

ISSN 3033-8360

Инспектирование и экспертиза в строительстве

Научно-технический журнал

Учредители:

Государственное бюджетное учреждение
города Москвы «Центр экспертиз, исследований
и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»)

Редакционная коллегия:**Главный редактор**

М.С. Риваненко,
Директор ГБУ «ЦЭИИС»

Члены редакционной коллегии:**Заместитель главного редактора**

К.П. Грабовый
доктор экономических наук, профессор

К.Ю. Кулаков,
доктор экономических наук, профессор

В.В. Бредихин,
доктор экономических наук, доцент

В.Я. Мищенко,
доктор технических наук, профессор

Б.Б. Хрусталёв,
доктор экономических наук, профессор

Ответственный секретарь редколлегии:

Н.Н. Лобанов,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Основан в 2025 году.

Выходит четыре раза в год

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ СРЕДСТВА
МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ:**

Серия ПИ №ФС77-90028 от 29.08.2025

Выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР)
Редакция оставляет за собой право технического
редактирования публикуемых материалов. Авто-
ры публикуемых материалов несут ответствен-
ность за достоверность приведенных сведений,
за отсутствие данных, не подлежащих открытой
публикации и точность информации по цитиро-
ванной литературе. Редакция может опублико-
вать статьи в порядке обсуждения, не разделяя
мнение автора.

Оформление статей авторами производится в со-
ответствии с ГОСТ Р 7.0.7-2021. «Национальный
стандарт Российской Федерации. Система стан-
дартов по информации, библиотечному и изда-
тельскому делу. Статьи в журналах и сборниках.
Издательское оформление».

Редакция не несет ответственности за
достоверность сведений в рекламных
материалах.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Компьютерная верстка издательства
ООО ИИА «Просветитель»,
отв. В.В. Иванов,

Подписано в печать 30.06.2026

Тираж 1000 экз.

Адрес редакции: 109052, г. Москва, Рязанский
проспект, д.13.

Тел.: 8-(915)-113-65-67

E-mail: ceiis@str.mos.ru



Директор ГБУ «ЦЭИИС»,
Главный редактор

М.С. Риваненко

Уважаемые коллеги!

Редакция научно-технического журнала «Инспектирование и экспертиза в строительстве», учрежденного ГБУ «ЦЭИИС», получила положительные отзывы о первом номере, что подтверждает правильность выбранной тематики. Мы благодарим всех наших читателей за проявленный интерес и надеемся, что второй номер также привлечёт внимание профессионального сообщества.

Этот выпуск посвящён двум важнейшим и неразрывно связанным темам: различным аспектам судебной экспертизы и современным инструментальным методам, применяемым при обследовании объектов строительства. Такой выбор не случаен: цена ошибки в строительстве сегодня крайне высока, а требования к объективности и достоверности экспертных заключений постоянно растут.

Судебная строительно-техническая экспертиза решает широкий спектр задач. Это не только определение стоимости или качества работ, но и выявление причин возникновения деформаций и дефектов конструкций, способных привести к серьёзным последствиям. В работе эксперта нет места случайностям: любые измерения должны выполняться на высокотехнологичном оборудовании с максимальной точностью, поскольку именно они становятся основой любого заключения. Современная экспертиза — это уже не просто субъективное мнение специалиста, а строгая наука, опирающаяся на точные данные, полученные с помощью передовых технологий.

На страницах этого выпуска вы также найдёте статьи, посвящённые актуальным вопросам сметных расчётов и рыночной оценки стоимости строительных работ и материалов для целей судебной экспертизы.

Мы помним, что успех любой отрасли зависит от свежего взгляда и энергии молодых кадров. В условиях современных вызовов вовлечение студентов и выпускников в реальную работу требует не просто стажировок, а полноценных программ интеграции. Именно поэтому вместе с экспертами отрасли мы публикуем статьи студентов строительных вузов.

Весь наш коллектив искренне надеется, что материалы этого номера будут для вас не только интересны, но и полезны в практической работе. Приглашаем всех к дискуссии и ждём ваших статей, в которых вы поделитесь собственным опытом применения приборных методов и новыми подходами в судебной экспертизе.

С уважением,

Редакция журнала
«Инспектирование и экспертиза в строительстве»

СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Бутырин А.Ю., Фурсенко Т.И.

Метод сравнительного анализа в исследовании
судебной строительно-технической экспертизы 4

Вачарадзе Д.А., Романченко И.П.

Применение отечественного программного комплекса «NANOCAD»
в судебно-экспертной деятельности 9

Попова Л.Б.

Определение сметной стоимости работ по рыночным расценкам для судебной
строительно-технической экспертизы 14

Назарова А.Г.

Территориальные сметные нормативы (ТСН) как ключ к справедливой стоимости в судебных спорах 18

Ключ В.Р., Лобова В.В.

Некоторые подходы к обследованию технического состояния объектов капитального ремонта при
решении задач судебной строительно-технической экспертизы 23

Лобова В.В., Ключ В.Р.

Процедура проведения строительно-технической экспертизы отдельных элементов инженерно-
технических систем зданий 27

ИССЛЕДОВАНИЯ

Кабанов Д.С.

Зависимость прочности стяжки пола от ее плотности 31

ИНСПЕКЦИИ

Козлов А.П., Прокофьев Р.А.

Использование методов акустической эмиссии для диагностики усталостных трещин в металлических
конструкциях 36

Крышов С.И., Киселева Н.В.

Экспресс-энергоаудит административного здания 40

ИСПЫТАНИЯ

Жеглова Е.Л., Поярков О.Я., Спирин А.Н.

Взаимодействие с предприятием-изготовителем по вопросам контроля качества и испытаний
образцов напольных покрытий 46

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ

Гагулаев А.В., Зиядов Ч.Ш., Разрезова К.В., Щелоков Ю.А.

Экспериментальное исследование звукоизоляции многослойных бескаркасных
монолитных конструкций 52

Founders:

State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction» (GBU «CEIS»)

Editorial Board:**Editor-in-Chief**

M.C. Rivanenko,
Director of GBU «CEIS»

Members of the Editorial Board:

Deputy Editor-in-Chief

K.P. Grabovyy
Doctor of Economics, Professor

K. Y. Kulakov,
Doctor of Economics, Professor

V.V. Bredikhin,
Doctor of Economics, Associate Professor

V.Y. Mishchenko,
Doctor of Technical Sciences, Professor

B. B. Khrustalev,
Doctor of Economics, Professor

Executive Secretary of the Editorial Board:

N. N. Lobanov,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, senior researcher

Founded in 2025. Published quarterly

CERTIFICATE OF REGISTRATION OF A MASS MEDIA OUTLET:

PI series No. FS77-90028 dated 29.08.2025
Issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR)

The editorial staff reserves the right to make technical changes to the published materials. The authors of published materials are responsible for the accuracy of the information provided, for the lack of data that is not subject to public publication, and for the accuracy of information on the cited literature. The editorial board can publish articles in the order of discussion, without sharing the opinion of the author.

Authors' articles are designed in accordance with GOST R 7.0.7-2021. National standard of the Russian Federation. System of standards for information, library and publishing. Articles in journals and collections. Publishing design».

The editorial board is not responsible for the accuracy of information in advertising materials.

When reprinting, a link to the journal is required.

Publishing house LLC IPA "Prosvetitel"
Editor of the publishing house V.V. Ivanov

Editorial office address: 13 Ryazansky Prospekt, Moscow, 109052.
Phone number: 8-(915)-113-65-67
E-mail: ceiis@str.mos.ru

Butyrin A.Yu., Fursenko T.I.

Comparative Analysis Method in Research of Forensic Construction and Technical Expertise.....4

Vacharadze D.A., Romanchenko I.P.

Application of the Domestic Software Package "NANOCAD" in Forensic Expertise9

Popova L.B.

Determining the Estimated Cost of Work at Market Rates for Forensic Construction and Technical Expertise 14

Nazarova A.G.

Territorial Estimate Standards (TES) as a Key to Fair Value in Litigation..... 18

Klyus V.R., Lobova V.V.

Some Approaches to Surveying the Technical Condition of Capital Repairs in Forensic Construction and Technical Expertise.....23

Lobova V.V., Klyus V.R.

Construction and Technical Assessment Procedure for Individual Elements of Building Engineering Systems27

RESEARCH

Kabanov D.S.

Dependence of Floor Screed Strength on Its Density31

INSPECTIONS

Kozlov A.P., Prokofiev R.A.

Use of Acoustic Emission Methods for Diagnosing Fatigue Cracks in Metal Structures.....36

Kryshov S.I., Kiseleva N.V.

Express Energy Audit of an Administrative Building40

TESTING

Zheglova E.L., Poyarkov O.Ya., Spirin A.N.

Interaction with the manufacturer on quality control and testing of flooring samples ...46

NEW MATERIALS AND STRUCTURES

Gagulaev A.V., Ziyadov Ch.Sh., Razrezova K.V., Shchelokov Yu.A.

Experimental study of sound insulation of multilayer frameless monolithic structures.....52

УДК 347.948.2

Бутырин А.Ю.,
Фурсенко Т.И.

Метод сравнительного анализа в исследовании судебной строительно-технической экспертизы

Бутырин А.Ю.¹, Фурсенко Т.И.¹¹Федеральное бюджетное учреждение Российский федеральный центр судебной экспертизы имени профессора А.Р. Шляхова при Министерстве юстиции Российской Федерации.

Аннотация. Судебная строительно-техническая экспертиза представляет собой комплекс существенно различающихся исследований. Каждое из этих направлений детально проработано специалистами в рамках узкой предметной области, однако у представителей экспертного сообщества зачастую наблюдается поверхностное представление о других видах исследований в этой сфере и о судебной строительно-технической экспертизе в целом. Расширение знаний о всём спектре исследований, осуществляемых экспертами-строителями, способно стать катализатором развития каждого из направлений. Одним из эффективных инструментов формирования такого комплексного понимания выступает метод сравнительного анализа отдельных видов судебной строительно-технической экспертизы. В настоящей статье авторами принята попытка рассмотреть потенциал данного подхода.

Ключевые слова: Судебная строительно-техническая экспертиза, метод сравнительного анализа, вид судебного строительно-технического исследования, качество строительства, причины разрушения строительного объекта, реальный раздел жилого дома

Введение

При всем многообразии видов исследований, проводимых в рамках производства судебной строительно-технической экспертизы (далее – ССТЭ), каждый отдельно взятый эксперт специализируется на одном (реже – двух-трех) ее видах. Таким же путем идет изучение судебно-экспертной практики, то есть научно-методическая работа имеет логичный либо сегментный характер.

Данное обстоятельство не позволяет увидеть картину в целом, представить всю палитру существенно отличающихся друг от друга познавательных актов, совершаемых при производстве ССТЭ в ее широком толковании.

Такая разрозненность на современном, достаточно высоком уровне развития ССТЭ представляется архаичной, что создает предпосылки для попытки сформировать о ней общее представление, охватив при этом всю многогранность данного направления в судебно-экспертной деятельности.

Решить эту задачу в первом приближении возможно, используя метод сравнительного анализа, достаточно широко и успешно применяемый в процессе познания. Активно используемый еще во времена античности [1], сегодня этот метод позволяет перейти от описательной функции, дающей ответы на вопросы: «что?», «где?», «когда?» к объяснению и выявлению каузальных связей, отвечая на вопросы «как?», «зачем?», «почему?».

Сравнение при этом представляется не просто методом, а исследовательской методологической стратегией, исследовательским мировоззрением [2, с.166], позволяющим выявить общие черты и различия сопоставляемых видов исследования, раскрыть их содержание, определить «сильные» и «слабые» стороны складывающейся экспертной практики, выявить основные проблемы, присущие сравниваемым судебно-экспертным ситуациям, предложить пути и средства их решения, а в конечном итоге – сформировать более полное и детализированное знание о ССТЭ в реалиях сегодняшнего дня.

Исследование

Каждый вид исследований определяется множеством показателей. Применяя сравнительный анализ к исследованиям, проводимым в рамках ССТЭ, следует выделить те подлежащие сравнению их характеристики, которые будут иметь наибольшее значение для теории и практики.

Таковыми, на наш взгляд, будут:

- объекты, предмет и хронологическая направленность исследований, их содержание и сложность, используемые методы;
- структура и содержание специальных знаний, реализуемых экспертом;
- распространенность (востребованность) исследований в судопроизводстве; их инструментальное обеспечение;
- возможность (целесообразность) и пределы использования современных технологий, интегрированных с искусственным интеллектом при проведении тех или иных видов исследований;
- число экспертов, необходимых для их проведения.

Существенное значение имеют такие характеристики исследований, как их расположенность к совершенствованию и привлекательность для освоения экспертами.

Сравнение в данном случае должно включать в себя определенное абстрагирование: конкретные экспертизы не будут рассматриваться как таковые. Каждая экспертиза уникальна. Здесь же будет осуществлено их внутривидовое обобщение, лишаящее экспертизы их уникальности и конкретности.

При таком подходе сравнительный анализ показывает единство и взаимосвязь общих начал исследований, проводимых судебными экспертами-строителями, а также очевидные их различия. Так, эти исследования имеют разную хронологическую направленность:

- ретроспективную, актуалистическую и прогностическую;
- при их проведении реализуются специальные знания в области строительства и эксплуатации зданий и сооружений, однако каждый вид исследования требует использования «своего» сегмента общего объема этих знаний, при этом в одних случаях бывают задействованы исключительно «строительно-технические» знания, а в других не обойтись без логики, вопросов причинности и детерминизма;
- одни – относительно просты и могут быть выполнены экспертом за несколько рабочих дней, другие – сложны и трудоемки, требуют значительных временных затрат экспертов;
- все исследования включают в себя элемент сопоставления, однако каждое из них предполагает сопоставле-

ние характеристик объекта экспертизы с неповторяющимся на практике «набором» норм, правил, регламентов и предписаний.

Большинство исследований могут быть проведены силами судебно-экспертного учреждения (организации), другие требуют привлечения «сторонних» специалистов и (или) задействования «чужих» технических средств, инструментов и оборудования.

