

## Научно-техническое сопровождение как инструмент выявления скрытых ошибок при производстве строительных работ



**Ямов Александр Владимирович**

главный инженер, Институт строительства и архитектуры, Уральский федеральный университет (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: a.v.iamov@urfu.ru

В статье анализируется вопрос научно-технического сопровождения в строительстве при производстве работ. Авторы обращают особое внимание на актуальность темы, а также необходимость комплексного подхода при проведении НТСС, в очередной раз подчеркивая необходимость создания стандартов и регламентов по научно-техническому сопровождению.

**Ключевые слова:** научно-техническое сопровождение, НТСС, производство работ, строительство, новые конструктивные технологические решения, нормативные документы.

*Yamov A. V., Kogteva D. V.*

*Scientific and technical support as a tool for identifying hidden errors in the production of construction works*

*The article discusses the topic of scientific and technical support in construction during the production of works. The authors pay special attention to the relevance of the topic, as well as the need for an integrated approach when conducting NTSS, once again emphasizing the need to create standards and regulations for scientific and technical support.*



**Когтева Дарья Викторовна**

магистр, инженер, Институт строительства и архитектуры, Уральский федеральный университет (УрФУ), Екатеринбург, Российская Федерация

e-mail: kdaryav@inbox.ru

*Keywords: scientific and technical support, NTSS, production of works, construction, new constructive technological solutions, regulatory documents.*

### Введение

Задачи строительного производства, которые ежегодно решаются строительной отраслью, в 2020-е гг. приобретают особенную сложность исполнения, что, в свою очередь, приводит к возникновению влияния на безопасность жизнедеятельности человека, в частности, и среды в целом. В России безопасность объектов строительства осуществляется посредством системы технического регулирования с общеобязательным соблюдением государственных стандартов и сводов правил по проектированию и строительству. В 2021 г. в сводном перечне, утвержденном Постановлением Правительства № 815 от 28.05.2021 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», прошло обновление доказательной базы технического регламента по безопасности. Значительно уменьшено количество требований обязательного применения. Учитывая положение градостроительного кодекса и постановление Правительства № 145, при повторной государственной экспертизе

или экспертном сопровождении применяются технические нормы в соответствии со сроками проектирования и требованиями на момент начала проектирования, по которым получено положительное заключение.

Однако наличие двух перечней обязательного применения и добровольного применения в соответствии с законодательством, а также действующих документов, не вошедших в эти перечни, приводит порой к двойным стандартам, понятиям и неоднозначной трактовке требований технических норм. Проводя экспертизу по самым разным объектам, включая особо опасные, эксперты Главгосэкспертизы постоянно сталкиваются с различными сложностями по тем или иным вопросам применения норм, и это в значительной степени отражается на значимых больших объектах, программных объектах страны.

**Цель статьи** — выделить проблемные моменты в процессе научно-технического сопровождения путем анализа получаемых результатов на конкретных объектах с рекомендациями о внесении поправок и дополнений в нормативную базу МРДС 02–08 «Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных»

и рекомендуемых предложений в новые разрабатываемые нормативные документы.

**Методология работы:** при написании статьи проведен анализ публикаций по данной тематике (см. библиографический список статьи).

В настоящее время находятся в разработке варианты изменения СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения», требования которого построены на применении критериев особо предельного состояния. Так, с учетом мнения профессионального сообщества, предоставления соответствующего обоснования и соответствующего согласования Заказчика, для сооружений промышленных предприятий, при эксплуатации которых не предусмотрено наличие постоянных мест, предложен отказ от проведения расчетов на прогрессирующее обрушение для промышленных предприятий. Данное предложение позволит снизить показатель требуемого уровня надежности и безопасности и себестоимость строительства и реконструкции.

#### **Взаимоотношения между участниками строительного процесса при возведении зданий и сооружений**

Строительство здания или сооружения предполагает участие десятков, а то и сотен проектных, изыскательских, строительных, научно-исследовательских, монтажных организаций, поставщиков, заводов, банков и других участников строительства. При этом каждый участник заинтересован в получении прибыли в процессах строительства и дальнейшей эксплуатации объекта. Если же в этих процессах преобладает частный интерес участников, то это приводит к потере направления и невозможности получения планируемой прибыли для всех заинтересованных сторон. Именно поэтому необходимо создать отдельный контролирующий орган в системе взаимодействия участников строительного производства в лице государственных профильных университетов и институтов, способных обеспечить необходимый уровень сопровождения строительства и качества принятых решений, для достижения цели — завершения строительства с наибольшей будущей прибылью и минимальными затратами в период строительства возводимого объекта.

