prospects of using scientific and technical support for capital construction projects are noted, for which it is not mandatory. Work on scientific and technological progress has been systematized according to various classification criteria. A classification of objects for which it is advisable to use STS is given. Explanations are given about the capabilities of scientific and technical support at various stages of the life cycle of a capital construction project. In particular, about the creation and application, support of virtual models (digital twins, shadows, models) within the framework of scientific and technical progress. It is proposed to consider scientific and technical developments to improve the management efficiency of capital construction projects at various stages of the life cycle. A SWOT analysis was performed for scientific and technical support, during which the advantages and disadvantages of carrying out STS for capital construction projects at different stages of the life cycle were identified, and opportunities and threats for the implementation of scientific and technical support at the present time were identified. **Conclusion.** A conclusion is made about the advisability of using scientific and technical support at various stages of the life cycle of capital construction projects, not only to ensure the quality, reliability and safety of capital construction projects, but also to improve management efficiency and, as a consequence, the economic efficiency of objects, optimal disclosure and use of the potential.

Keywords: management, scientific and technical support, digitalization, virtual models, efficiency

For citation: Averina T.A. Scientific and technical support in life cycle management of capital construction projects. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2024;24(4):66–79. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr240406

Введение

Строительная отрасль является драйвером в развитии экономики страны, а следовательно, в условиях общих трендов на цифровое развитие процессы цифровой трансформации актуальны и для данной отрасли. BIM (ТИМ), CIM, искусственный интеллект, цифровые двойники, цифровые фабрики, роботы и дроны – это еще далеко не полный перечень цифровых решений для строительства. Грамотное их сочетание и управление несет в себе значительные возможности и перспективы [1–3]. Казалось бы, цифровые технологии имеют огромный потенциал и могут решить множество проблем строительной отрасли, но процесс их внедрения достаточно сложен, трудоемок и зачастую является очень затратным. И в настоящее время, несмотря на активное развитие технологий, имеет место быть значительное количество ошибок в строительных проектах. Ошибки возникают на всех этапах: при проведении изыскательных работ, при проектировании, при непосредственно строительном-монтажных работах и т. д. Согласно данным экспертов ГК «Городской центр экспертиз» (ГЦЭ) [4], собранным за период с августа 2022 по август 2023 г. причинами обрушений зданий являются: 38,1 % – нарушение условий эксплуатации (в том числе

сроков); 37,1 % – несоблюдение технологии проведения строительно-монтажных работ (в том числе правил техники безопасности); 18,1 % – ошибки при проектировании; 6,7 % – брак, низкое качество используемых строительных материалов.

Причин тому множество: недостаточный уровень квалификации специалистов, отсутствие необходимых профессиональных и цифровых компетенций работников, халатность, желание сделать «побыстрее и подешевле», недостаточный уровень контроля и т. д.

Одним из возможных решений видится научно-техническое сопровождение (НТС) строительства.

Цель исследования – проанализировать возможности и перспективы применения научно-технического сопровождения (НТС) для объектов капитального строительства различных классов и на разных этапах их жизненного цикла.

Сущность научно-технического сопровождения (НТС)

Рассмотрим само понятие «научно-техническое сопровождение строительства» (рис. 1).



Рис. 1. Трактовка научно-технического сопровождения строительства (НТСС)
Fig. 1. Interpretation of scientific and technical support for construction (STSC)

Характер работ может несколько варьироваться в зависимости от специализации организации.

Что касается определения целей НТС: в настоящее время встречаются как более краткие толкования, так и более развернутые (рис. 2).

Как видно из представленных на рис. 2 трактовок, основное внимание НТС направлено на обеспечение безопасности, качества, надежности объектов капитального строительства, что вполне естественно. Хотелось бы отметить, что есть смысл говорить и о повышении эффективности управления объектами капитального строительства на всех этапах жизненного цикла в рамках реализации НТС.

В данном случае под эффективностью управления в первую очередь подразумевается соотношение результатов и затрат, так как за счет грамотного НТС возможно в значительной степени сократить неконформные затраты (затраты на несоответствие).

Рассматривая сущность и перспективы НТС, необходимо отметить процесс цифровизации и те возможности, которые она привносит и в данную сферу.

Стоит отметить, что в соответствии со стратегией развития, принятой Минстроем, сфера строительства и ЖКХ должна претерпеть ряд преобразований, в основе которых – процессы цифровизации, а точнее, быть оцифрована полностью к 2030 году. Определённые шаги в этом направлении уже сделаны. Росстандарт установил стандарт, в котором закрепил общие положения для создания систем умного ЖК, следуя которым девелоперу нужно задумываться о цифровизации на более ранних этапах, как минимум на этапе проектирования всех систем [5–9].



Рис. 2. Цели НТС
Fig. 2. Objectives of scientific and technical support (STS)

Отметим, согласно пункту 5.7 ГОСТ Р 57363–2023 «Управление проектом в строительстве. Деятельность управляющего проектом (технического заказчика)» «уровень применения ТИМ определяется застройщиком, инвестором или техническим заказчиком, в зависимости от потребностей проекта, квалификации и компетенции команды проекта, интегрального показателя зрелости применения ТИМ» [9].

При этом с 1 июля 2024 года ТИМ для застройщиков стал обязательным на этапе проектирования. Согласно постановлениям правительства № 331 и № 2357, теперь все застройщики, работающие по 214-ФЗ, должны использовать ТИМ на стадии проектно-изыскательских работ при реализации объектов долевого строительства [10].