Этот перечень общих черт и различий, не являющийся, разумеется, исчерпывающим и законченным, может быть проиллюстрирован описанием ряда распространённых в судопроизводстве видов исследований, проводимых при производстве ССТЭ. Рассмотрим их подробнее.

1. Определение качества продукции строительного производства (на профессиональном сленге — «нормативно-техническое исследование») требует от эксперта достаточно обширного и постоянно пополняющегося объема специальных строительно-технических знаний, учитывая стремительное развитие технологий, использование постоянно обновляющегося ассортимента материалов, изделий и конструкций, а также применяемых объемно-планировочных и конструктивных решений в строительстве.

Определение качества сводится преимущественно к установлению соответствия технических характеристик зданий, сооружений, помещений, а также отдельных узлов и деталей требованиям строительных норм и правил. Здесь необходимо владеть полной информацией о системе нормативно-технической документации в строительстве, иметь устойчивые навыки использования этой системы для решения экспертных задач.

Востребованность данного вида исследований достаточно высока в связи с тем, что при активном внедрении инноваций качество строительства в целом по стране оставляет желать лучшего, что неизбежно создает условия для формирования спорных ситуаций, рассмотрение и разрешение которых осуществляется в судебном порядке.

Подвергая сомнению функциональные, эксплуатационные и другие свойства задействованных при строительстве изделий и материалов, эксперт прибегает к инструментальным исследованиям. Многообразие объектов, бесконечное число их свойств делают нецелесообразным «перегружать» экспертное учреждение (организацию) непомерно широкой номенклатурой технических средств и оборудования, которые, к тому же, требуют периодической поверки и калибровки, а в течение короткого времени — устаревают, так как современная техника, стремительно совершенствуясь, обновляется.

Прагматичнее будет проводить инструментальные исследования в специализированных «сторонних» лабораториях, привлекая их сотрудников к производству ССТЭ в строгом соответствии с требованиями процессуального законодательства.

Отдельно следует сказать о методическом судебно-экспертном обеспечении этого вида исследования. Не считая нескольких работ методического характера [3, 4], оно отсутствует. И это объяснимо. Традиционный подход, при котором для решения каждой типовой экспертной задачи разрабатываются методические рекомендации, представляется здесь бесперспективным по двум причинам.

Первая заключается в том, что эти исследования практически не имеют «правовой» специфики, отличающей су-

дебно-экспертные исследования от просто «экспертных», то есть процессуальный режим, в котором осуществляется судебно-экспертная деятельность, в этой части не оказывает какого-либо влияния на методическую основу, порядок и характер исследовательских действий, что обычно бывает побудительным мотивом для разработки методических рекомендаций.

Вторая причина — безразмерный и «открытый» для пополнения перечень видов продукции как строительного производства, так и продукции индустрии строительных материалов, изделий и конструкций. Потребовалась бы разработка не поддающихся счету «методичек», каждая из которых была бы использована в разовом порядке.

Такой подход, разумеется, нецелесообразен, что позволяет прогнозировать подготовку некой «всеохватной» методики, предполагающей общие и универсальные алгоритмы экспертных действий, направленных, в конечном итоге, на установление качества объекта экспертизы.

Содержательную сторону планируемых исследований с подробной детализацией, обусловленной спецификой объекта экспертизы, следует формировать с учетом современных достижений науки и техники, используя, в частности, интеграцию искусственного интеллекта (далее — ИИ) с технологией BigData, позволяющую анализировать в короткое время весьма значительное количество информации и предлагать обоснованное решение в каждой судебно-экспертной ситуации. При этом экспертов следует рассматривать не только как «потребителей» данных, накапливаемых в нейросетях, но и как «поставщиков» в пространство ИИ информации о ходе и результатах конкретных экспертных исследований, формируя и пополняя этим методическую базу проведения исследований данного вида.

При таком подходе потребность в разработке неких «экспертных» методик установления качества продукции строительного производства будет восприниматься экспертным сообществом как анахронизм и со временем утратит свою актуальность.

2. Определение возможности и разработка вариантов реального раздела домовладений (иной недвижимости) между собственниками в соответствии с условиями, заданными судом (на профессиональном сленге — «разделы»).

Проведение этого вида исследований в отличие от описанного выше не требует в подавляющем числе случаев фундаментальных строительно-технических знаний. Их область, в основном, ограничивается знанием конструктивных и объемно-планировочных особенностей малоэтажного строительства. Этим объясняется один из парадоксов судебно-экспертной практики: в судебных процессах, связанных с разделом недвижимости зачастую в качестве экспертов, принимают участие «сведущие лица», не имеющие базового высшего «строительного» образования. Трудно себе представить судебно-медицинского эксперта без соответствующего «профильного» диплома, судебный эксперт-строитель же без профильного образования — явление в судопроизводстве нередкое.

Вместе с тем, в отличие от установления качества строительства, «разделы» требуют от эксперта развитого пространственного прогностического мышления, умения сначала представить, а затем «изобразить» графически «преобразованный» разделом жилой дом либо комплекс построек, расположенных на спорном земельном участке.

- Нужны здесь эксперту и навыки проведения сметных расчетов (также не самого высокого уровня сложности) — для определения величины расходов, связанных с проведением строительных работ, сопровождающих изменение планировки помещений «разделенного» объекта недвижимости.

В отличие от востребованных практикой нормативно-технических исследований, «разделы», широко распространенные в судопроизводстве конца прошлого и начала этого века, в настоящее время занимают весьма скромные позиции в общем объеме производства ССТЭ. Объясняется это, прежде всего, тем, что общедолевая собственность как форма владения и распоряжения недвижимостью утрачивает свою привлекательность в силу той конфликтности, которая неизбежно сопровождает ситуации, в которых у одной вещи законом закреплено несколько хозяев. Но в судах общей юрисдикции еще рассматриваются и разрешаются такие споры о праве собственности и назначаются экспертизы.

В отличие от нормативно-технических исследований, «разделам» было уделено значительное внимание разработчиками методических рекомендаций, поскольку способы решения экспертных задач в этой части не определялись какими-либо нормативными документами и могли быть сформированы и внедрены в практику только судебным экспертным сообществом [5,6,7].

Во многом значимость и убедительность заключения эксперта для его адресата (судьи, истца, ответчика) здесь определяются тем, как представляются и воспринимаются графические изображения объектов недвижимости, преобразованных реальным разделом. Выполнить эту работу на современном уровне позволит использование технологий информационного моделирования (ТИМ) — пространственного процесса, основанного на 3D-модели, интегрированного с ИИ. Такой подход обеспечит как безошибочность разработки вариантов раздела, так и максимальную доступность для понимания, наглядность ее результатов всеми участниками судебного процесса.

3. Установление причин и обстоятельств несчастного случая на строительной площадке (на профессиональном сленге — «несчастные случаи») предполагает наличие у эксперта специальных знаний более сложной структуры, чем рассмотренные выше исследования.

Кроме собственно строительно-технических знаний здесь необходимо знание вопросов причинности и детерминизма, изучение которых — вне программ вузовской подготовки инженеров-строителей. При этом следует отметить, что в категориях «причина — следствие», «условия — обстоятельства» плохо разбираются не только судебные эксперты, но и следователи, судьи, прокуроры и адвокаты. Этот труднообъяснимый пробел в знаниях субъектов судопроизводства был присущ им в прошлом и не изжит до настоящего времени.

Соответственно, применительно к этому виду исследований следует говорить не столько о развитии, сколько о приведении к должному уровню профессиональной подготовки экспертов, привлекаемых к уголовному расследованию дел, связанных с травмированием и гибелью работников в ходе строительного производства.

Специфика данных исследований заключается также в том, что эксперт изучает не статичный (в его сознании)

объект непосредственно, как при определении качества строительства или при разделе недвижимости, а исследует созданную им динамическую модель (мысленную или компьютерную) произошедшего в прошлом события (несчастного случая). Это требует от эксперта развитого абстрактного мышления и профессионального умения реализовывать результаты этого мышления в процессуальной форме в границах его компетенции, определенных законом.

Число назначаемых экспертиз этого вида было и остается весьма значительным, поскольку проблема обеспечения безопасности труда в строительстве всегда была актуальной и ощутимых предпосылок для улучшения этой ситуации на сегодняшний день не наблюдается.

4. Установление причин и обстоятельств аварий и обрушений зданий и сооружений (на профессиональном сленге — «обрушения») возможно с использованием специальных знаний, схожих по своей структуре и содержанию со знаниями экспертов, специализирующихся на «несчастных случаях», но «усиленных» такими дисциплинами, как «сопротивление материалов», «теоретическая механика», «строительная механика» и др., то есть это самые наукоемкие исследования, проводимые при производстве ССТЭ.

Здесь также объект экспертизы рассматривается в динамике того деструктивного процесса, в который он был вовлечен. Но если при расследовании несчастных случаев в центре внимания эксперта находится потерпевший (работник), то здесь рассматриваются деформированные в результате аварии отдельные конструкции либо строительный объект в целом. Моделируется в данной ситуации деструктивный процесс, приводящий к обрушению здания или сооружения. Эта модель, в конечном итоге, дает ответы на вопросы о причине, условиях, обстоятельствах и механизме произошедшего события.

Аварии и разрушения происходят нечасто, поэтому формировать группу экспертов (а это, как правило, комплексная или комиссионная экспертиза) приходится каждый раз заново — в зависимости от конструктивной специфики строительного объекта. И если все рассмотренные выше виды исследований могут проводиться автономно, то есть силами конкретного судебно-экспертного учреждения (организации), то здесь не обойтись без привлечения «сторонних» экспертов, обладающих узкоспециальными (но высококвалифицированными) знаниями. Это могут быть знания о металлоконструкциях, строительных деталях из древесины или полимеров, железобетонных конструкциях, проектировании промышленных зданий, уникальных сооружений и пр.

Производству таких экспертиз сопутствуют традиционные ментальные, поведенческие и деятельностные проблемы, связанные с необходимостью коллективной работы. Совместную познавательную деятельность должна осуществлять группа специалистов, не имеющих, как правило, судебно-экспертной подготовки, прошедших разные школы своего профессионального становления, с различными формами мышления и стилями своих суждений, в том числе — письменного. Учитывая это, организатором экспертной работы (не имеющим, впрочем, никаких процессуальных преимуществ) должно стать сведущее лицо, основной задачей которого будет сведение воедино ряда самостоятельных исследований различных сторон строительного объекта в заключении эксперта таким образом, чтобы этот документ в пол-

ной мере отвечал требованиям закона, а его содержание было бы доступно для понимания неспециалистом.

При том, что в настоящее время на практике применяются постоянно совершенствующиеся программные комплексы, позволяющие проводить прочностные расчеты работающих под нагрузкой строительных конструкций, судебно-экспертные исследования этого вида остаются весьма трудоемкими и требуют значительных временных затрат.

Оптимизировать работу экспертов позволит внедрение современных технологий, интегрированных с ИИ. Это обеспечит создание сначала статической (как при проведении исследований, связанных с «разделами»), а затем и динамической модели строительного объекта, демонстрирующей процесс возникновения и развития разрушительных процессов, приведших, в конечном итоге, к аварии. Соответственно, обоснование установленных экспертами причин, условий, обстоятельств и механизма разрушения объекта будет иметь ту наглядность и достоверность, которые необходимы в процессе доказывания по делу.

Выводы

Возможность изучения ССТЭ с использованием метода сравнительного анализа отдельных видов исследований, осуществляемых при ее производстве, демонстрирует общую теоретическую, методическую, организационную и правовую основы работы судебных экспертов-строителей, раскрывая при этом специфические черты каждого из них.

Это позволит оптимизировать процесс профессиональной подготовки экспертов, рационально сочетая общие и узкоспециализированные программы их обучения; обеспечит взвешенность и обоснованность принятых решений по техническому оснащению подразделений ССТЭ в судебно-экспертных учреждениях и организациях. Выявляя закономерности и тенденции развития и трансформации отдельных видов ССТЭ, метод сравнительного анализа позволяет проверять гипотезы и теоретические построения, предшествующие их практическому воплощению, обеспечить обоснованность критических оценок судебно-экспертного опыта и выводов, которые могут быть использованы для решения прикладных задач и развития научных знаний о ССТЭ.

В перспективе, учитывая поступательное движение научно-технического прогресса, метод сравнительного анализа будет играть еще более важную роль во всестороннем развитии ССТЭ, поскольку позволяет выявлять новые закономерности и тенденции, разрабатывать новые теории и методические модели решения экспертных задач, отвечающие постоянно растущим потребностям современного судопроизводства.

Список использованных источников

1. Аристотель. Политика. Соч. в 4-х т. М., 1983.
2. Симановский С.И. Сравнительный анализ как метод исследования в политической науке // Вестн БДПУ. 2002. С. 165–171.
3. Чудиевич А.Р. Методика экспертного решения вопроса о соответствии технических характеристик заполнений оконных проемов из профилей ПВХ со стеклопакетами требованиям нормативно-технической документации // ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России. М., 2007.
4. Бутырин А.Ю., Чудиевич А.Р., Луковкина О.В. Определение видов, объемов, качества и стоимости строительно-монтажных и специальных работ по возведению, ремонту (реконструкции) строительных объектов: Методические рекомендации для экспертов // ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России. М., 2012.
5. Бутырин А.Ю., Граббе Т.А., Попова И.И. и др. Определение технической возможности и разработка вариантов преобразования жилого дома как элемента домовладения в соответствии с условиями, заданными судом: Методические рекомендации для экспертов // ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России. М., 2012.
6. Братская И.Г., Бутырин А.Ю., Граббе Т.А., и др. Определение технической возможности и разработка вариантов преобразования земельного участка спорного домовладения в соответствии с условиями, заданными судом: Методические рекомендации для экспертов // ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России. М., 2012.
7. Бутырин А.Ю., Граббе Т.А., Соколов Ю.Б. и др. Определение технической возможности и разработка вариантов преобразования административных и складских зданий в соответствии с условиями, заданными судом: Методические рекомендации для экспертов // ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России. М., 2012.