Применение научно-технического сопровождения проектирования и строительства позволит сократить



Иллюстрация 1. Стандартная блок-схема строительства объектов. Авторы: А. В. Ямов, Д. В. Когтева



Иллюстрация 2. Схема взаимодействия участников строительства с привлечением организации, производящей научно-техническое сопровождение. Авторы: А. В. Ямов, Д. В. Когтева

количество стандартов организации в части выбора конструктивных и технологических решений, получить эффективные методы ведения инженерных изысканий без утраты качества результатов — все это повысит надежность получаемой строительной продукции. Кроме того, это приведет к сокращению сроков строительства путем параллельного ведения процессов проектирования, экспертизы и строительства. Такие методы уже сейчас находят отражение, в первую очередь, при реализации важных национальных программ по объектам Российской Федерации.

Для осуществления таких методов возникает необходимость образования рабочих групп, в которых принимают участие специалисты от Заказчика, проектных и изыскательских организаций, ведущих научных институтов и государственной экспертизы. Проводится оценка технических заданий на проектирование, изыскания, программу работ, проекты СТУ, обрабатываются оптимальные концепции проектных решений.

Профильные государственные институты в этом случае постепенно

трансформируются в орган сопровождения, внедряется инжиниринг на протяжении всей жизни объекта капитального строительства. При синхронизации процессов проектирования, экспертизы и строительства важно все действия регулировать в рамках законодательства и требований действующих технических нормативных документов.

В процессе деятельности рабочих групп разработку и оценку проектной документации предлагается проводить в два этапа: первый этап — инженерная подготовка территории строительства с разработкой концепции проекта с минимально необходимым, обосновывающим расчетным блоком, с целью обеспечения строительства нулевого цикла, второй этап — разработка окончательных обоснованных решений в соответствии с требованиями постановления правительства № 87. При этом принципиальные решения, т. е. концепция проекта в части конструктивных решений, принятых на первом этапе, не должны изменяться, в противном случае возникает риск бросовых работ. При этом целесообразно выпол-

Таблица 1. Принципиальные особенности ведения научно-технического сопровождения строительства коммерческой и государственной организацией

Коммерческая организация	Государственная организация
<b>Цели (в порядке уменьшения важности)</b>	
1. Получение прибыли 2. Повышение медийности для привлечения будущих заказчиков	1. Научный интерес сотрудников к особо сложным проектам 2. Сохранение статуса неаффилированной организации 3. Повышение медийности, привлечение абитуриентов к поступлению и других организаций, заинтересованных в проведении НТСС 4. Возможность привлечения будущих высококвалифицированных специалистов на подрядные работы (получение практического опыта студентами вузов) 5. Написание научных трудов и проведение исследований по особо спорным и трудоемким объектам 6. Получение прибыли
<b>Возможности</b>	
1. Практический опыт работы с разными объектами 2. Выдача результатов квалифицированными специалистами в специализированной области 3. Возможность проведения исследований не всегда в рамках одной организации, что ведет за собой лишние траты	1. Большой практический опыт работы с разнообразными объектами 2. Выдача качественных результатов высококвалифицированными специалистами в области исследований (кандидаты технических наук) 3. Возможность получения консультаций по смежным вопросам с научными сотрудниками всего вуза, а также привлечение их для дальнейших работ 4. Использование различных специализированных лабораторий для исследований 5. Учебное заведение имеет научную приборную базу

нение научно-технического сопровождения, особенно для технически сложных объектов с целью получения более качественных исходных данных для проектирования, в том числе результатов инженерных изысканий (Таблица 1).

**Текущий этап формирования термина «научно-техническое сопровождение строительства»**

Согласно ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций. Основные положения», для прохождения экспертизы строительных объектов важным условием становится подкрепление научно-техническим сопровождением проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений. Однако на практике не только на уникальных объектах качество работ оставляет желать лучшего. В зону возникновения рисков попадают и объекты, которые по тем или иным критериям не могут быть отнесены к уникальным зданиям, но требующие повышенного уровня ответственности всех участников строительства. Например, к этой категории можно отнести объекты, финансируемые за счет средств государственного бюджета.