Уже появилось много работ о цифровых моделях, тенях, двойниках, характеризующих их возможности и потенциал использования. Принят национальный стандарт РФ ГОСТ Р 57700.37–2021 [11], в котором определен термин «цифровой двойник изделия», а также Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2022 г. № 3268-р «Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г.» [12], в котором дано определение цифрового двойника объекта капитального строительства [13]. Их разработка, создание и использование также возможно и целесообразно в рамках НТС.

Таким образом, уточним определение НТС и его цель с учетом существующих потребностей и возможностей в настоящее время.

Под научно-техническим сопровождением будем понимать комплекс работ научно-методического, экспертно-контрольного, технического, информационного, аналитического и организационного характера, выполнение которых может производиться на любых (всех) стадиях жизненного цикла строительных объектов для контроля качественных характеристик объекта строительства, характеристик надежности, с учетом используемых нетиповых решений, материалов и информационных технологий и повышения эффективности работ на различных этапах жизненного цикла объекта капитального строительства.

Объекты НТС

Для особо опасных, технически сложных и уникальных объектов – зданий класса повышенного уровня ответственности К-3 (их основные критерии представлены на рис. 3) – проведение ряда работ по НТС является обязательным. Они регламентированы в соответствующих нормативных документах [14] (рис. 4).

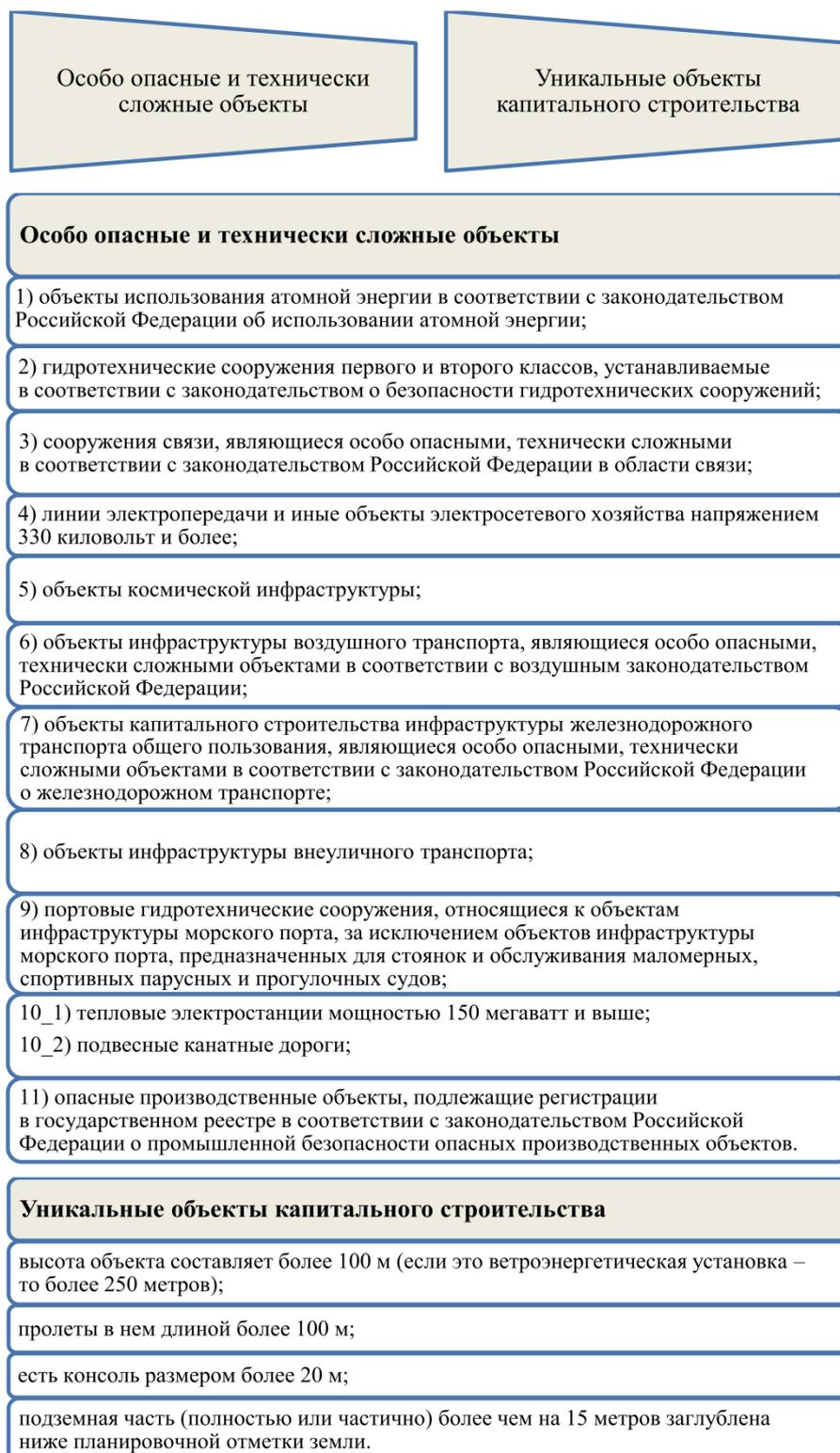


Рис. 3. Класс сооружений К-3
Fig. 3. Class of structures K-3

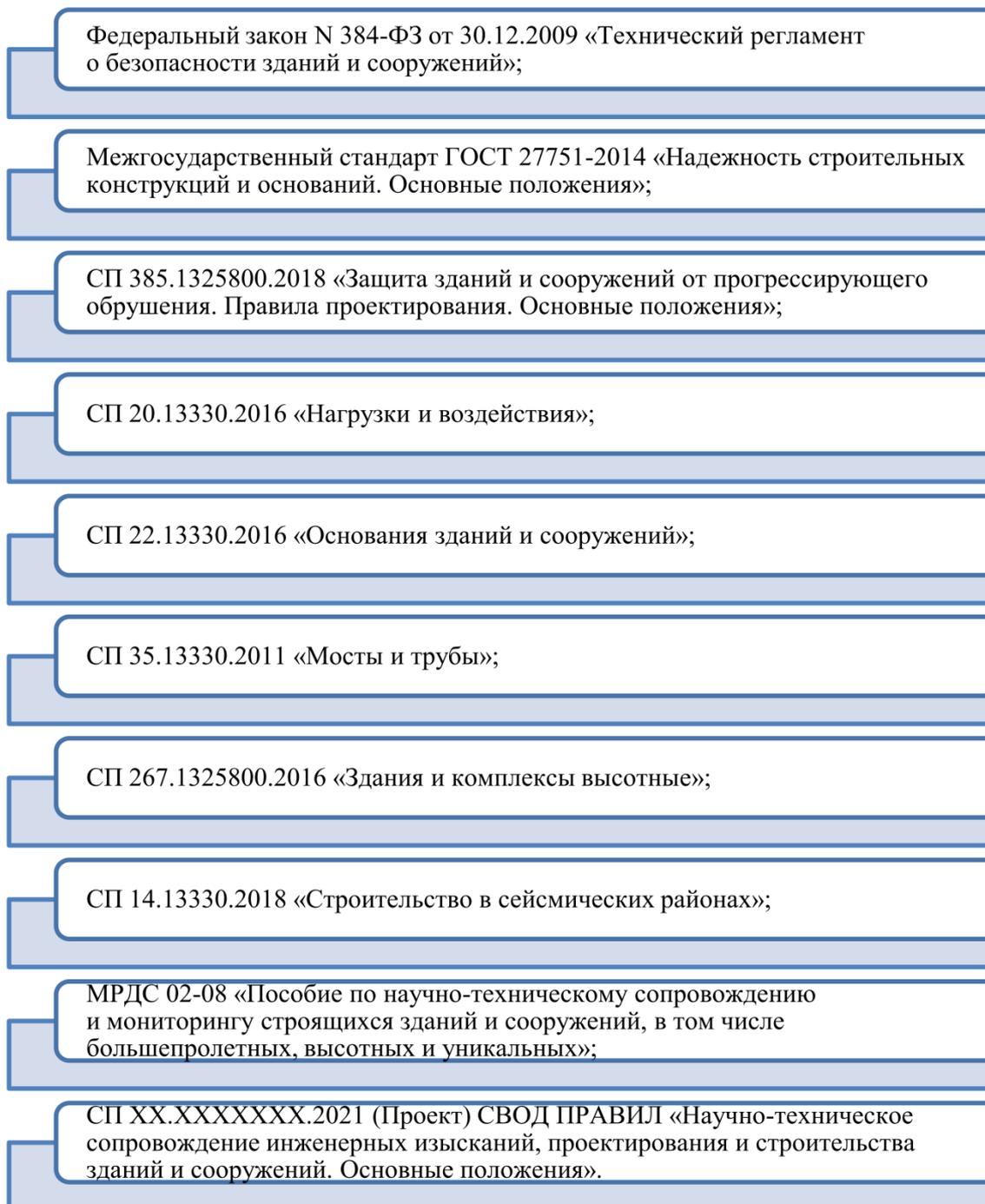


Рис. 4. Нормативные документы по НТС
Fig. 4. Regulatory documents on STS