Об авторах:

Бутырин Андрей Юрьевич, — начальник отдела строительно-технической экспертизы ФБУ РФЦСЭ им. профессора А.Р. Шляхова при Минюсте России, д. юр. н., профессор;
e-mail: stroisud@mail.ru

Фурсенко Татьяна Ивановна, — старший делопроизводитель отдела строительно-технической экспертизы ФБУ РФЦСЭ им. профессора А.Р. Шляхова при Минюсте России;
e-mail: vdtatyana@yandex.ru

A COMPARATIVE ANALYSIS METHOD IN THE STUDY OF FORENSIC CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

Butyrin A.Yu.¹, Fursenko T.I.¹

¹ Federal Budgetary Institution, Russian Federal Center for Forensic Examination named after Professor A.R. Shlyakhov under the Ministry of Justice of the Russian Federation

UDC 347.948.2

Abstract:

Forensic construction and technical expertise is a complex of significantly different studies. Each of these areas has been worked out in detail by specialists within a narrow subject area, however, representatives of the expert commu-

nity often have a superficial understanding of other types of research in this area and of forensic construction and technical expertise in general. The expansion of knowledge about the entire range of research carried out by construction experts can become a catalyst for the development of each of the areas. One of the effective tools for forming such

a comprehensive understanding is the method of comparative analysis of certain types of forensic construction and technical expertise. In this article, the authors attempt to consider the potential of this approach.

Keywords: Artificial intelligence, forensic construction and technical expertise, Big Data technology, laser scanning, robotization, object recognition system, causal research

References:

1. Aristotle. *Politics*. Works in 4 volumes. Moscow, 1983.
2. Simanovsky, S.I. *Comparative Analysis as a Research Method in Political Science* // *Vesti BDPU*. 2002. pp. 165-171.
3. Chudievich, A.R. *Methodology for Expert Resolving the Issue of Conformity of Technical Characteristics of Window Opening Fillings Made of PVC Profiles with Double-glazed Windows to the Requirements of Regulatory and Technical Documentation* // *Federal Budgetary Institution Russian Center for Forensic Expertise under the Ministry of Justice of the Russian Federation*. Moscow, 2007.
4. Butyrin, A.Yu., Chudievich, A.R., Lukovkina, O.V. *Determining the Types, Volumes, Quality, and Cost of Construction, Installation, and Specialized Work on the Erection, Repair (Reconstruction) of Construction Projects: Methodological Recommendations for Experts* // *Federal Budgetary Institution Russian Center for Forensic Expertise under the Ministry of Justice of the Russian Federation*. M., 2012.
5. Butyrin A. Yu., Grabbe T. A., Popova I. I., et al. *Determining the technical feasibility and developing options for transforming a residential building as an element of a household in accordance with the conditions set by the court: Methodological recommendations for experts* // *Federal Budgetary Institution of the Russian Center for Forensic Expertise under the Ministry of Justice of the Russian Federation*. M., 2012.
6. Bratskaya I. G., Butyrin A. Yu., Grabbe T. A., et al. *Determining the technical feasibility and developing options for transforming the land plot of a disputed household in accordance with the conditions set by the court: Methodological recommendations for experts* // *Federal Budgetary Institution of the Russian Center for Forensic Expertise under the Ministry of Justice of the Russian Federation*. M., 2012.
7. Butyrin A. Yu., Grabbe T. A., Sokolov Yu. B., et al. *Determining the technical feasibility and developing options for transforming administrative and warehouse buildings in accordance with the conditions set by the court: Methodological recommendations for experts* // *Federal Budgetary Institution of the Russian Center for Forensic Expertise under the Ministry of Justice of Russia*. M., 2012.

Information about the authors

Butyrin Andrey Yurievich, — Head of the Department of Construction and Technical Expertise at the Federal State Institution Russian Federal Center for Forensic Expertise named after Professor A.R. Shlyakhov under the Ministry of Justice of the Russian Federation, Doctor of Law, Professor; e-mail: stroisud@mail.ru

Fursenko Tatyana Ivanovna, — Senior Clerk of the Department of Construction and Technical Expertise at the Federal State Institution Russian Federal Center for Forensic Expertise named after Professor A.R. Shlyakhov under the Ministry of Justice of the Russian Federation; e-mail: vdtatyana@yandex.ru

Применение отечественного программного комплекса «NANOCAD» в судебно-экспертной деятельности

УДК
004.9:004.04:528.068

Вачарадзе Д.А.,
Романченко И.П.

Вачарадзе Д.А.¹, Романченко И.П.¹

¹«Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»).

Аннотация. В статье рассматриваются возможности и практика применения отечественного программного комплекса «папоCAD» в судебно-строительно-технической экспертизе. Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения технологического суверенитета экспертных учреждений в условиях санкционных ограничений и прекращения поддержки зарубежного программного обеспечения. Проанализированы функциональные возможности «папоCAD» на всех ключевых этапах производства экспертизы: анализ проектной документации, натурный осмотр объекта с фиксацией фактических геометрических параметров, камеральная обработка данных и выполнение поверочных расчётов (определение площадей, объёмов, уклонов), а также подготовка графических приложений к заключению эксперта в соответствии с требованиями ЕСКД и СПДС.

На конкретном примере расчёта объёма монолитных железобетонных конструкций продемонстрирована эффективность использования инструментов 3D-моделирования «папоCAD» для получения математически обоснованных и наглядных доказательств. Показано, что переход на «папоCAD» обеспечивает не только полноценное замещение функционала зарубежных САПР, но и даёт стратегические преимущества в виде защиты от санкционных рисков, информационной безопасности и адаптации к российским нормативным документам.

Ключевые слова: судебная строительно-техническая экспертиза, папоCAD, отечественное программное обеспечение, импортозамещение, технологический суверенитет, цифровая информационная модель, экспертное заключение, 3D-моделирование

Введение

Обеспечение технологической независимости российской судебно-экспертной деятельности в условиях беспрецедентного санкционного давления и ухода с рынка крупнейших зарубежных производителей программного обеспечения (ПО) является одной из приоритетных государственных задач [1, 2]. Судебная строительно-техническая экспертиза (ССТЭ), как одна из наиболее востребованных и высокотехнологичных процессуальных форм, напрямую зависит от надёжности и легитимности используемого инструментария. Прекращение поддержки и обновлений таких систем автоматизированного проектирования (САПР), как AutoCAD, Revit и другие, создаёт риски не только для непрерывности производства экспертиз, но и для достоверности и юридической значимости получаемых результатов.

В этой связи переход на национальные программные платформы становится не просто технологической необходимостью, а стратегическим направлением развития. Особое место в процессе импортозамещения занимает программный комплекс «папоCAD», разработанный АО «Нано-софт разработка» и включённый в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [3, 4]. Как показывают исследования последних лет, отечественные САПР достигли уровня зрелости, позволяющего решать широкий спектр инженерных задач, включая сложное трёхмерное моделирование и выпуск документации по национальным стандартам [5, 6].

Целью настоящей работы является анализ функциональных возможностей и практического опыта применения программного комплекса «папоCAD» на всех стадиях производства судебной строительно-технической экспертизы, а также обоснование его роли в обеспечении достоверности и технологического суверенитета экспертных заключений.

Основная часть

Процесс производства ССТЭ представляет собой многоэтапную процедуру, включающую анализ представленных материалов, натурный осмотр, выполнение инструментальных измерений, камеральную обработку данных, проведение поверочных расчётов и формирование заключения

с графическими приложениями. Эффективность и достоверность экспертизы напрямую зависят от качества и универсальности программного обеспечения, используемого на каждом из этих этапов. «папоCAD», обладая широким набором инструментов для двумерного черчения и трёхмерного моделирования, а также поддерживая форматы dwg и dxf, обеспечивает полную совместимость с большинством САПР, что критически важно при работе с разнородной исходной документацией [7, 8].

Успешный опыт внедрения платформы «папоCAD» в ведущих отраслевых организациях, таких как Научно-исследовательский институт проектирования, технологии и экспертизы строительства (НИИ ПТЭС) и АО «Нижневартовск-НИПИнефть», подтверждает её способность полностью заместить функционал зарубежных аналогов при решении задач обследования зданий, обмерных работ и подготовки отчётной документации [4, 9].

На первоначальном этапе экспертного исследования специалист работает с проектной и исполнительной документацией, предоставленной в электронном виде. Инструменты «папоCAD» позволяют выполнять предварительные обмеры по чертежам, проверять соответствие размеров и выявлять геометрические несоответствия в исходных данных.

Ключевым этапом является выезд на объект для натурального осмотра и проведения инструментальных испытаний. Применение высокоточного оборудования (лазерных дальномеров, тахеометров) позволяет зафиксировать фактические геометрические параметры здания или сооружения. Полученные координаты и размеры импортируются в среду «папоCAD», где на их основе формируется цифровая информационная модель объекта в её реальном состоянии. Как показывает практика ГБУ «ЦЭИИС», данный подход активно используется при геотехническом мониторинге, комплексных инженерно-технических обследованиях и фиксации результатов обмерных работ.

В качестве примера на рисунке 1 представлен план объекта, сформированный в «папоCAD» по результатам контрольных измерений геометрических параметров помещений и конструкций.

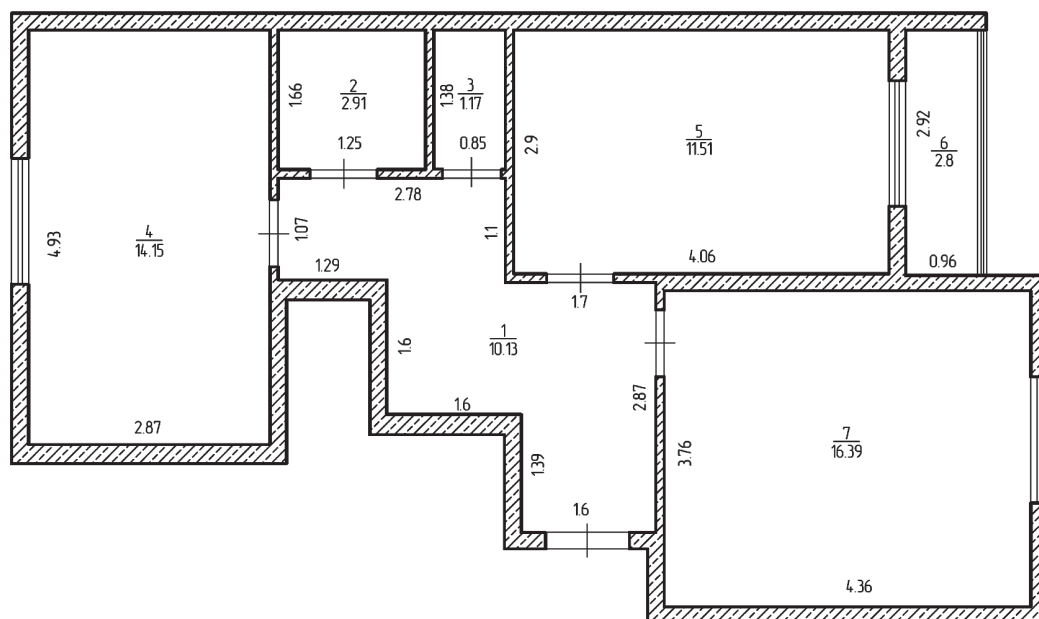


Рис.1. План объекта с нанесёнными фактическими размерами, полученными в ходе натурного осмотра.

Наиболее трудоёмкой частью работы эксперта является камеральная обработка полученных данных и выполнение математических расчётов. Программный комплекс «panoCAD» предоставляет для этих целей мощный вычислительный аппарат, включающий:

- автоматизированный подсчёт площадей замкнутых контуров с высокой точностью;
- расчёт объёмов строительных конструкций и материалов с использованием команд трёхмерного моделирования;
- определение уклонов поверхностей (в процентах и промилле), что необходимо при экспертизе кровель, полов и доступности для маломобильных групп населения;
- вычисление координат центров тяжести для оценки устойчивости и распределения нагрузок.

Особую ценность инструменты 3D-моделирования «nanoCAD» представляют при расчёте объёмов конструкций сложной геометрической формы, где аналитические методы расчёта становятся чрезмерно трудоёмкими и могут приводить к накоплению погрешностей. Примером может служить определение объёма бетона в монолитной плите перекрытия по несъёмной опалубке из профилированного листа, где бетон заполняет не только верхнюю полку, но и трапециевидные гофры.

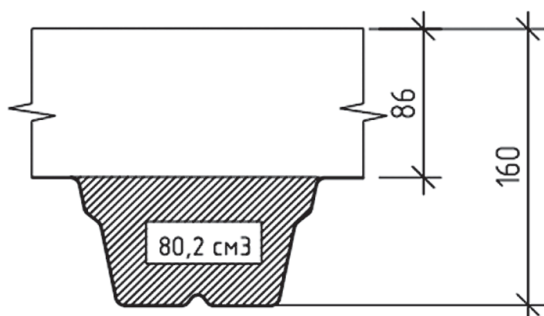


Рис.2. Фрагмент бетона, заполняющего гофры профнастила.

Экспертами выполняется построение трёхмерной модели фрагмента перекрытия с разделением на тело бетона, заполняющего волнистую часть профнастила (рис. 2), и тело плиты над гофрой (рис. 3).

Графический метод расчёта с использованием «папСОАД» позволил с высокой точностью определить объёмы монолитного железобетона, что отражено в таблицах 1 и 2.

Аналогичным образом в «nanoCAD» выполняется построение 3D-моделей фрагментов лестничных маршей (рис. 4) для последующего расчёта объёмов выполненных монолитных работ. Применение графического метода обе-

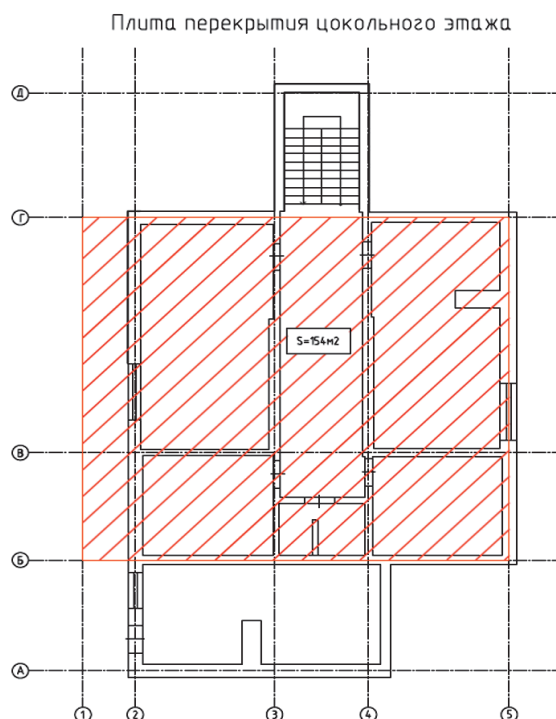


Рис.3. Плита перекрытия над гофрой.