Большинство участников строительства (застройщик, подрядчик, организация, осуществляющая строительный контроль) (Иллюстрация 1) поддерживают мнение, что устоявшаяся система контроля качества давно перестала соответствовать принципиально новым требованиям, которые, в свою очередь, имеют большую тенденцию к развитию. Такая система отвечает лишь базовым требованиям контроля и не может предоставить возможность комплексного анализа, который должен отражать полный спектр решений по возведению здания или сооружения. Вследствие этого проведение полного комплекса преобразований, ведущего к созданию утвержденной программы научно-технического сопровождения, является актуальной темой для решения постоянно возникающих вопросов и трудностей на всех этапах строительства [1].

Согласно МРДС 02–08, научно-техническое сопровождение строительства (НТСС) — это совокупность обширного спектра работ, выполнение которых производится особыми подразделениями на разных этапах строительства для контроля качественных характеристик объекта строительства, характеристик надежности, с учетом используемых нетиповых решений, особенностей монтажа, материалов [1].

К настоящему времени система НТСС, находясь на начальном пути развития, все больше является необходимостью при строительстве не только уникальных и важных программных объектов, но и для зданий и сооружений, имеющих статус культурного наследия и обладающих исторической ценностью.

Зарождение проведения НТСС в строительной отрасли появилось с вводом в действие ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» [2]. Список зданий и сооружений, при строительстве которых необходимо выполнение НТСС, дает понять, насколько серьезным намерением становится закрепление законодательством этого комплекса работ. Необходимость проведения НТСС и введение его обязательного исполнения подкреплено Постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 № 1521.

**Описание существующих проблем при решении трудностей, возникших на этапе строительства зданий и сооружений**

Зачастую застройщики и технические заказчики для решения определенных задач проводят поиск демпинговой подрядной организации, что, в свою очередь, является обманчиво правильным решением. При этом оказывается, что при выбранном пути решения проблемы совершенно отсутствует системный подход и планирование работ. Цель заказчика — как можно скорее найти исполнителя работ, с возможностью сэкономить на расходах.

Макетная последовательность действий при формировании работ по НТСС на деле имеет следующий вид: руководитель проекта считается ответственным, он, в свою очередь, привлекает знакомые организации, безусловно, не государственного значения, подрядчики становятся аффилированными организациями, ведь руководитель проекта обеспечивает финансирование этих организаций, и их своевременная оплата не всегда зависит от количества выявленных дефектов. В такой схеме не сохраняется суверенитет мнений. И организация, контролирующая производство работ, осуществляющая строительный контроль, не ставит во главу угла качество проверок.

Существует второй вариант развития событий — руководитель проекта обращается в коммерческие организации с запросом на выполнение работ и руководствуется при выборе принципом наименее затратного сопровождения, но уровень квалификации работников такой организации руководителем не обсуждается. По итогам проведения такого научно-технического сопровождения на объект привлекаются большое количество подрядчиков, работа которых часто не увязана между собой и управляется десятками договоров подряда, к обязательству которых исполнители относятся прямо пропорционально стоимости работ.

Заказчик обязан тщательно следить за юридической и налоговой прозрачностью таких организаций, требовать от подрядчиков всех технических отчетов и следить за соответствием требованиям всех контрольных инстанций. Естественно, что эти условия будут нести собой дополнительные затраты труда и времени. Но самый большой недостаток этой ситуации таков, что пропорционально росту количества мелких подрядчиков происходит увеличение рисков заказчика столкнуться с халатностью, безответственностью производителей работ, что ведет к снижению качества строительной продукции.

При выборе заведомо обманчивого пути развития событий — выбор демпинговых подрядных организаций, затраты заказчика на устранение дефектов, ошибки в установленной очередности производства работ, замена некачественных материалов, искажение технологии работ несравнимо больше, чем стоимость договора подряда на проведение научно-технического сопровождения.