Но НТС целесообразно проводить и для объектов других классов, особенно если они расположены или работы реализуются в сложных условиях: природных, геологических, в условиях плотной городской застройки, являются объектами социокультурной инфраструктуры, объектами культурного наследия и пр.

Систематизируем объекты, для которых актуально и перспективно применение НТС в целом и виртуальных моделей в частности (табл. 1). Под виртуальными моделями будем подразумевать цифровые модели, цифровые тени и цифровые двойники [13].

Классификация объектов капитального строительства с позиции НТС

Table 1

Classification of capital construction projects from the perspective of STS

Признак	Вид объекта	Пояснение
По завершённости	Построенные объекты	Объекты инфраструктуры при необходимости выполнения незапланированных задач (например в условиях СВО)
		Объекты инфраструктуры, имеющие долгий срок эксплуатации и построенные достаточно давно (когда не было современных технологий и расчеты не могли быть проведены)
		Объекты, находящиеся в сложных природно-климатических условиях
		Объекты, в силу различных обстоятельств в значительной степени подверженные внешним негативным факторам
		Объекты культурного наследия
	Новые объекты	Объекты класса К-3*
		Объекты инфраструктуры
		Военные объекты
		Типовые здания
	По стадиям жизненного цикла	Инженерные изыскания
Проектирование		Объекты, находящиеся на стадии проектирования
Строительство		Объекты, находящиеся на стадии строительства
Эксплуатация		Объекты, находящиеся на стадии эксплуатации
Реконструкция, капитальный ремонт		Объекты, перед реконструкцией, капитальным ремонтом
Снос		Объекты, находящиеся на стадии сноса

* Выполнение НТС при проектировании объекта установлено частью 3 статьи 15 ФЗ № 384 от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и предусмотрено пп. 10.5, 12.4 ГОСТ 27751–2014.