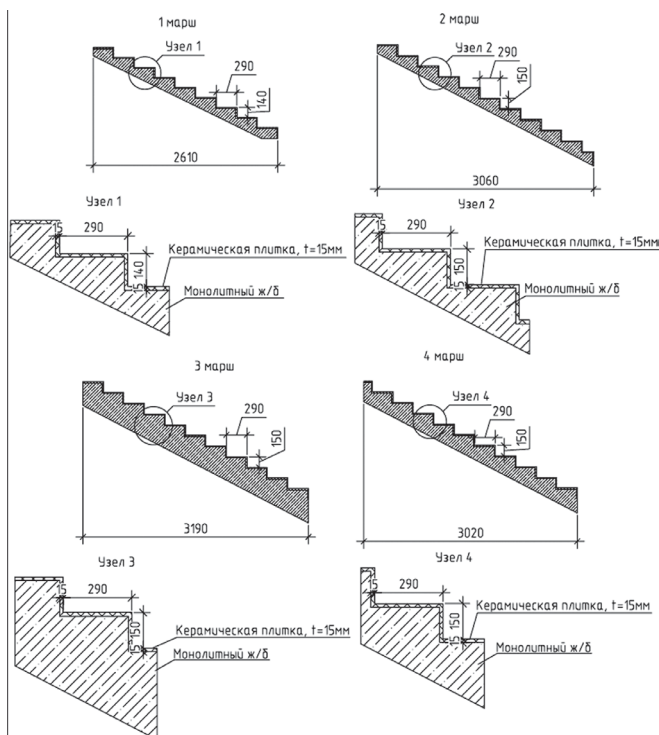


Рис.4. Фрагменты монолитных лестничных маршей в «napoCAD».

Таблица 1. Расчёт бетона, заполняющего волнистую часть профнастила

Наименование	Размерность
Длина профилированного листа, м	13,23
Площадь сечения гофры Н, м ²	0,008022
Количество широких гофр, шт.	61,5
Объём, м ³	$13,23 \times 0,008022 \times 61,5 = 6,527$

Таблица 2. Расчёт бетона в теле плиты над гофрой

Наименование	Размерность
Длина профилированного листа, м	13,23
Ширина плиты, м	11,65
Высота Н, м	0,086
Объём, м ³	$13,23 \times 11,65 \times 0,086 = 13,255$

сפעивает наглядность и математическую обоснованность выводов эксперта.

Заключительным этапом является формирование графического приложения к заключению эксперта. «napoCAD» содержит встроенные библиотеки элементов по ГОСТ и СП, а также специализированный модуль «СПДС», который автоматизирует оформление чертежей в строгом соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Системы проектной документации для строительства (СПДС). Практический опыт внедрения

показывает, что использование данного модуля позволяет повысить эффективность процесса оформления документации на 15–20% за счёт автоматической расстановки высотных отметок, проработки фрагментов и унификации выносных элементов [9].

Переход на «napoCAD» обеспечивает судебно-экспертным организациям целый ряд стратегических преимуществ:

- Защита от санкционных рисков. В отличие от зарубежного ПО, которое может быть отключено или ограничено в функционале в любой момент, «napoCAD» находится под полным контролем российского правообладателя.
- Информационная безопасность. Использование отечественного ПО исключает риски утечки конфиденциальных экспертных данных на серверы недружественных государств.
- Техническая поддержка на русском языке. Разработчик оперативно реагирует на запросы пользователей, что подтверждается опытом ГБУ «ЦЭИИС». Эксперты отметили, что разработчики «napoCAD» эффективно помогают, отвечая на все вопросы в процессе адаптации к новой системе.
- Адаптация к российским нормативам. Программа содержит встроенные библиотеки элементов по ГОСТ и СП, шаблоны оформления чертежей по ЕСКД, что существенно упрощает работу эксперта.
- Экономическая эффективность. Отсутствие валютных платежей и доступная стоимость лицензий делает «napoCAD» оптимальным выбором для бюджетных учреждений.

Как показывает опыт ГБУ «ЦЭИИС», переход на «napoCAD» позволяет не только сохранить, но и повысить эффективность работы. Учреждение не просто заменяет импортное ПО на отечественное, но и расширяет рынок реализуемых услуг, оптимизировав производительность отделов, использующих автоматизированные системы. Это яркое доказательство того, что российская цифровая индустрия способна создавать конкурентоспособные продукты, обеспечивающие технологический суверенитет страны в самых ответственных сферах — от проектирования до судебной экспертизы.

Таким образом, «napoCAD» выступает не просто как инструмент черчения, а как полноценная платформа для ведения судебно-экспертной деятельности, обеспечивающая технологический суверенитет и достоверность результатов.

Заклучение

Проведённый анализ показал, что применение отечественного программного комплекса «napoCAD» в судебной строительно-технической экспертизе охватывает все этапы экспертного производства — от анализа исходной документации и натурного осмотра до камеральной обработки данных, выполнения сложных математических расчётов (площадей, объёмов, уклонов) и подготовки графических приложений. Функционал трёхмерного моделирования обеспечивает высокую точность и наглядность при расчёте объёмов конструкций сложной геометрии, что было продемонстрировано на примере определения объёма монолитного железобетона в плите перекрытия и лестничных маршах.

В условиях санкционных ограничений и необходимости достижения технологического суверенитета «panoCAD» является оптимальным импортозамещающим решением для экспертных учреждений. Включение платформы в Единый реестр отечественного ПО, её адаптация к требованиям российских стандартов и успешный опыт внедрения в ГБУ «ЦЭИИС» подтверждают её способность полностью заместить зарубежные аналоги, обеспечивая достоверность, юридическую значимость и технологическую независимость российской судебной экспертизы. Перспективным направлением дальнейших исследований является углублённая интеграция «panoCAD» с технологиями информационного моделирования зданий (BIM) для комплексного анализа строительных объектов в рамках экспертной деятельности.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 31.05.2001 № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» // *Собрание законодательства РФ*. – 2001. – № 23. – Ст. 2291.
2. Постановление Правительства РФ от 23.11.2020 № 1914 «О порядке формирования и ведения единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных» // *Собрание законодательства РФ*. – 2020. – № 48. – Ст. 7754.
3. Фахрутдинов А.Ю., Фетисов Л.В. Сравнение отечественного программного обеспечения по ТИМ-проектированию panoCAD «Инженерный BIM» и Model Studio CS // *Universum: технические науки*. – 2024. – № 5 (122). – С. 18–24.
4. В НИИ ПТЭС внедрено решение panoCAD // *TAdviser*. – 2025. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Научно-исследовательский_институт_проектирования_технологии_и_экспертизы_строительства_\(НИИ_ПТЭС\)_](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Научно-исследовательский_институт_проектирования_технологии_и_экспертизы_строительства_(НИИ_ПТЭС)_) (Нанософт: panoCAD Платформа) (дата обращения: 06.04.2026).
5. Кашина Ж.В., Фокина Г.В., Аверин В.Э. Сравнительный анализ российских и зарубежных пакетов 3D моделирования // *Ученые заметки ТОГУ*. – 2023. – Т. 14, № 2. – С. 79–84.
6. Чомаев Р.К., Родькина А.В., Иванова О.А. Сравнительный анализ САПР на примере проектирования трехмерной модели корпуса судна // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. – 2021. – № 12. – С. 666–671.
7. Король М.Г., Жук А.С. Анализ функциональных возможностей отечественных САПР для задач строительного проектирования // *Инженерный вестник Дона*. – 2024. – № 3. – С. 112–125.
8. Смирнов В.А., Алексеев П.Н. Применение технологий информационного моделирования в судебной строительной-технической экспертизе // *Теория и практика судебной экспертизы*. – 2025. – Т. 20, № 1. – С. 45–52.
9. Платформа panoCAD на 20% повысила эффективность проектирования заказчика // *РБК Компании*. – 2025. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/WltQoblJvf/platforma-panocad-na-20-povyisila-effektivnost-proektirovaniya-zakazchika/> (дата обращения: 06.04.2026).
10. Андреев Д.А., Соколов Б.С. Цифровая трансформация экспертной деятельности: вызовы и перспективы // *Вестник Московского государственного строительного университета*. – 2023. – Т. 18, № 8. – С. 1210–1222.
11. Зайцев И.В., Кузнецов Г.П. Методы инструментального контроля геометрических параметров зданий при производстве судебных экспертиз // *Строительство и технологическая безопасность*. – 2022. – № 23 (75). – С. 153–160.
12. ГОСТ Р 21.101-2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – М.: Стандартинформ, 2020. – 35 с.
13. Петров К.С., Григорьев Ю.А. Импортозамещение в строительной отрасли: опыт перехода на отечественное ПО // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2024. – № 7. – С. 14–19.
14. Николаев С.В. Информационное моделирование и цифровые двойники в задачах эксплуатации и экспертизы зданий // *Жилищное строительство*. – 2025. – № 1–2. – С. 3–8.
15. Баранов А.О., Мурашов В.Е. Экономическая эффективность внедрения отечественных САПР в деятельность проектных и экспертных организаций // *Вестник гражданских инженеров*. – 2023. – № 5 (100). – С. 152–159.

Об авторах:

Вачарадзе Давид Автандилович, – начальник отдела досудебной строительной-технической экспертизы «Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС») 109052, г. Москва, пр-кт Рязанский, д. 13, ceiis@str.mos.ru

Романченко Игорь Павлович, – судебный эксперт отдела досудебной строительной-технической экспертизы «Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС») 109052, г. Москва, пр-кт Рязанский, д. 13, ceiis@str.mos.ru

CRITERION FOR STABLE OPERATION OF BUILDING HEATING SYSTEMS WITH WEATHER REGULATION

Vacharadze D.A.¹, Romanchenko I.P.¹

¹“State Budgetary Institution of the City of Moscow “Center for Expertise, Research, and Testing in Construction” (GBU “CEIIS”);

UDC 004.9:004.04:528.068

Abstract:

The article discusses the capabilities and practical application of the domestic software package «nanoCAD» in forensic construction and technical expertise. The relevance of the study is due to the need to ensure the technological sovereignty of expert institutions under sanctions restrictions and the termination of support for foreign software. The functional capabilities of «nanoCAD» are analyzed at all key stages of expert investigation: analysis of design documentation, on-site inspection with fixation of actual geometric parameters, desk data processing and verification calculations (determination of areas, volumes, slopes), as well as preparation of graphic appendices to the expert opinion in accordance with the requirements of the Unified System for Design Documentation (ESKD) and the System of Design Documentation for Construction (SPDS). Using a specific example of calculating the volume of monolithic reinforced concrete structures, the effectiveness of using «nanoCAD» 3D modeling tools to obtain mathematically substantiated and visual evidence is demonstrated. It is shown that the transition to «nanoCAD» not only fully replaces the functionality of foreign CAD systems but also provides strategic advantages such as protection against sanction risks, information security, and adaptation to Russian regulatory documents.

Keywords: forensic construction and technical expertise, nanoCAD, domestic software, import substitution, technological sovereignty, digital information model, expert opinion, 3D modeling

References:

1. Federal Law No. 73-FZ of May 31, 2001 “On State Forensic Expert Activity in the Russian Federation” // *Collection of Legislation of the Russian Federation*. – 2001. – No. 23. – Art. 2291.
2. Decree of the Government of the Russian Federation No. 1914 of November 23, 2020 “On the Procedure for the Formation and Maintenance of a Unified Register of Russian Computer Programs and Databases” // *Collection of Legislation of the Russian Federation*. – 2020. – No. 48. – Art. 7754.
3. Fakhruddinov A.Yu., Fetisov L.V. Comparison of Domestic BIM Software: nanoCAD “Engineering BIM” and Model Studio CS // *Universum: Technical Sciences*. – 2024. – No. 5 (122). – pp. 18–24.
4. nanoCAD Solution Implemented at the Research Institute for Design, Technology and Construction Expertise (NII PTES) // *TAdviser*. – 2025. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Научно-исследовательский_институт_проектирования_технологии_и_экспертизы_строительства_\(НИИ_ПТЭС\)_Нанософт_nanoCAD_Платформа](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Научно-исследовательский_институт_проектирования_технологии_и_экспертизы_строительства_(НИИ_ПТЭС)_Нанософт_nanoCAD_Платформа) (accessed: 06.04.2026).
5. Kashina Zh.V., Fokina G.V., Averin V.E. Comparative Analysis of Russian and Foreign 3D Modeling Software Packages // *Scientific*

Notes of PNU (Pacific National University). – 2023. – Vol. 14, No. 2. – pp. 79–84.

6. Chomaev R.K., Rodkina A.V., Ivanova O.A. Comparative Analysis of CAD Systems in the Design of a 3D Ship Hull Model // *Proceedings of Tula State University. Technical Sciences*. – 2021. – No. 12. – pp. 666–671.

7. Korol M.G., Zhuk A.S. Analysis of Functional Capabilities of Domestic CAD Systems for Construction Design Tasks // *Engineering Bulletin of the Don*. – 2024. – No. 3. – pp. 112–125.

8. Smirnov V.A., Alekseev P.N. Application of Building Information Modeling (BIM) Technologies in Forensic Construction Engineering Expertise // *Theory and Practice of Forensic Science*. – 2025. – Vol. 20, No. 1. – pp. 45–52.

9. nanoCAD Platform Improved Customer Design Efficiency by 20% // *RBC Companies*. – 2025. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/WltQoblJvf/platforma-nanocad-na-20-povyisila-effektivnost-proektirovaniya-zakazchika/> (accessed: 06.04.2026).

10. Andreev D.A., Sokolov B.S. Digital Transformation of Expert Activity: Challenges and Prospects // *Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering*. – 2023. – Vol. 18, No. 8. – pp. 1210–1222.