Как показывает практика, наилучший вариант для проведения научно-технического сопровождения —

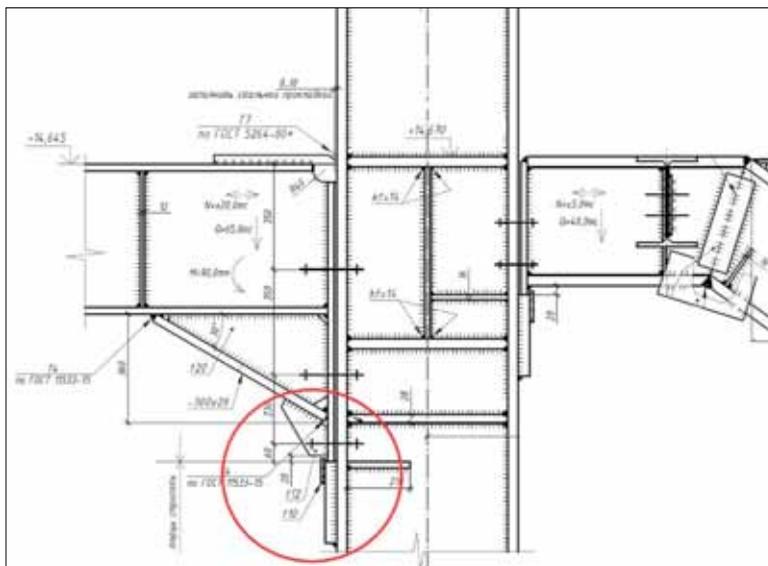


Иллюстрация 3. Проектные решения узла конструкций. Авторы: А. В. Ямов, Д. В. Когтева

привлечь организацию с широким профилем оказываемых услуг, обладающую собственной лабораторией, с высокой квалификацией специалистов, способных дать комплексную оценку рискам застройщика на всех этапах строительства. Обязательным условием проведения качественного научно-технического сопровождения является заранее утвержденная программа исследований.

#### Цели и показатели качества научно-технического сопровождения

Ниже авторами статьи предложены цели научно-технического сопровождения, которые обеспечат высокое качество, надежность и техническую безопасность эксплуатации возводимого объекта строительства:

- Необходимость в обеспечении качества выполняемых работ. Прежде всего, стоит обращать внимание на квалификацию и добросовестность подрядчика, ведь нередко нет возможности оценки этих качеств заранее. Часто исполнитель не уделяет должного внимания технологии, стремится к упрощению конструктивных решений, отраженных в проекте, по итогу чего появляются проблемы на протяжении всего срока эксплуатации объекта.
- Необходимость контроля материалов и конструкций, используемых на объекте при строительстве, и их соответствие проектным характеристикам. Нередко замена на более дешевые и менее качественные материалы приносит исполнителю прибыль, но снижает свойства конструкции здания,

а также приведет к дополнительным затратам средств застройщика.

- Необходимость в составлении корректной сметы подрядчиком, а также в контроле бюджетных средств и в отсутствии неоправданных расходов. Очень часто заказчик оказывается обманут путем завышения цены материалов и увеличения объемов работ.

Научно-техническое сопровождение строительства позволит четко соблюдать нормы законодательства, а также предоставит возможность обеспечить финансовую безопасность и спокойствие заказчика. Регулярная проверка соответствия конструкций, принятых решений, материалов гораздо выгоднее, чем проведение срезки, замены, исправления нарушений в конструкциях. Ввиду того, что компетенция заказчика в вопросах строительства не всегда соответствует должному уровню, что еще раз подтверждает необходимость привлечения квалифицированных кадров, способных производить научно-техническое сопровождение.

Если уделить внимание практической части применения НТСС на реальных объектах, обобщая накопленный опыт, можно с уверенностью сказать, что сопровождение безусловно должно стать неотъемлемой частью строительства на всех этапах возведения объекта.

Ниже представлен узел конструкции объекта, в рамках которого проводилось научно-техническое сопровождение строительства. Проектные решения узла конструкции выполнены верно, но с выполнением этого узла на строительной площадке возникло несоответствие проекту.



Иллюстрация 4. Выполненный узел конструкций.  
Фото: А. В. Ямов, Д. В. Когтева

Исполнитель работ не смог грамотно интерпретировать функции конструктивных элементов узла. Осуществил монтаж, не придавая значения возникающему зазору между балкой и опорным столиком, ошибочно считая, что данное опирание могло быть предусмотрено только лишь на время монтажного процесса.

#### Основные тезисы по НТСС

Успех результатов НТСС, а значит, и успех процессов изысканий, проектирования и строительства во многом зависит не только от правильно составленной программы НТСС, но и от уровня квалификации специалистов, выполняющих работы по сопровождению строительства [2].

Согласно МРДС 02–08, к проведению НТСС и мониторинга должны привлекаться организации, обладающие научно-техническими кадрами с профильным образованием и квалификацией, необходимой приборно-инструментальной базой, испытательной лабораторией, имеющей аккредитацию [3].