Работы в рамках НТС

В настоящее время в России отсутствуют единые строгие нормы, регламентирующие последовательность, состав, содержание и объем НТС. О перечне работ по НТС на этапах инженерных изысканий, проектирования, строительства речь идет в СП 539.1325800.2024 Свод правил «Научно-техническое сопровождение инженерных изысканий, проектирования и строительства. Общие положения» [15].

При этом конкретный перечень работ определяется из специфики и особенностей каждого объекта отдельно. Состав и объем НТС изысканий и проектирования определяется техническим заданием и программой работ.

При изучении предложений организаций по НТС можно выделить два подхода к систематизации работ в рамках НТС.

По видам работ и по содержанию классификации представлены на рис. 5 и 6 (на основании [16]).

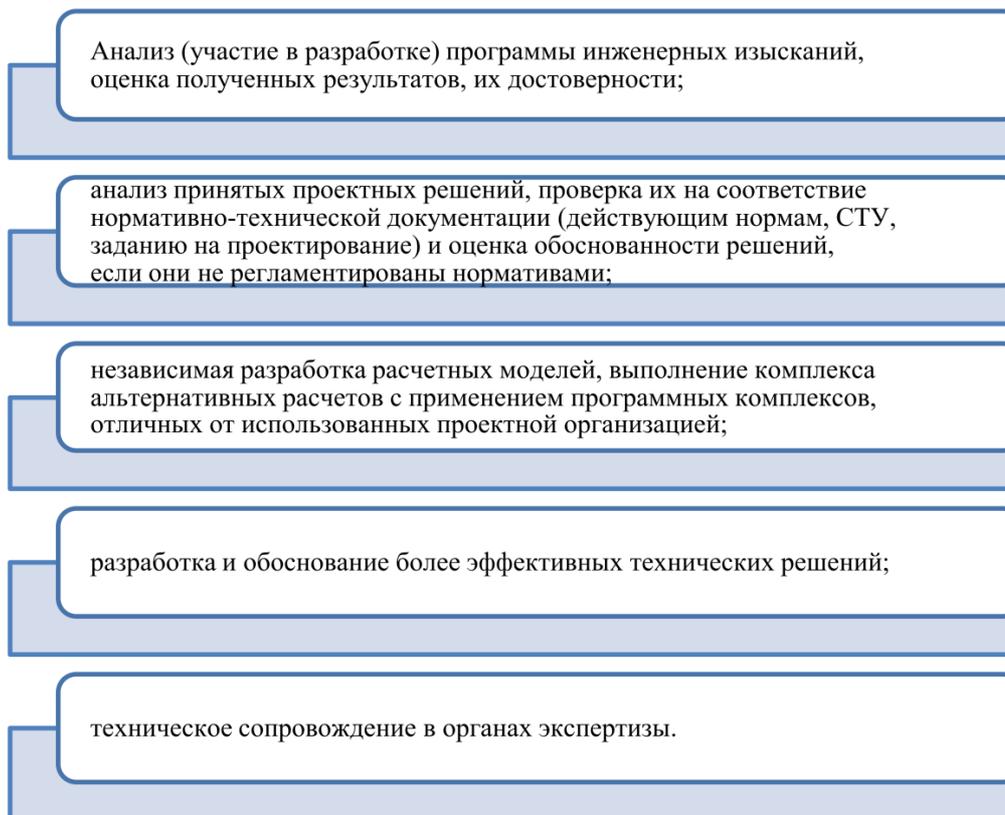


Рис. 5. Классификация работ НТС по содержанию
Fig. 5. Classification of STS works by content