11. Zaitsev I.V., Kuznetsov G.P. Methods of Instrumental Control of Geometric Parameters of Buildings in Forensic Examinations // *Construction and Technogenic Safety*. – 2022. – No. 23 (75). – pp. 153–160.

12. GOST R 21.101-2020. System of Design Documentation for Construction. Basic Requirements for Design and Working Documentation. – Moscow: Standartinform, 2020. – 35 p.

13. Petrov K.S., Grigoriev Yu.A. Import Substitution in the Construction Industry: Experience of Transition to Domestic Software // *Industrial and Civil Engineering*. – 2024. – No. 7. – pp. 14–19.

14. Nikolaev S.V. Information Modeling and Digital Twins in Building Operation and Expertise Tasks // *Housing Construction*. – 2025. – No. 1–2. – pp. 3–8.

15. Baranov A.O., Murashov V.E. Economic Efficiency of Implementing Domestic CAD Systems in Design and Expert Organizations // *Bulletin of Civil Engineers*. – 2023. – No. 5 (100). – pp. 152–159.

Information about the authors

David A. Vacharadze, – Head of the PreTrial Construction Engineering Expertise Department, State Budgetary Institution of the City of Moscow “Center for Expert Research, Testing and Inspection in Construction” (GBU “CEIIS”), 13 Ryazansky Prospekt, Moscow, 109052, ceiis@str.mos.ru

Igor P. Romanchenko, – Forensic Expert, PreTrial Construction Engineering Expertise Department, State Budgetary Institution of the City of Moscow “Center for Expert Research, Testing and Inspection in Construction” (GBU “CEIIS”), 13 Ryazansky Prospekt, Moscow, 109052, ceiis@str.mos.ru

УДК 338.45: 69

Попова Л.Б.

Определение сметной стоимости работ по рыночным расценкам для судебной строительно-технической экспертизы

Попова Л.Б.¹¹«Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»).

Аннотация. В статье рассмотрено применение рыночных расценок в судебной строительно-технической экспертизе как альтернативы нормативным методикам. Проанализированы случаи приоритизации рыночных цены и разобраны различные варианты методов расчета. Применение рыночного подхода к строительно-технической экспертизе заключается в использовании сопоставимых расценок, обеспечивающих корректную оценку ущерба, в случаях выполнения уникальных и индивидуальных строительно-монтажных работ, тогда как нормативные расчёты актуальны в случае строительства типовых объектов, либо при возведении объекта по государственному контракту.

Ключевые слова: рыночные расценки, судебная строительно-техническая экспертиза, сметные нормы

В ходе строительных работ могут возникать обстоятельства, способные спровоцировать конфликтные ситуации между заказчиком и исполнителем. В таких ситуациях для выяснения причин и определения ответственности сторон проводится строительная экспертиза.

Основным нормативным правовым актом, регламентирующим данную сферу, является Федеральный закон от 31.05.2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», положения которого применимы и к негосударственным экспертам [1]. В арбитражной практике экспертиза чаще всего назначается для разрешения следующих споров:

- о выплате за выполненные работы (по актам КС-2, КС-3);
- для определения стоимости исправления выявленных дефектов и недоработок;
- для подтверждения цены дополнительных работ, не оговоренных в договоре;
- при проверке обоснованности сметной стоимости, если использовались бюджетные средства.

Строительная экспертиза для суда — это независимое и объективное мнение экспертов, сформированное в соответствии с процессуальными нормами и стандартами. Это помогает суду вынести обоснованное и справедливое решение, опираясь на всесторонний анализ фактов.

Важно осознавать, что, когда заключение эксперта приобретает официальный судебный статус, это означает, что эксперт несет уголовную ответственность за заведомо ложное заключение (предусмотренную статьей 307 УК РФ).

1. Суть рыночного подхода в ССТЭ

Суть рыночного подхода в строительно-технической экспертизе (ССТЭ) заключается в использовании **реальных рыночных цен**, а не абстрактных расчетов. Это означает, что при оценке учитываются фактические суммы, за которые работы и материалы продаются на рынке в конкретный период. Такой подход базируется на следующих принципах:

- **Объективности** — цены должны подтверждаться данными из проверенных источников.
- **Актуальности** — расценки берутся на дату оценки ущерба или выполнения работ, а не «средние по больнице».
- **Региональной специфике** — принимается во внимание, что стоимость строительных работ и материалов может существенно различаться в разных регионах.

Применение рыночных расценок регулируется:

- Гражданским кодексом РФ (ст. 15, 393) — требует возмещения ущерба в полном объеме по рыночным ценам.
- Федеральным законом от 31.05.2001 № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» — обязывает экспертов использовать достоверные данные.

2. Чем «рыночные расценки» отличаются от «сметных норм»?

Нормативные расценки (сметные нормы) и рыночные цены отличаются подходом к формированию стоимости, методикой учёта затрат и областью применения. Важно понимать их ключевые различия, чтобы выбрать наиболее подходящий вариант для конкретного проекта.

- **Нормативные расценки** — базируются на утверждённых государственных сборниках (ТСН, ФЕР, ФСНБ), ориентированы на бюджетные стройки и проходят экспертизу.
- **Рыночные расценки** — отражают текущие коммерческие цены, основаны на предложениях подрядчиков, поставщиков и тендерной статистике.
- **Нормативы** — чаще используются при капремонте, реконструкции и госконтрактах, обеспечивают формальную обоснованность, но могут не соответствовать реальному рынку.
- **Рынок** — подходит для частных заказчиков и застрой-

Критерий	Рыночные расценки	Сметные нормы
Основа формирования	Рыночные факторы (спрос, предложение, конкуренция)	Нормативные показатели (стандарты затрат ресурсов)
Цель	Определение договорной цены между заказчиком и подрядчиком	Расчёт сметной стоимости для финансирования работ
Регулирование	Регулируется договором между сторонами по рыночным условиям	Строгое, так как сметные нормативы утверждаются органами исполнительной власти государства
Применение	Используется для договорённостей между сторонами	Ключевой элемент для формирования сметной документации в строительстве

щиков, обеспечивает гибкость, но требует профессиональной проверки на адекватность, то есть фактически быть именно рыночной ценой, определенной в соответствии с Федеральными стандартами оценки.

Таким образом, рыночные расценки отражают текущие рыночные условия, а сметные нормы — стандартизированные показатели затрат ресурсов для определённого вида работ. В некоторых случаях сметные нормы могут служить базой для расчёта рыночных расценок, но сами по себе они не являются рыночными.

Так как же найти справедливую цену: практический алгоритм

Чтобы определить обоснованную стоимость работ, можно использовать комбинированный подход:

- **Сравнение с актуальными нормативными базами** — для получения базовой стоимости и расчёта индексов.
- **Запросы коммерческих предложений** — у поставщиков и подрядчиков по ключевым позициям сметы.
- **Сбор локальной статистики** — из предыдущих проектов в регионе (например, средняя стоимость монолита — от 6 800 руб./м³ по состоянию на 2025 год).
- **Использование онлайн-баз** — мониторинг цен в системах типа Гранд-Смета, Смета.ру, или коммерческих агрегаторов.

3. Методика определения рыночных расценок

I) Сбор ценовых данных (если судом, по ходатайству эксперта, разрешен такой сбор, так как самостоятельный сбор будет противоречить ст. 16 (ФЗ-73) «эксперт не вправе ... самостоятельно собирать материалы для производства судебной экспертизы») [1];

1. Коммерческие предложения подрядчиков (минимум 3-5)

«Цена из одного источника — не доказательство. Эксперт обязан провести сравнительный анализ» [7].

- о Запрос КП у местных строительных фирм.
- о Пример: «Укажите стоимость штукатурки стен под ключ в Москве (материал + работа)».

2. Агрегаторы цен

- о Пульс цен (pulsцен.ru), Авито Услуги, Юду.
- о Сайты строительных компаний (например, Ремонт-Эксперт).

3. Статистика Росстата и отраслевых аналитиков

«Государственная статистика устраняет сомнения в достоверности, но требует корректировки на региональный коэффициент» [7].

- о Индексы цен в строительстве (ИПЦ) по регионам.
- о Данные из Минстроя РФ (например, средние расценки на 2025 г., но требуют корректировки на региональный коэффициент).

4. Открытые базы тендеров

- о Закупки по 44-ФЗ (zakupki.gov.ru).
- о Анализ выигравших ставок по аналогичным работам.

5. Аналоговый метод [7]

- о Сравнение с аналогичными объектами (например, если ремонт в квартире делается по индивидуальному проекту)

II) Алгоритм расчёта

Шаг 1. Определить перечень работ/материалов (например, демонтаж, стяжка пола, покраска).

Шаг 2. Собрать данные из 3–5 источников.

Шаг 3. Исключить крайние значения (мин. и макс. цены).

Шаг 4. Вывести среднерыночную стоимость.

Рыночная цена = (Сумма цен из КП) / (Количество предложений)

(Если разброс цен большой — используют не среднее, а диапазон: «от 500 до 800 руб./м²»).

III) Поправки на специфику

- о **Регион:** Москва дороже Ростова на 20–30% [6]
- о **Сезонность:** в зимнее время монтаж кровли +15–20% [2,3].

В нормативных документах, регулирующих сметное дело, основное внимание уделяется сметной стоимости, рассчитанной на основе сметных нормативов (например, ГЭСН, ФСНБ, ТСН-2001). Однако принципы, заложенные в этих документах, могут быть адаптированы и для рыночных расценок.

Если стороны решают учитывать зимнее удорожание, они могут:

1. Использовать нормативы из Приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25 мая 2021 года № 325/пр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время» [2] как основу для расчёта, адаптировав их к рыночным условиям. Например, применить процентные коэффициенты к общей стоимости работ или к отдельным статьям затрат (заработная плата, эксплуатация техники и т. д.).
2. Разработать индивидуальные коэффициенты с учётом конкретных условий проекта, региональных особенностей, типа работ и других факторов.
3. Включить в договор фиксированную сумму или процент от общей стоимости, который будет компенсировать дополнительные затраты зимнего периода.

Важно, чтобы условия учёта зимнего удорожания были чётко прописаны в договоре, чтобы избежать споров при расчётах.

- о **Срочность:** аварийный ремонт +25–50% [4]
- о **Объём работ:** оптом дешевле на 10–15%

Пример:

Рыночная цена стяжки пола в Москве: **900–1 200 руб./м².**

Для суда указывают: «Средняя цена — 1 050 руб./м² (на основании КП №1 – 3 от 01.05.2026)».

КП №1 от 01.05.2026 — 1100 руб./м²,

КП №2 от 01.05.2026 — 1150 руб./м²,

КП №3 от 01.05.2026 — 900 руб./м²,

► IV) Проверка достоверности данных

Критерии корректности:

- Цены должны быть **актуальными** (не старше 3–6 месяцев).
- Учитывать **НДС** (если подрядчик работает с налогом).
- Соответствовать **техническим условиям** (например, марка бетона, толщина слоя).

V) Оформление Заключения эксперта

Помимо данных, предусмотренных ст. 25 ФЗ-73 [1], в Исследовательской части Заключения эксперта должно присутствовать:

1. Таблица с рыночными ценами и источниками.

Очень важно, что любое отклонение от нормативов нужно обосновать, например:

Вид работ	Норматив (ТСН-2001)	Рынок	Обоснование разницы
Укладка плитки	1500 руб/м ²	2500 руб/м ²	Использование импортного клея (Кнауф)
Демонтаж перегородок	360 руб/м ²	800 руб/м ²	Работа в стесненных условиях (+30%)

2. Скан коммерческих предложений.

3. Расчёт итоговой суммы (с учётом объёмов работ).

Пример:

Стоимость штукатурки стен определена в 600 руб/м², путем усреднения следующих данных:

КП ООО «РемСтрой» от 10.04.2026 – 600 руб, м²,

«Авито Услуги» от 10.04.2026 – 550 руб/м²,

«Пульс цен» от 10.04.2026 – 650 руб/м².

КП «Про-штукатур» от 10.04.2026 – 350 руб/м²,

КП «ЭкоПластер» от 10.04.2026 – 700 руб/м²,

Итого: 30 м² × 600 руб = 18 000 руб.»

Согласно алгоритму расчета (Шаг.3) мин. и макс. цены не вошли в расчет.

Когда применяют сметные нормы (ТСН/ФСНБ) вместо рыночных?

1. Для бюджетных объектов по 44-ФЗ.

2. Если нет данных по рынку (уникальные работы).

3. Когда суд требует сравнительного анализа (например, дело о необоснованном завышении цены).

Выводы

Рыночные расценки обеспечивают **более точную и справедливую оценку ущерба**, в случаях выполнения уникальных и индивидуальных строительно-монтажных работ, отличающихся по технологии производства от стандартных общестроительных работ, либо при применении строительных материалов конкретных производителей, чья стоимость отличается от аналогичных в нормативных базах.

Нормативные расчёты актуальны в случае строительства типовых объектов либо когда объект возводится по государственному или муниципальному контракту.

Оба метода законны, однако выбор метода зависит от содержания вопросов в определении суда или постановлении следователя.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 31.05.2001г. №73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации (редакция от 22.07.2024) // Ст. 16, 25, 41
2. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 N 421/нр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» (редакция от 30.01.2026) // Приложение 10
3. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 25 мая 2021 года №325/нр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время»
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ // ст. 153
5. Гражданский кодекс Российской Федерации // ст.15, 393
6. Росстат (<https://rosstat.gov.ru>)
7. Горячкин А.Н. «Сметное дело в строительстве» // Инфра-Инженерия (Москва) – 2021. – С. 92, 118, 167.
8. Степанов В.П. «Судебная строительно-техническая экспертиза» // Юрайт (Москва) – 2022. – Глава 5.