На первых этапах внедрения будет сложно перейти от устоявшейся системы, представленной строительным контролем, к более углубленному надзору и мониторингу за производством работ, но это послужит важным шагом к улучшению эффективности проверок, а в дальнейшем и качества выполненных строительных объектов, уменьшению непредвиденных затрат.

В первую очередь, для достижения наилучшего результата внедрения системы необходим нормативный документ, использование которого будет обязательным.

При формулировании необходимого и достаточного объема работ, проводимых в рамках НТСС, могут возникнуть трудности. На данном этапе важно учесть особенности объектов, провести анализ и систематизацию данных объектов, на которых уже было проведено пробное внедрение системы научно-технического сопровождения. Нужно обратить внимание и на то, что необходимо сформировать и нормы стоимости научно-технического сопровождения.

Для наиболее рационального определения стоимости работ на стадии планирования проведения сопровождения необходимо корректно провести конкурс на закупку среди научных организаций, которые готовы выполнить работы в рамках НТСС, с уточнением состава работ и их объемов.

Очень важно сосредоточить усилия на выпуске квалификационного стандарта для организаций, выполняющих НТСС, согласно которому специалисты будут проходить независимую оценку соответствия требованиям.

Стоит вносить сроки по научно-техническому сопровождению строительства в график производства работ с задержкой на тот срок, который укажет исполнитель работ НТСС, учесть также то время, которое может потребоваться для корректировки рабочей документации; исправление ошибок, отступлений от нормативной документации.

Каждая ошибка, еще более серьезнее — их совокупность, оказывает колоссальное влияние на дальнейшую безопасную эксплуатацию этих объектов. Практически доказано, что часть этих дефектов не может быть распознана в процессе проверки строительным контролем и экспертизой проектной документации, что еще раз подтверждает актуальность присутствия сторонней организации в виде государственного научного учреждения, которое смогло бы урегулировать споры сторон, предложить альтернативный вариант решения возникших трудностей.

Тема НТСС является абсолютно важной и своевременной. Прежде всего, стоит сократить количество технических и административных барьеров, ликвидировать межведомственные противоречия, дублирующие требования. Это приведет к повышению привлекательности строительной отрасли в целом, увеличению масштаба внедрения НТСС, в частности, увеличению масштабов применения инноваций, как прогрессивных отечественных, так и зарубежных технологий, так и новых материалов, изделий, машин и механизмов.

#### Заключение

Очень многие подрядные организации в части кадрового состава не в полной мере соответствуют предъявляемым требованиям к выполнению тех или иных работ. И стало понятно, что рядом с участниками строительного процесса должны быть специалисты, обладающие научным потенциалом в данной области, которые могут дать рекомендации, как эффективно осуществлять процесс возведения зданий и сооружений.

В 2021 г. это выражено в консультациях, связанных с проектными решениями, консультациями, связанными с практикой строительства уникальных и технически сложных объектов. Но стоит также обратить внимание на объекты, которые по тем или иным параметрам не входят в группу уникальных и технически сложных зданий. Ведь рядом со специалистами, выполняющими разработку проектной документации, может присутствовать компетентная научная организация, которая в состоянии создать альтернативу тем решениям, которые применяются в проекте. Иногда заказчику необходим взгляд со стороны или так называемое «альтернативное мнение».

Эффект НТСС в рамках задачи по созданию нового норматива — это снижение сроков строительства, внедрение инновационных технологий, инновационных материалов, это тот инструмент, который позволит делать проще и понятнее проектные решения, выбранные методы в целом и, в частности, само производство работ. Причем научно-техническое сопровождение также должно рассматриваться в виде инструмента, который способствовал бы принятию нестандартных решений. Эта мысль на сегодняшний день, является главной. Необходимо понимать, что на протяжении возведения объектов возникает очень много различных ситуаций, в том числе «тупиковых» и, особенно, касающихся производства работ, ввиду того, что это достаточно сложный процесс, но, местами, имеющий существенные особенности по причине присутствия определенной специфики, которая связана, прежде всего, со срочностью, сложностью воз-

никающих задач, и, как показывает практика, в том числе, с недостаточной квалификацией кадров. Именно поэтому для комплексного решения всех вопросов необходимо научное сопровождение, в части контроля, на протяжении всего цикла производства работ.