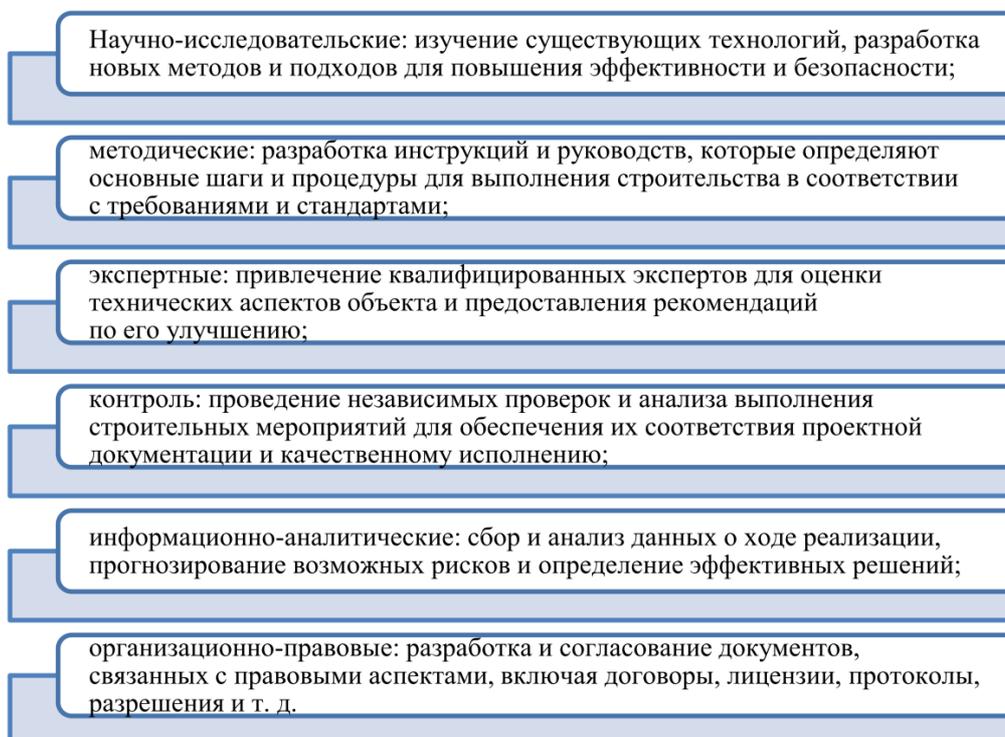


Рис. 6. Классификация работ НТС по видам работ
Fig. 6. Classification of STS works by type

Несколько иной подход представлен в работе [17]. Внимание сосредоточено на формировании перечня работ в рамках НТС проектных решений.

НТС на различных этапах жизненного цикла объектов капитального строительства

Согласно Федеральному закону от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», СП 333.1325800.2020 [18], «жизненный цикл здания или сооружения: период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения» [19] (рис. 7).



Рис. 7. Этапы жизненного цикла объекта капитального строительства
Fig. 7. Stages of the life cycle of a capital construction project

Основные цели НТС по этапам жизненного цикла представлены на рис. 8. Кроме того, НТС может проводиться в иных целях, установленных застройщиком либо уполномоченным застройщиком юридическим лицом (техническим заказчиком).

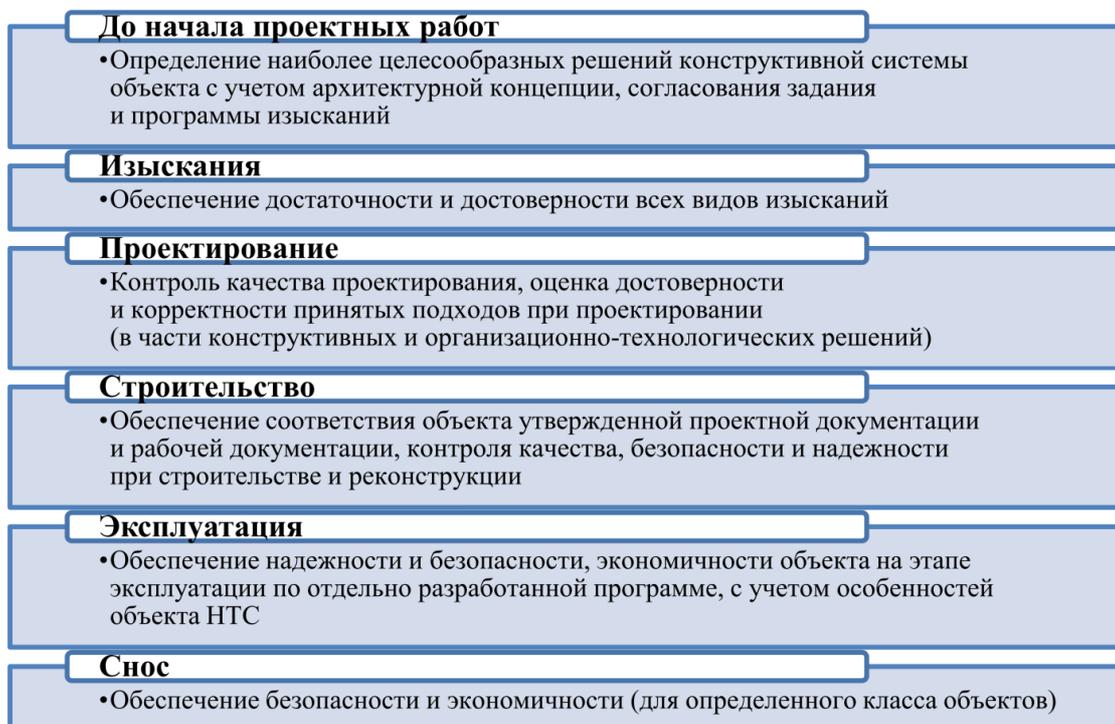


Рис. 8. Цели НТС по этапам жизненного цикла объекта капитального строительства
Fig. 8. STS goals by stages of the life cycle of a capital construction project (CCP)

Далее в табл. 2 представлены возможности использования цифровых решений – виртуальных моделей по этапам жизненного цикла.

Таблица 2

Создание и функционирование виртуальных моделей по этапам жизненного цикла ОКС

Creation and operation of virtual models by stages of the CCP life cycle

Table 2

Стадии жизненного цикла	Создание виртуальных моделей	Функционирование виртуальных моделей
Инженерные изыскания	Цифровая модель Цифровая тень Цифровой двойник	Цифровая модель
Проектирование	Цифровая модель Цифровая тень Цифровой двойник	Цифровая модель
Строительство	Цифровая тень Цифровой двойник	Цифровая тень
Эксплуатация	Цифровой двойник	Цифровая тень Цифровой двойник
Снос (демонтаж)		Цифровой двойник

При этом и при внедрении цифровых технологий необходим расчет показателей эффективности системы:

$$K_{ef} = \frac{P}{C_y},$$

где K_{ef} – обобщенный показатель эффективности системы – степень полезной отдачи от затрат; P – результат функционирования системы; C_y – величина затрат.