Об авторе:

Попова Любовь Борисовна, — главный судебный эксперт отдела ценообразования и оценки стоимости «Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС») 109052, г. Москва, пр-кт Рязанский, д. 13, ceiis@str.mos.ru

DETRMINATION OF ESTIMATED COST BASED ON MARKET PRICES FOR JUDICAL CONSTRUCTION-TECHNICAL EXPERTISE

Popova L.B.¹

¹ "State Budgetary Institution of the City of Moscow "Center for Expertise, Research, and Testing in Construction" (GBU "CEIIS");

UDC 338.45: 69

Abstract:

The article considers the application of market prices in forensic construction and technical expertise as an alternative to regulatory methods. The cases of prioritization of market prices are analyzed and various variants of calculation methods are analyzed.

The application of a market-based approach to construction and technical expertise consists in using comparable prices that ensure a correct assessment of damage in cases of unique and individual construction and installation work, while regulatory calculations are relevant in the case of construction of standard facilities, or when constructing an object under a government contract.

Keywords: market pricing, judicial construction-technical expertise, estimated norms.

References:

1. Federal Law of 31.05.2001. №73-FZ «On State Forensic Expert Activity in the Russian Federation (as amended on 22.07.2024) // article 16,25,41
2. Order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation of 04/08/2020 № 421/pr «On Approval of the Methodology for Determining the Estimated Cost of Construction, Reconstruction, Major Repair, Demolition of Capital

Construction Projects, and Works for the Preservation of Cultural Heritage Sites (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples of the Russian Federation» (as amended on 30.01.2026), Appendix 10.

3. Order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation of 25/05/2021 № 325/pr «On Approval of the Methodology for Determining Additional Costs Incurred During Work Performed in Winter Conditions»

4. Labour Code of the Russian Federation No. 197- FZ dated 30 December 2001, Article 153.

5. Civil Code of the Russian Federation, Articles 15, 393.

6. Federal State Statistics Service (Rosstat), (<https://rosstat.gov.ru>)

7. Goryachkin, A.N. «Smetnoe delo v stroitelstve» // Moscow: Infra-Inzheneriya, – 2021. – pp.92, 118,167.

8. Stepanov, V.P. «Judicial construction-technical expertise» // Moscow: Yurayt – 2022. – Chapter 5.

Information about the author

Popova Lyubov Borisovna, – Chief Forensic Expert, Department of Cost Estimation and Valuation, State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction» (GBU «CEIIS» 109052, Russia, Moscow, Ryazansky Prospekt, 13.

УДК 336.714:69:347.9

Назарова А.Г.

Территориальные сметные нормативы (ТСН) как ключ к справедливой стоимости в судебных спорах

Назарова А.Г.¹¹«Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»).

Аннотация. В статье рассматривается содержание понятия территориальных сметных нормативов (ТСН) как одного из подходов определения сметной стоимости в судебной строительно-технической экспертизе. За счёт применения ТСН возможно стандартизировать расчёты, минимизировать субъективность экспертов и обеспечить сопоставимость данных, однако эффективность их использования зависит от актуальности нормативной базы и ряда других параметров. Применение ТСН в судебной экспертизе является базовым инструментом для обеспечения правовой определённости и защиты интересов сторон.

Ключевые слова: Территориальные сметные нормативы, судебная строительно-техническая экспертиза, сметные нормы

Территориальные сметные нормативы активно используются для расчета сметной стоимости при решении гражданских споров, рассматриваемых в арбитражных и гражданских судебных процессах (неоплата работ, залив квартиры, некачественный ремонт, ущерб после пожара). Вместе с тем и в уголовных процессах вопросы объективности и достоверности смет требуют использования ТСН.

Следует отметить, что использование ТСН является не единственным подходом к определению сметной стоимости, и его использование в каждом конкретном случае требует обоснования.

1. Понятие ТСН

Территориальные сметные нормативы (ТСН) [9] — это сметно-нормативная база, разработанная для определения стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта и других работ на территории конкретного региона. Нормативы разрабатываются для регионов (субъектов РФ) с учётом местных особенностей ценообразования, условий производства работ и учитывают специфику:

- климатические условия;
- уровень цен на материалы и оборудование;
- стоимость рабочей силы;
- логистические особенности (транспортные расходы);
- местные строительные традиции и технологии.

Для города Москвы это ТСН-2001. Территориальные сметные нормативы ТСН-2001 разработаны в соответствии с постановлением Правительства Москвы от 10 августа 2004 года № 557-ПП «О совершенствовании территориальной сметно-нормативной базы для определения стоимости строительства объектов в городе Москве». Введены в действие постановлением Правительства Москвы от 14 ноября 2006 года № 900-ПП «О порядке перехода на определение сметной стоимости строительства объектов в городе Москве с применением территориальных сметных нормативов в уровне цен по состоянию на 1 января 2000 года». Цель введения — организованный переход на единую в РФ систему составления сметной документации по городскому государственному заказу.

Сборники ТСН предназначены для:

- разработки сметной документации;
- определения сметной стоимости строительства, сноса объектов, работ по сохранению объектов культурного наследия;
- разработки укрупнённых показателей стоимости объектов, видов и комплексов работ;

- определения начальной (максимальной) цены контракта.



Рис. 1. Территориальные сметные нормативы для города Москвы [9].

Территориальные сметные нормы (ТСН-2001) включают:

- сметные нормы и расценки на виды работ;
- укрупнённые показатели стоимости строительства;
- сметные нормативы и цены на выполнение комплексов работ;
- средние сметные цены на материалы, изделия и конструкции;
- оборудование, мебель, инвентарь и принадлежности;
- сметные цены эксплуатации строительных машин;
- нормативы косвенных затрат (нормативы накладных расходов, сметной прибыли и др.).

В состав ТСН-2001 также входят сборники Единой нормативной базы Московских региональных рекомендаций (МРР) [9], включающие базовые цены на работы градостроительного проектирования, архитектурно-строительного проектирования, изыскательские работы и другие виды работ (услуг).

Ключевой факт: Приказом Минстроя России от 21.01.2014 № 15/пр ТСН-2001 города Москвы [5] включены в федеральный реестр сметных нормативов. Это значит, что региональный документ имеет силу федерального — ссылаться на него можно и нужно в любых судах.

Норматив	Что содержится в этом нормативе	Роль в судебной экспертизе
ГЭСН [6] (государственные элементные сметные нормы)	Технологическая карта. (Учитывает трудозатраты рабочих, время эксплуатации машин и механизмов, расход материалов, необходимых для выполнения работы. Не содержит стоимости выполнения работ).	Обоснование для любых расценок, но не содержит стоимости работ
ФЕР (Федеральные единичные расценки) [7]	Это стоимостная реализация государственных элементных сметных норм (ГЭСН) в условиях среднестатистического региона России	Применяется, если нет региональных ТСН или при строительстве объектов за счет федерального бюджета.
ФСНБ -2022 [8] (Федеральная сметная нормативная база)	Содержит количественные показатели строительных ресурсов (трудозатраты рабочих, время эксплуатации машин и механизмов, расход материалов); структурированы по видам работ; аккумулирует сметные цены на материалы, изделия и конструкции в базисном уровне цен на 1 января 2022 года	Применяется, если нет региональных ТСН.
ТСН [9] (Территориальные сметные нормативы)	Региональная цена с учетом местных значений (заработная плата рабочих, эксплуатация строительных машин (включая заработную плату машинистов), стоимость материалов)	Обеспечивает единый подход к расчетам в рамках одного региона

	A	B	C	D	E	F	G
	Федеральный реестр сметных нормативов (по состоянию на 06.08.2019)						
1							
2	Порядковый номер	Наименование утвержденного сметного норматива	Дата и номер приказа о внесении сметного норматива в реестр	Регистрационный номер сметного норматива и дата его включения в реестр	Справочная информация		
3					Иная информация, необходимая для обеспечения надлежащего учета сметных нормативов	Примечание	Адрес размещения утвержденного сметного норматива на официальном сайте Минстроя России
4							
899	Раздел 3. ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СМЕТНЫЕ НОРМАТИВЫ						
	Подраздел 2. Территориальные сметные нормативы (без привлечения средств федерального бюджета)						
900	1	Сборники территориальных сметных нормативов для города Москвы	Приказ Минстроя России от 21.01.2014 № 15/пр	от 21.01.2014 № 1	Приказ Минстроя России от 21.01.2014 № 15/пр		
901							
	ГЧН ОЧН ТЕР ИСН Справочная информация						

Рис.2. Федеральный реестр сметных нормативов [3].

2. Как ТСН соотносятся с ГЭСН и ФЕР?

Часто в судебных актах смешивают понятия «ГЭСН», «ФЕР», «ФСНБ-2022», «ТСН». Рассмотрим содержание этих понятий.

3. Правовой статус Территориальных сметных нормативов (ТСН)

Судебные строительно-технические эксперты должны понимать, что ТСН – это не только справочное пособие, но и нормативный правовой акт. Их применение регулируется на двух уровнях:

- Градостроительный кодекс РФ (ст. 8.3)** [1] – закрепляет полномочия регионов утверждать сметные нормативы.
- Приказ Минстроя России № 421/пр от 04.08.2020** [2] – действующая Методика определения сметной стоимости. В ней прямо указано, что при определении стоимости работ в конкретном регионе в первую очередь используются ТСН (а не ФЕР).

Важный нюанс: Если в договоре подряда не указано, каким нормативом пользоваться, а объект находится в Москве, то по умолчанию применяются ТСН Москвы (как наиболее соответствующие рыночным условиям региона). Про-

тивоположная позиция стороны, настаивающей на ФЕР, должна быть отклонена, если только строительство не финансируется из федерального бюджета.

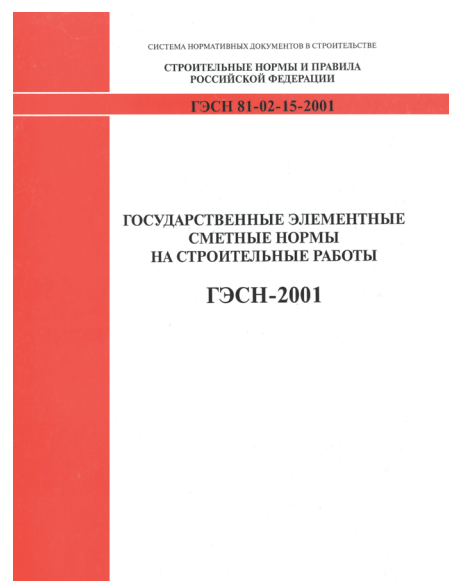


Рис.3. Государственные элементные сметные нормы [6].

► 4. Главные задачи ТСН в судебной экспертизе

На практике ТСН применяются экспертами для решения трех типовых вопросов, которые ставят суды:

4.1. Определение обоснованности сметной стоимости работ и услуг

Эксперты анализируют сметы, сопоставляя их с нормативными показателями, чтобы выявить завышение или занижение стоимости материалов, работ или оборудования. Это особенно актуально в спорах о взыскании платы за выполненные работы, при проверке договоров подряда или при оспаривании смет ТСН (товарищества собственников недвижимости).

4.2. Проверка соответствия объёмов выполненных работ заявленным в документации

Эксперты с использованием ТСН сверяют реальные объёмы с документально зафиксированными, выявляя расхождения, например, фиктивно учтённые работы или несоответствие между исполнительной документацией и фактическим состоянием объекта. Это помогает выявить отклонения и нарушения.

4.3. Расчёт стоимости устранения дефектов, ущерба или восстановительных работ

Эксперты применяют ТСН для расчёта стоимости ремонтных работ, материалов и других расходов, необходимых для устранения последствий ущерба. Это также включает оценку затрат на исправление некачественно выполненных работ.

Отвечая на поставленные судом вопросы, эксперт пересчитывает объёмы по правилам ТСН. При этом важно учитывать:

- **Соответствие проектной документации.** Эксперт проверяет, соответствуют ли фактически выполненные работы проектной документации, техническим заданиям и другим исходным документам. Расхождения

между проектом и фактическими работами могут свидетельствовать о необоснованном увеличении объёмов или изменении технологий, не согласованных с заказчиком;

- **Дату выполнения работ.** Необходимо убедиться, что при пересчёте используются актуальные версии ТСН, действующие на момент выполнения работ. Нормативы регулярно обновляются, и применение устаревших данных может привести к некорректным результатам;
- **Правильность выбора расценок.** Эксперт анализирует, соответствуют ли применённые в смете расценки тем видам работ, которые фактически были выполнены. Например, нельзя использовать расценку на «демонтаж кирпичной стены» для разборки перегородки из блоков;
- **Учет усложняющих факторов и коэффициентов.** Если работы выполнялись в особых условиях (стеснённость, загазованность, вблизи действующего оборудования, в охранной зоне ЛЭП и т.д.), к сметным нормам должны применяться соответствующие коэффициенты, предусмотренные в технических частях и приложениях сборников. Например, коэффициент на стеснённость применяется при наличии минимум трёх из перечисленных факторов: интенсивное движение транспорта и пешеходов в пределах 50 м от зоны работ, наличие сетей подземных коммуникаций, подлежащих перекладке, расположение объектов капитального строительства и сохраняемых зелёных насаждений в пределах 50 м от зоны работ и др. (в стеснённой городской застройке ТСН предусматривают повышающие коэффициенты);
- **Дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время.** Если работы выполнялись при отрицательных температурах, должны учитываться нормы дополнительных затрат, предусмотренные соответствующими главами ТСН (Глава 9 ТСН-2001.9) [12];
- **Затраты на временные здания и сооружения.** При не-



Рис.4. ГрК РФ Статья 8.3 Ценообразование и сметное нормирование в области градостроительной деятельности. [1]