### Список использованной литературы

- 1 Лapidус А. А. Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта // Вестн. МГСУ. — 2019. — Т. 14. — № 11 (134). — С. 1428–1437. — DOI 10.22227 / 1997–0935.2019.11.1428–1437.
- 2 Каширцев М. С. Осуществление научно-технического сопровождения строительства при возведении высотных зданий // Дни студенческой науки: сб. докл. науч.-техн. конф. по итогам науч.-исслед. работ студентов Ин-та строительства и архитектуры, Москва, 4–7 марта 2019 г. — М.: Нац. исслед. Моск. гос. строит. ун-т, 2019. — С. 1224–1226.
- 3 МРДС 02–08 Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных. — М.: ОАО КТБ ЖБ, 2008. — 77 с.
- 4 Постановление Правительства РФ № 145 от 05.03.2007 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий».
- 5 Постановление Правительства РФ № 815 от 28.05.2021 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», и о признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 г. № 985».
- 6 СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».
- 7 ГОСТ 27751–2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения».
- 8 СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07–85\* Нагрузки и воздействия».
- 9 СП 22.13330.2016 «СНиП 2.02.01–83\* Основания зданий и сооружений».
- 10 СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81\* Стальные конструкции».

### References

- 1 Lapidus A. A. Nauchno-tekhnicheskoe soprovozhdenie izyskanij, proektirovaniya i stroitel'stva kak obyazatel'nyj element dostizheniya trebuemyh pokazatelej projekta // Vestn. MGSU. — 2019. — T. 14. — № 11 (134). — S. 1428–1437. — DOI 10.22227 / 1997–0935.2019.11.1428–1437.
- 2 Kashircev M. S. Osushchestvlenie nauchno-tekhnicheskogo soprovozhdeniya stroitel'stva pri vozvedenii vysotnyh zdaniij // Dni studencheskoj nauki: sb. dokl. nauch.-tekh. konf. po itogam nauch.-issled. rabot studentov In-ta stroitel'stva i arhitektury, Moskva, 4–7 marta 2019 g. — M.: Nac. issled. Mosk. gos. stroit. un-t, 2019. — S. 1224–1226.
- 3 MRDS 02–08 Posobie po nauchno-tekhnicheskomu soprovozhdeniyu i monitoringu stroyashchihsya zdaniij i sooruzhenij, v tom chisle bol'sheproletnyh, vysotnyh i unikal'nyh. — M.: ОАО КТБ ЖБ, 2008. — 77 s.
- 4 Postanovlenie Pravitel'stva RF № 145 ot 05.03.2007 «O poryadke organizacii i provedeniya gosudarstvennoj

ekspertizy proektnoj dokumentacii i rezul'tatov inzhenernyh izyskanij».

- 5 Postanovlenie Pravitel'stva RF № 815 ot 28.05.2021 «Ob utverzhdenii perechnya nacional'nyh standartov i svodov pravil (chastej takih standartov i svodov pravil), v rezul'tate primeneniya kotoryh na obyazatel'noj osnove obespechivaetsya soblyudenie trebovanij Federal'nogo zakona «Tehhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniij i sooruzhenij», i o priznanii utrativshim silu postanovleniya Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 4 iyulya 2020 g. № 985».
- 6 SP 385.1325800.2018 «Zashchita zdaniij i sooruzhenij ot progressiruyushchego obrusheniya. Pravila proektirovaniya. Osnovnye polozheniya».
- 7 GOST 27751–2014 «Nadezhnost' stroitel'nyh konstrukcij i osnovanij. Osnovnye polozheniya».
- 8 SP 20.13330.2016 «SNiP 2.01.07–85\* Nagruzki i vozdeystviya».
- 9 SP 22.13330.2016 «SNiP 2.02.01–83\* Osnovaniya zdaniij i sooruzhenij».
- 10 SP 16.13330.2017 «SNiP II-23-81\* Stal'nye konstrukcii».

Статья поступила в редакцию 25.10.2021.

Опубликована 30.03.2022.

### Alexander Yamov

Chief Engineer, Institute of construction and architecture, Ural Federal University (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation  
e-mail: a.v.iamov@urfu.ru  
ORCID ID: 0000-0002-0087-9110

### Darya Kogteva

Master, Department of Industrial and Civil Engineering, Engineer, Institute of construction and architecture, Ural Federal University (UrFU), Yekaterinburg, Russian Federation  
e-mail: kdaryav@inbox.ru  
ORCID ID: 0000-0002-9367-2441