K_{pef} – целевая эффективность системы:

$$K_{pef} = \frac{P P_y + P^* (1 - P_y)}{P_f},$$

где P_y – вероятность выработки эффективного управляющего воздействия; P , P^* – результаты, вычисленные при условии выработки и невыработки эффективного управляющего воздействия соответственно; P_f – заданный результат, при котором достигается цель.

K_{fef} – функциональная эффективность:

$$K_{fef} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{yi}}{n},$$

где n – количество функций, возлагаемых на орган управления; P_{yi} – вероятность реализации органом управления i -й функции.

K_{eef} – экономическая эффективность:

$$K_{eef} = \frac{\Delta P S_r}{S_{su}},$$

где ΔP – приращение результатов; S_r – стоимость единицы результата; S_{su} – стоимость мероприятий по совершенствованию системы.

О возможностях применения искусственного интеллекта и мерах по экономическому стимулированию застройщиков для его применения говорили сенаторы, участвовавшие в сессии по цифровизации строительной отрасли и ЖКХ, которую провел Совет по развитию цифровой экономики при Совете Федерации. Было отмечено, что ИИ имеет большие перспективы для улучшения проектирования, управления строительством, безопасности и эксплуатации зданий [20].

В работе [21] представлена матрица участников процесса в различных этапах жизненного цикла объекта.

Видится перспективным расширение продолжительности сотрудничества с организацией, осуществляющей НТС (ячейки в таблицы выделены темным цветом в табл. 3), а именно на этапе эксплуатации и демонтажа.

На этапе разработки концепции также могут быть предложены работы, способствующие оптимальному выбору основных характеристик объекта для последующей экономии времени и средств.

Таблица 3

Матрица участников процесса на различных этапах жизненного цикла
объекта капитального строительства

Table 3

Matrix of process participants at various stages of the life cycle of a capital construction project

Участники	Концепция	Изыскания	Проектирование	Строительство	Эксплуатация	Снос (демонтаж)
Застройщик (заказчик)						
Технический заказчик						
Изыскатель						
Проектировщик						
Эксперт						
Организация, реализующая НТС						
Организация, реализующая строительство						
Строительный контроль						
Государственный надзор						
Государственные исполнительные органы						
Эксплуатирующая организация						

SWOT-анализ для НТС

Подводя итог, обобщим сильные и слабые стороны НТС, возможности и угрозы, используя SWOT-анализ (табл. 4).

Таблица 4

SWOT-анализ НТС

Table 4

SWOT analysis of STS

Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Развитие информационных технологий ▪ Развитие технологий для создания виртуальных моделей, в том числе цифровых двойников ▪ Переход к «цифровому строительству» ▪ Разрабатываются стандарты для некоторых аспектов цифровизации строительства (в частности умных домов) ▪ Применение концепции бережливого производства в строительстве 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Отсутствие нормативной базы для многих объектов строительства, необязательный характер ряда существующих нормативных документов ▪ Необходимость обеспечения информационной безопасности ▪ Низкий уровень цифровой грамотности ▪ Сопротивление новому ▪ Стремление к дешевым услугам
Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Повышение качества ▪ Повышение надежности ▪ Повышение технической безопасности ▪ Снижение рисков ▪ Выбор оптимальных альтернатив для реализации (конструкций, материалов) ▪ Отсутствие необоснованных расходов ▪ Повышение уровня контроля ▪ Возможность принятия обоснованных оперативных решений при необходимости ▪ Проведение многих расчетов без выезда на объект ▪ Повышение уровня безопасности работ ▪ Возможность организации управления, мониторинга и контроля на всех этапах жизненного цикла ▪ Расширение методологической базы ▪ Научные разработки ▪ Развитие стартапов ▪ Превентивное управление 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Необязательность для ряда объектов ▪ Неопределенность состава услуг ▪ Отсутствие проработанного состава работ и пакетных предложений в зависимости от объекта капитального строительства ▪ Дополнительные затраты ▪ Необходимость хороших информационных ресурсов (облачные хранилища и соответствующая техника) ▪ Нехватка квалифицированных специалистов

Заключение

В итоге предполагается, что НТС позволит раскрыть и использовать потенциал системы наилучшим образом. В данном случае под системой подразумевается ОКС и соответствующая система управления, основанная на рекомендациях НТС и применении цифровых технологий. Система стремится к достижению наибольшего суммарного потенциала на каждом из этапов жизненного цикла.

Потенциал системы (R) может быть определен по формуле

$$R_j = \sum_{i=1}^n R_{ji} \rightarrow R_{\max},$$

где R_j – потенциал системы на j -м этапе жизненного цикла; R_{ji} – потенциал системы в i -й области на j -м этапе жизненного цикла; R_{\max} – запланированные результаты по конкретным видам деятельности, выражается в запасах и резервах.