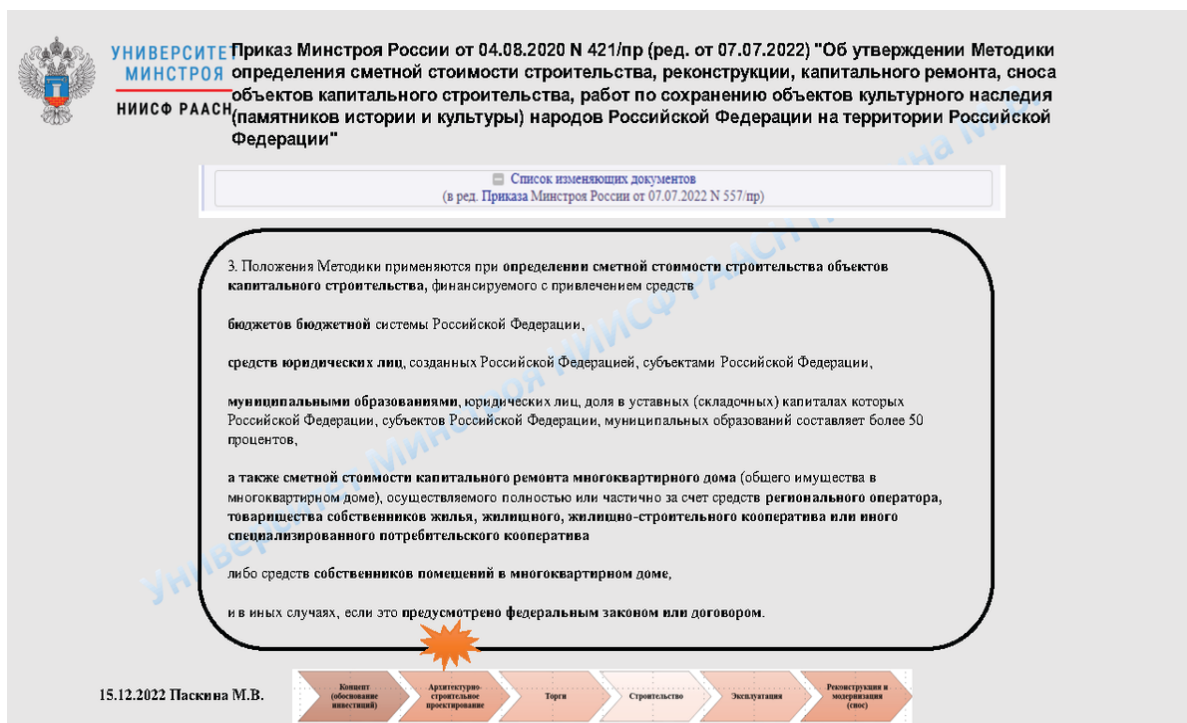


Рис.5. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 №421/пр. [2]

обходимости использования временных титульных зданий и сооружений (бытовки, склады и т. п.) применяются сметные нормы, закреплённые в соответствующих главах ТСН (например, Глава 10 ТСН-2001.10) [13];

- **Качество и соответствие материалов.** Эксперт проверяет, соответствуют ли использованные материалы проектным требованиям. Завышение стоимости за счёт применения более дорогих материалов, чем предусмотрено проектом, является нарушением.
- **Арифметические и технические ошибки.** Проводится проверка на наличие опечаток, математических ошибок, дублирования позиций в смете.
- **Обоснованность накладных расходов и сметной прибыли.** Эксперт анализирует, соответствуют ли заявленные величины накладных расходов и сметной прибыли установленным нормам.

Важно: При восстановительном ремонте ТСН применяются не только к работам, но и к стоимости материалов с учетом транспортных расходов (доставка до объекта, а не до магазина).

Стесненность – наличие препятствий, ограничивающих возможность использования строительных машин на строительной площадке, а также возможность размещения конструкций и материалов в пределах рабочей зоны (зоны перемещения) строительных машин и транспортной техники.

Внешняя стесненность – отношением свободной площади территории стройплощадки к площади участка, необходимой для рациональной организации строй. производства, размещения строй. техники, складирования конструкций и материалов и размещения бытового городка строителей.

Рис.6. Понятие «стесненность» [11].

Выводы

Применение ТСН в судебной экспертизе является необходимым инструментом для обеспечения правовой определённости и защиты интересов сторон в спорах, связанных со строительством, ремонтом и содержанием объектов недвижимости. ТСН позволяют стандартизировать расчёты, минимизировать субъективность экспертов и обеспечить сопоставимость данных, что критически важно для вынесения справедливых судебных решений. Однако эффективность их использования зависит от актуальности нормативной базы, корректности применения коэффициентов и учёта специфических условий выполнения работ, а также от квалификации эксперта и полноты представленных материалов.

Список использованных источников

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации (ГрК РФ), ст. 8.3.
2. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 4 августа 2020 года №421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации». // В. В. Якушев.
3. Приказ Минстроя России от 24 октября 2017 г. № 1470/пр «Об утверждении Порядка формирования и ведения федерального реестра сметных нормативов».
4. Приказ Минстроя России от 4 сентября 2019 г. №519/пр «Об утверждении Методических рекомендаций по применению федеральных единичных расценок на строительные, специальные строительные, ремонтно-строительные, монтаж оборудования и пусконаладочные работы».

- 5. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 21 января 2014 года №15/пр «О внесении сметных нормативов в федеральный реестр сметных нормативов» // М. А. Менъ
6. Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН) // Постановление Госстроя РФ от 26 апреля 2000 года №36 «Об утверждении сборников Государственных элементных сметных норм на общестроительные работы (ГЭСН-2001)»
7. Федеральные единичные расценки (ФЕР) // Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 декабря 2016 года №1039/пр //
8. ФСНБ-2022 (федеральная сметно-нормативная база) // fgiscs.minstroyrf.ru. // утверждённая приказом Минстроя России от 30 декабря 2021 года №1046/пр.
9. Территориальные сметные нормативы города Москвы (ТСН) // Постановление Правительства Москвы от 10 августа 2004 года №557-ПП //
10. Московские региональные рекомендации (МРР) // коми-

тет города Москвы по ценовой политике в строительстве и государственной экспертизе проектов

11. ТСН-2001.12 «Общие указания по применению ТСН-2001» // Постановление Правительства Москвы №900-ПП от 14 ноября 2006 года //
12. ТСН-2001.9 «Общие указания по применению ТСН-2001» // Постановление Правительства Москвы №900-ПП от 14 ноября 2006 года //
13. ТСН-2001.10 «Общие указания по применению ТСН-2001» // Постановление Правительства Москвы №900-ПП от 14 ноября 2006 года //

Об авторе:

Назарова Анастасия Георгиевна, — главный судебный эксперт отдела ценообразования и оценки стоимости «Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС») 109052, г. Москва, пр-кт Рязанский, д. 13, E-mail: ceiis@str.mos.ru NazarovaAG2@str.mos.ru

TERRITORIAL ESTIMATING STANDARDS (TSN) AS A KEY TO FAIR COST IN LITIGATION DISPUTES

Nazarova A.G.¹

¹ State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction» (SBI «CEITC»)

UDC 336.714:69:347.9

Abstract:

The article discusses the content of the concept of territorial estimates (TSN) as one of the approaches to determining the estimated cost in the judicial construction and technical expertise. Due to the use of TSN, it is possible to standardize calculations, minimize the subjectivity of experts and ensure comparability of data, however, the effectiveness of their use depends on the relevance of the regulatory framework and a number of other parameters. The use of TSN in forensic examination is a basic tool for ensuring legal certainty and protecting the interests of the parties.

Keywords: territorial estimating standards, forensic construction and technical examination, estimating norms..

References:

1. Urban Development Code of the Russian Federation (UDC RF), Article 8.3.
2. Order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation dated August 4, 2020 No. 421/pr "On Approval of the Methodology for Determining the Estimated Cost of Construction, Reconstruction, Major Repairs, and Demolition of Capital Construction Projects, and Work on the Preservation of Cultural Heritage Sites (Historical and Cultural Monuments) of the Peoples of the Russian Federation on the Territory of the Russian Federation." // V. V. Yakushev.
3. Order of the Ministry of Construction of Russia dated October 24, 2017 No. 1470/pr "On Approval of the Procedure for the Formation and Maintenance of the Federal Register of Estimate Standards."
4. Order of the Ministry of Construction of Russia dated September 4, 2019 No. 519/pr "On approval of Methodological Recommendations for the application of federal unit prices for construction, special construction, repair and construction, equipment installation, and commissioning work."
5. Order of the Ministry of Construction, Housing and Communal

Services of the Russian Federation dated January 21, 2014, No. 15/pr "On the inclusion of estimate standards in the federal register of estimate standards." // M. A. Men

6. State elemental estimate standards (GESN) // Resolution of the Gosstroy of the Russian Federation dated April 26, 2000, No. 36 "On approval of collections of State elemental estimate standards for general construction work (GESN-2001)"
7. Federal unit rates (FER) // Order of the Ministry of Construction, Housing and Communal Services of the Russian Federation dated December 30, 2016, No. 1039/pr //
8. FSNB-2022 (federal estimate and regulatory framework) // fgiscs.minstroyrf.ru. // approved by order of the Ministry of Construction of Russia dated December 30, 2021 No. 1046/pr.
9. Territorial Estimate Standards of the City of Moscow (TSN) // Moscow Government Resolution of August 10, 2004 No. 557-PP //
10. Moscow Regional Recommendations (MRR) // Moscow City Committee on Pricing Policy in Construction and State Expertise of Projects
11. TSN-2001.12 "General Guidelines for the Application of TSN-2001" // Moscow Government Resolution No. 900-PP of November 14, 2006 //
12. TSN-2001.9 "General Guidelines for the Application of TSN-2001" // Moscow Government Resolution No. 900-PP of November 14, 2006 //
13. TSN-2001.10 "General Guidelines for the Application of TSN-2001" // Moscow Government Resolution No. 900-PP of November 14, 2006 //

Information about the authors

Nazarova Anastasiya Georgievna, — Chief Forensic Expert, Department of Cost Estimation and Valuation, State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction» (SBI «CEIIS») , 13 Ryazansky Prospekt, Moscow, 109052, Russia, E-mail: ceiis@str.mos.ru NazarovaAG2@str.mos.ru

Некоторые подходы к обследованию технического состояния объектов капитального ремонта при решении задач судебной строительно-технической экспертизы

УДК 693.5

Клюс В.Р.,
Лобова В.В.Клюс В.Р.¹, Лобова В.В.¹¹«Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный Государственный Университет» (ЮЗГУ).

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к техническому обследованию зданий и сооружений при выполнении задач судебной строительно-технической экспертизы. Описываемые подходы к обследованию технического состояния объектов приводятся авторами применительно к виду ремонтных работ. На примере заключения эксперта рассматриваются описываемые подходы, а также приводятся суждения эксперта..

Ключевые слова: техническое состояние, обследование, строительно-техническая экспертиза

Возрастающий год от года объем исследований зданий и сооружений обусловлен комплексом причин, включая их физическое и моральное устаревание, модернизацию промышленных объектов, а также потребность в восстановлении старого жилого фонда малой этажности. Перед строительными инженерами стоит задача определения состояния конструкций, контроля их поведения во времени и принятия решений о целесообразности дальнейшего использования или реновации [6-10].

Эти задачи и их выполнение напрямую зависят от обследования объекта, ведь оно предшествует самому главному – результатам, которые, в свою очередь, уже служат основанием для вынесения решения судом.

Это могут быть рекомендации по содержанию или усилению здания и сооружения, его отдельных конструкций, иные мероприятия и планы дальнейших действий. Техническое обследование объекта помогает определить изменения, дефекты, а также то, как конструкция будет вести себя с течением времени [1]. По окончании данного этапа составляется заключение эксперта, на основании которого судом принимаются дальнейшие решения [2].

Строительно-техническая экспертиза (далее – экспертиза) зданий и сооружений представляет собой систему мероприятий, нацеленных на определение и оценку фактических параметров контролируемых величин, характеризующих работоспособность изучаемого объекта. Данная система определяет возможности его дальнейшей эксплуатации, необходимость модернизации или потребность в восстановительных работах, усилении или ремонте.

В рамках экспертизы проводится исследование грунтов основания и строительных конструкций для выявления изменений в свойствах грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих элементов и расчета текущей несущей способности. Комплексная оценка позволяет установить текущее состояние объекта и спрогнозировать его поведение в будущем.

Цель обследования – всесторонне изучить текущее техническое состояние здания или сооружения, включая его отдельные части. Мы стремимся получить точные количественные данные о качестве конструкций, принимая во внимание естественные процессы старения и изменения, происходящие с течением времени.

Существует несколько методов и подходов к проведению технического обследования зданий и сооружений, которые при решении задач судебной строительно-технической экспертизы включают несколько этапов [3, 4]:

1. Перед самым обследованием эксперт проводит такую процедуру, как получение всей необходимой документации по объекту, в отношении которого будет проводиться экспертиза. Это могут быть акты приема работ, паспорт объекта, проектно-сметная документация, различные журналы и иные материалы.
2. После изучения необходимой документации эксперт выбирает дату проведения обследования и сообщает сторонам. На объекте составляется акт, в котором записываются дефекты или другие замечания. Эксперт проводит измерения, тщательный осмотр материалов и конструкций, фиксирует с помощью фотосъемки обнаруженные повреждения.
3. Эксперт также проверяет на соответствие проектной документации фактическое состояние и архитектурно-конструктивные элементы, т.е. он смотрит, соответствует ли выполненные работы документации и нормам.
4. Если есть необходимость, эксперт может взять образцы строительных конструкций или других элементов объекта для проведения лабораторных испытаний и исследований, чтобы определить соответствие физических характеристик нормативным требованиям.
5. По результатам проведенного технического обследования эксперт составляет заключение, где он отвечает на поставленные ему судом вопросы, прикрепляет фотографии повреждений и дефектов, приводит заключение лабораторных исследований и испытаний, а также подробно описывает выявленные нарушения [4].

При проведении строительно-технической экспертизы перед экспертами ставятся различные вопросы, направленные на установление объективных фактов, касающихся состояния строительных объектов, качества выполненных работ и соблюдения строительных норм [5].

На примере технического обследования объекта одной из школ в городе Курске рассмотрим методы исследования и вопросы, которые ставятся перед экспертом.

Эксперт заранее изучил необходимую документацию, такую как копии сертификатов о соответствии продукции, копию Акта о приемке выполненных работ по форме КС-2 и другие.

Вопрос № 1, поставленный перед экспертом: соответствуют ли объемы выполненных работ по укладке плитуса керамогранитного локально-сметным расчетам и актам выполненных работ по муниципальному контракту?

Целью проверки было установление фактических объемов выполненных работ по укладке плитуса керамогранитного, а также соответствие материалов (качества) ис-

▶ использованных подрядчиком при выполнении работ качественным характеристикам материалов, указанных в локальном сметном расчете и акте выполненных работ, муниципальному контракту.