Таким образом, применение НТС помимо основополагающих аспектов по обеспечению качества, надежности и безопасности объектов капитального строительства позволит:

- с экономической точки зрения – получать наибольшую прибыль в будущем и минимизировать затраты в период строительства;
- с точки зрения организации – алгоритмизация процессов; рациональное сокращение многообразия – оптимизация выбора технологий и материалов; сокращение сроков путем параллельного выполнения работ, в частности некоторых этапов проектирования, экспертизы и строительства;
- с точки зрения управления – управление жизненным циклом объекта (PLM) – эффективное управление на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства.

Список литературы

1. Авдеева Е.А., Аверина Т.А., Бутырина Н.А. Информационные технологии – главный фактор ускорения экономического роста и глобального развития // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: тр. V Международ. науч.-практ. конф. Новокузнецк, 2021. С. 419–423.
2. Smart control mechanisms for industrial enterprises / V.N. Burkov, O.V. Loginovskiy, O.I. Dranko, A.V. Holloy // Applied Mathematics and Control Sciences. 2020. No. 1. P. 56–69.
3. Barkalov S.A, Averina T.A., Avdeeva E.A. Transformation of Organization Business Model in Conditions of Industry 5.0 // 2023 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). Lipetsk, Russian Federation, 2023. P. 499–503. DOI: 10.1109/SUMMA60232.2023.10349670
4. Группа компаний «Городской центр экспертиз»: сайт. URL: <https://www.gce.ru/index.php/press-sluzhba/statistika-obrusheniy/> (дата обращения: 28.07.2024).
5. МРДС 02-08. Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных. Первая редакция. М., 2008.
6. Лapidус А.А. Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14, вып. 11. С. 1428–1437. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1428-1437
7. АО «Научно-исследовательский центр «Строительство»: сайт. URL: https://www.cstroy.ru/scientific_technical/support (дата обращения: 20.06.2024).
8. Единый ресурс застройщиков: сайт. URL: <https://ерз.рф> (дата обращения: 10.07.2024).
9. ГОСТ Р 57363–2023. Управление проектом в строительстве. Деятельность управляющего проектом (технического заказчика). М.: Российский институт стандартизации, 2023.
10. Независимая площадка девелопмента России и СНГ «Все о стройке»: сайт. URL: <https://xn--b1agapfwapgl.xn--p1ai/s-1-ijulja-tim-dlja-zastrojshhikov-stal-objazatelnyim-na-jetape-proektirovanija-o-tom-kak-idet-perehod-rasskazyvajut-developery-i-minstroj/> (дата обращения: 20.06.2024).
11. ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. М.: Российский институт стандартизации, 2021.
12. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_430333/ (дата обращения: 20.01.2024).

13. Аверина Т.А. Виртуальные модели в управлении жизненным циклом объекта капитального строительства // Информационное моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2024. С. 42–48.
14. ГЕОИЗОЛ Проект: сайт. URL: <https://geoizolproject.ru/proektirovanie-i-izyskaniya/nauchno-tekhnicheskoe-soprovozhdenie/> (дата обращения: 17.06.2024).
15. СП 539.1325800.2024. Свод правил «Научно-техническое сопровождение инженерных изысканий, проектирования и строительства. Общие положения».
16. SERCONS: сайт. URL: <https://www.serconsrus.ru/post/nauchno-tekhnicheskoe-soprovozhdenie-proektov-stroitelstva/> (дата обращения: 17.06.2024).
17. Загорская А.В., Лapidус А.А. Научно-техническое сопровождение проектных решений по организации строительства уникальных объектов // Наука и бизнес: пути развития. 2021. № 6 (120). С. 41–47.
18. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
19. СП 333.1325800.2020. Свод Правил «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».
20. Минстрой России: сайт. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/v-sovete-federatsii-obsudiliprimeneniye-tekhnologiy-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitelstve/> (дата обращения: 01.07.2024).
21. Лapidус А.А. Строительство. Жизненный цикл, нормативы и участники. Цифровизация. М., 2021. URL: https://srooso.ru/upload/files/documents/lapidus_20092021.pdf.

References

1. Avdeeva E.A., Averina T.A., Butyrina N.A. [Information technology is the main factor in accelerating economic growth and global development]. In: *Modelirovanie i naukoemkie informatsionnye tekhnologii v tekhnicheskikh i sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh: tr. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modeling and knowledge-intensive information technologies in technical and socio-economic systems: Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference]. Novokuznetsk; 2021. P. 419–423. (In Russ.)
2. Burkov V.N., Loginovskiy O.V., Dranko O.I., Hollay A.V. Smart control mechanisms for industrial enterprises. *Applied Mathematics and Control Sciences*. 2020;(1):56–69.
3. Barkalov S.A., Averina T.A., Avdeeva E.A. Transformation of Organization Business Model in Conditions of Industry 5.0. *2023 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA)*. Lipetsk, Russian Federation, 2023. P. 499–503. DOI: 10.1109/SUMMA60232.2023.10349670
4. *Gruppa kompaniy "Gorodskoy tsentr ekspertiz": sayt* [Group of companies "City Center of Expertise": website]. (In Russ.) Available at: <https://www.gce.ru/index.php/press-sluzhba/statistika-obrusheniy/> (accessed 28.07.2024).
5. *MRDS 02-08. Posobie po nauchno-tekhnicheskomu soprovozhdeniyu i monitoringu stroya-shchikhsya zdaniy i sooruzheniy, v tom chisle bol'sheproletnykh, vysotnykh i unikal'nykh* [MRDS 02-08. Manual on scientific and technical support and monitoring of buildings and structures under construction, including large-span, high-rise and unique ones]. First edition, Moscow; 2008. (In Russ.)
6. Lapidus A.A. Scientific and technical support of survey, design, and construction as a mandatory element of attaining the required project objectives. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2019;14(11):1428–1437. (In Russ.) DOI: 10.22227/1997-0935.2019.11.1428-1437
7. *AO "Nauchno-issledovatel'skiy tsentr "Stroitel'stvo": sayt* [JSC Research Center Construction: website]. (In Russ.) Available at: https://www.cstroy.ru/scientific_technical/support (accessed 20.06.2024).
8. *Edinyy resurs zastroyshchikov: sayt* [Unified Resource of Developers: website]. (In Russ.) Available at: <https://ep3.pф> (accessed 10.07.2024).
9. *GOST R 57363–2023. Upravlenie proektom v stroitel'stve. Deyatel'nost' upravlyayushchego proektom (tekhnicheskogo zakazchika)* [State Standard R 57363–2023. Project Management in Construction. Activities of the Project Manager (Technical Customer)]. Moscow: Russian Institute of Standardization; 2023. (In Russ.)

10. *Nezavisimaya ploshchadka developmenta Rossii i SNG "Vse o stroyke": sayt* [Independent development platform of Russia and the CIS "All about construction": website]. (In Russ.) Available at: <https://xn--b1agapfwagcl.xn--p1ai/s-1-ijulja-tim-dlja-zastrojshhikov-stal-objazatelnyim-na-jetape-proektirovaniya-o-tom-kak-idet-perehod-rasskazyvajut-developery-i-minstroj/> (accessed 20.06.2024).

11. *GOST R 57700.37–2021. Komp'yuternye modeli i modelirovanie. Tsifrovye dvoyniki izdeliy. Obshchie polozheniya* [State Standard R 57700.37–2021. Computer models and modeling. Digital twins of products. General provisions]. Moscow: Russian Institute of Standardization; 2021. (In Russ.)

12. *Strategiya razvitiya stroitel'noy otrasli i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda s prognozom do 2035 goda* [Development strategy of the construction industry and housing and communal services of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast up to 2035]. (In Russ.) Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_430333/ (accessed 20.01.2024).

13. Averina T.A. *Virtual'nye modeli v upravlenii zhiznennym tsiklom ob'ekta kapital'nogo stroitel'stva* [Virtual models in life cycle management of a capital construction project]. In: *Informatsionnoe modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Information modeling in construction and architecture problems: Proceedings of the VII International scientific and practical conference]. St. Petersburg; 2024. P. 42–48. (In Russ.)

14. *GEOIZOL Proekt: sayt* [GEOIZOL Proekt: website]. (In Russ.) Available at: <https://geoizolproject.ru/proektirovanie-i-izyskaniya/nauchno-tehnicheskoe-soprovozhdenie/> (accessed 17.06.2024).

15. *SP 539.1325800.2024. Svod pravil "Nauchno-tehnicheskoe soprovozhdenie inzhenernykh izyskaniy, proektirovaniya i stroitel'stva. Obshchie polozheniya"* [SP 539.1325800.2024. Code of practice "Scientific and technical support of engineering surveys, design and construction. General Provisions"]. (In Russ.)

16. *SERCONS: sayt* [SERCONS: website]. (In Russ.) Available at: <https://www.serconsrus.ru/post/nauchno-tehnicheskoe-soprovozhdenie-proektov-stroitel'stva/> (accessed 17.06.2024).

17. Zagorskaya, A.V., Lapidus A.A. [Scientific and technical support for design solutions for organizing the construction of unique objects]. *Science and business: development ways*. 2021;6(120):41–47. (In Russ.)

18. *Federal'nyy zakon ot 30.12.2009 N 384-FZ (red. ot 02.07.2013) "Tekhnicheskii reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy"* [Federal Law of 30.12.2009 N 384-FZ (as amended on 02.07.2013) "Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures"]. (In Russ.)

19. *SP 333.1325800.2020. Svod Pravil "Informatsionnoe modelirovanie v stroitel'stve. Pravila formirovaniya informatsionnoy modeli ob'ektov na razlichnykh stadiyakh zhiznennogo tsikla"* [SP 333.1325800.2020 Set of Rules "Information Modeling in Construction. Rules for the Formation of an Information Model of Objects at Various Stages of the Life Cycle"]. (In Russ.)

20. *Minstroy Rossii: sayt* [Ministry of Construction of Russia: website]. (In Russ.) Available at: <https://minstroyrf.gov.ru/press/v-sovete-federatsii-obsudili-primenenie-tekhnologiy-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitel'stve/> (accessed 01.07.2024).

21. Lapidus A.A. *Stroitel'stvo. Zhiznennyy tsikl, normativy i uchastniki. Tsifrovizatsiya* [Construction. Life Cycle, Standards and Participants. Digitalization]. Moscow; 2021. (In Russ.) Available at: https://srooso.ru/upload/files/documents/lapidus_20092021.pdf.

Информация об авторе

Аверина Татьяна Александровна, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры управления, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия; ta_averina@mail.ru.

Information about the author

Tatiana A. Averina, Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Ass. Prof. of the Department of Management, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia; ta_averina@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 30.07.2024

The article was submitted 30.07.2024