В ходе обследования было произведено предварительное (визуальное) и детальное (инструментальное) обследование помещений здания школы.

В ходе обследования было установлено, какова протяженность, ширина и высота уложенного плитуса керамогранитного в различных помещениях, схема которых также прилагается (в приложении) к заключению эксперта.

Исходя из представленных материалов, а также результатов обследования следуют выводы о том, что:

- объемы работ по укладке плитуса керамогранитного в школе не соответствуют локальным сметным расчетам и составляет меньше объема, указанного в разделе «Архитектурные решения»;
- объемы работ по укладке плитуса керамогранитного не соответствуют актам выполненных работ. Объем выполненных работ по устройству плитуса керамогранитного из плиток размером 70х300х8 мм больше объема указанного в акте о приемке выполненных работ.

По данному вопросу эксперт также отмечает, что объем выполненных работ по устройству плитуса керамогранитного из плиток размером 600х100х8 мм в тепловом узле не может быть принят как выполненная работа, так как ее качество не соответствует параметрам, заявленным в локальном сметном расчете и акте о приемке выполненных работ по причине имеющихся недостатков, допущенных при выполнении работы: частичное отсутствие заполнения шва затирочным составом, неравномерное нанесение клеящего состава при укладке плитуса (рис.1)

Вопрос №2, поставленный эксперту: соответствуют ли фактическим материалы (качество), использованные подрядчиком при выполнении работ по устройству плитусов керамогранитных, качественным характеристикам матери-

алов, указанных в локальном сметном расчете и акте выполненных работ?

Целью обследования было установление фактических объемов выполненных работ по укладке плитуса керамогранитного, а также соответствие материалов (качества) использованных подрядчиком при выполнении работ по укладке плитуса керамогранитного качественным характеристикам материалов, указанных в локальном сметном расчете и акте выполненных работ.

В ходе обследования было установлено, что размер плиток, использованных для устройства плитусов, на различных участках не одинаков по высоте.

Исходя из представленных материалов, а также результатов обследования следуют выводы о том, что:

- фактические работы по устройству плитусов керамогранитных выполнены из плиток, предназначенных для покрытия пола, путем разделения первых на отдельные части;
- фактический размер плитусов керамогранитных не соответствует параметрам, указанным в локальном сметном расчете и актах о приемке выполненных работ;
- качество плиток керамогранитных, использованных при выполнении работ по устройству плитусов керамогранитных, не соответствует качественным характеристикам плитусов керамогранитных, установленным расценкой в локальном сметном расчете и расценками в актах о приемке выполненных работ, что привело к неудовлетворительному качеству выполненных работ.

Вопросы, которые ставятся перед экспертом в рамках экспертизы, могут быть разными: от строительных конструкций до всего объекта. В ходе процесса обследования могут возникнуть различные сложности, которые эксперт должен решить в рамках своей компетенции.

Результатом проведенного обследования зданий и сооружений является заключение, если заказчиком является, например, Управляющая компания и заключение дается в форме несудебной экспертизы, или Заключение эксперта, если исследование производилось по определению суда или постановлению следователя, в котором даются выводы — ответы на поставленные вопросы объекта. В него входят следующие пункты:

1. Самый главный пункт это осмотр объекта, в отношении которого проводится экспертиза, в него входят также архитектурно-планировочные решения и замеры

2. К заключению эксперта необходимо прикрепить приложение, состоящее из фотографий дефектов материалов и конструкций. Фотоиллюстрации обязательно должны быть с датой и временем.

3. При необходимости включается такой пункт, как предоставление акта осмотра, к которому прилагается дефектная ведомость.

4. Не менее важный пункт — это внесение в заключение эксперта всех результатов



Рис.1. Недостатки в тепловом узле.

лабораторных испытаний и исследований образцов, если эксперт их отбирал.

5. В заключении эксперта также указываются все результаты по отдельным элементам, конструкциям: это могут быть кровельный пирог, конструкция стен или фундаментов.

6. Необходимым пунктом в заключении эксперта являются ответы на вопросы, которые были поставлены перед экспертом в определении суда или постановлении следователя, на основании которых проводилась данная экспертиза.

После получения заключения эксперта, все выводы, которые в нем содержатся, будут являться одним из оснований для вынесения решения суда по объекту и вариантам его дальнейших эксплуатации и проектирования, будь то восстановление или усиление здания, или его отдельных элементов.

Судебная строительнотехническая экспертиза зданий и сооружений является неотъемлемой частью процесса эксплуатации и управления недвижимостью. Она позволяет выявить потенциальные проблемы и дефекты, а также определить меры по их устранению, что способствует сохранности и безопасности объекта.

Список использованных источников

1. Бутырин А.Ю. Теория и практика судебной строительнотехнической экспертизы // Москва: Городец, 2006. — С.16-19.
2. Федеральный закон «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» от 31.05.2001 №73 ФЗ.
3. Bredikhin, V. V. Analysis of up-to-date methods of non-destructive testing of performance properties of reinforced concrete building structures / V. V. Bredikhin, K. Los // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering, Volume 1242, 16th International Scientific Conference, Braşov, 04–05 ноября 2021 года. Vol. 1242. — Braşov: IOP Publishing Ltd, 2022. — P. 012006. — DOI 10.1088/1757-899X/1242/1/012006.
4. Бредихин, В. В. Проблемные аспекты стоимостной строительной экспертизы в рамках контрактной системы в сфере закупок / В. В. Бредихин, К. И. Лось // Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Курск, 17 июля 2020 года / Юго-Западный государственный университет. — Курск:

Юго-Западный государственный университет, 2020. — P. 56–62.

5. Бредихин, В. В. Становление и специфика стоимостной экспертизы в России как вида судебной строительнотехнической экспертизы / В. В. Бредихин, К. И. Лось // БСТ: Бюллетень строительной техники. — 2020. — № 7(1031). — С. 26-28.

6. Дорошин И.Н., Зобнина Ю.С., Андреева П.И. «Техноэкономическое обоснование выбора метода обследования здания». БСТ: Бюллетень строительной техники. 2025. № 4 (1088). С. 36-38.

7. Байбури А.Х., Белгородский Е.А., Самарин А.Ю. «Анализ критичности дефектов устройства оснований и фундаментов». Строительное производство. 2024. № 2. С. 83-88.

8. Баснукаев И.Ш., Даудова Л.Х., Ахматова М.И. «Мониторинг строительных конструкций». Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 8. № 1 (154). С. 13-21.

9. Йордановска Д. «Обследование зданий и сооружений в России и Европейских странах. В сборнике: История, современное состояние и перспективы инновационного развития общества. сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. Уфа, 2021. С. 311-315.

10. Грудинина Ж.А., Чунарева С.А., Климака М.С., Шарапов А.А. Применение технологий искусственного интеллекта при мониторинге состояния строительных конструкций зданий и сооружений». Интерэкспо Гео-Сибирь. 2024. Т. 7. № 1. С. 82-87.

Об авторах:

Ключ Виктория Романовна, — бакалавр, каф. Экспертизы и управления недвижимостью, горного дела. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный Государственный Университет» (ЮЗГУ) 305040, Курская область, город Курск, ул. 50 лет Октября, д.94, klyus.vicktoria@yandex.ru

Лобова Виктория Васильевна, — бакалавр, каф. Экспертизы и управления недвижимостью, горного дела. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный Государственный Университет» (ЮЗГУ) 305040, Курская область, город Курск, ул. 50 лет Октября, д.94, viklobova01@icloud.com

SOME APPROACHES TO INSPECTING THE TECHNICAL CONDITION OF MAJOR REPAIR PROJECTS IN FORENSIC CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE PROBLEMS

Klyus V.R.¹, Lobova V.V.¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Southwestern State University" (SWSU)

UDC 693.5

Abstract:

This article examines approaches to technical inspections of buildings and structures when performing forensic construction and technical assessments. The authors apply these approaches to the technical condition of buildings to specific types of repair work. Using a specialist's report as an example, the authors discuss the described approaches and present the specialist's opinions.

Keywords: technical condition, survey, construction and technical expertise.

References:

1. Butyrin, A. Yu. *Theory and Practice of Forensic Construction and Technical Expertise* // Moscow: Gorodets, 2006. pp. 16-19.
2. Federal Law "On State Forensic Expert Activity in the Russian Federation" of May 31, 2001, No. 73-FZ.
3. Bredikhin, V. V. *Analysis of Up-to-Date Methods of Non-Destructive Testing of Performance Properties of Reinforced Concrete Building Structures* / V. V. Bredikhin, K. I. Los // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1242, 16th International Scientific Conference, Braşov, November 4–5, 2021. Vol. 1242. — Braşov: IOP Publishing Ltd, 2022. — P. 012006. — DOI 10.1088/1757-899X/1242/1/012006.
4. Bredikhin, V. V. *Problematic aspects of cost construction expertise within the framework of the contract system in the field of procurement* / V. V. Bredikhin, K. I. Los // *Modern problems in construction: setting problems and solutions: collection of scientific articles from the International Scientific and Practical Conference, Kursk, July 17, 2020* / Southwestern State University. — Kursk: Southwestern State University, 2020. — P. 56-62.
5. Bredikhin, V. V. *Formation and Specifics of Value Expertise in Russia as a Type of Forensic Construction and Technical Expertise*

/ V. V. Bredikhin, K. I. Los // *BST: Bulletin of Construction Equipment*. — 2020. — No. 7 (1031). — P. 26-28.

6. Doroshin I. N., Zobnina Yu. S., Andreeva P. I. "Feasibility Study for Selecting a Building Inspection Method". *BST: Bulletin of Construction Equipment*. 2025. No. 4 (1088). P. 36-38.

7. Baiburin A. Kh., Belgorodsky E. A., Samarin A. Yu. "Analysis of the Criticality of Defects in the Construction of Foundations and Foundations". *Construction Production*. 2024. No. 2. P. 83-88.

8. Basnukaev I.Sh., Daudova L.Kh., Akhmatova M.I. "Monitoring of Building Structures". *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2025. Vol. 8. No. 1 (154). Pp. 13-21.

9. Jordanovska D. "Survey of Buildings and Structures in Russia and European Countries. In the collection: History, Current State, and Prospects for Innovative Development of Society. A Collection of Articles from the National (All-Russian) Scientific and Practical Conference. Ufa, 2021. Pp. 311-315.

10. Grudinina Zh.A., Chunareva S.A., Klimaka M.S., Sharapov A.A. *Application of Artificial Intelligence Technologies in Monitoring the Condition of Building Structures of Buildings and Structures*. Inter Expo Geo-Siberia. 2024. Vol. 7. No. 1. Pp. 82-87.

Information about the authors

Klyus Viktoria Romanovna, — baccalaureate, Department of Expertise and Real Estate Management, Mining, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South-West State University" (SWSU) 305040, Kursk Oblast, 50 Let Oktyabrya St., Bldg. 94, klyus.viktoria@yandex.ru;

Lobova Viktoria Vasilyevna, — baccalaureate, Department of Expertise and Real Estate Management, Mining, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South-West State University" (SWSU) 305040, Kursk Oblast, 50 Let Oktyabrya St., Bldg. 94, viklobova01@icloud.com.

Процедура проведения строительно-технической экспертизы отдельных элементов инженерно-технических систем зданий

УДК 69.059

Лобова В.В.,
Клюс В.Р.Лобова В.В.¹, Клюс В.Р.¹¹«Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный Государственный Университет» (ЮЗГУ)

Аннотация. Строительно-техническая экспертиза является важным этапом обеспечения безопасности, надежности и долговечности зданий и сооружений. В данной статье рассмотрены ключевые аспекты процедуры проведения экспертизы отдельных элементов инженерно-технических систем зданий. Особое внимание уделено подготовке, проведению и оформлению результатов экспертизы.

Ключевые слова: строительно-техническая экспертиза, инженерно-технические системы зданий, экспертиза, обследование, техническое состояние зданий, диагностика, нормативные документы, судебная экспертиза, реконструкция, безопасность, инженерные системы

Строительно-техническая экспертиза отдельных элементов инженерно-технических систем (ИТС) зданий — это комплексный процесс оценки технического состояния, стоимости и соответствия выполненных работ нормативным требованиям. Она проводится для выявления дефектов, определения экономической эффективности и разрешения споров в строительстве и ЖКХ. На примере объекта «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» (далее — объект) статья иллюстрирует процедуру экспертизы, фокусируясь на разборе ряда вопросов, поставленных перед специалистом.

Производство судебной экспертизы регулируется федеральными нормами и стандартами:

Процессуальными кодексами РФ (УПК, ГПК, АПК, КоАП)

Федеральным законом № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» (2001 г.).

СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».

МДС 81-35.2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации».

ГОСТ Р 53778-2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий» (актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*).

Производство экспертизы включает в том числе анализ физического состояния элементов ИТС (системы водоснабжения, отопления, вентиляции), их стоимости и соответствия проектной документации. Для объекта акцент на водомерном узле, который включает счетчики, фильтры, запорную арматуру и обеспечивает точный учет потребления воды в соответствии с ГОСТ 8.156-83.

Процедура подготовки заключения эксперта состоит из семи этапов: изучение определения суда (постановления следователя), дача подписки эксперта, подготовка, обследование, анализ, оценка и оформление. Разбор указанных вопросов интегрирован в этап анализа, с примерами на объекте.

Подготовительный этап

Изучается объект исследования: объект — монтаж водомерного узла в общественном здании. Собирается документация: проектная смета, исполнительная документация (акты КС-2, КС-3, журналы работ), технические паспорта оборудования. Определяются методы: визуальный осмотр, инструментальная диагностика, расчеты по МДС 81-35.2004.

Визуальный осмотр и обследование

Проводится осмотр объекта: проверка монтажа узла (герметичность, правильность установки счетчика), соответствие СП 30.13330.2016. Используются инструменты: манометры, тестеры. Фиксируются дефекты (утечки, неправильное подключение) с фото- и видеоматериалами.

Формирование при необходимости комиссии экспертов и специалистов:

- определение состава комиссии (эксперты, специалисты — инженеры-строители, проектировщики, лаборанты).
- подготовка необходимого оборудования и измерительных приборов.

Диагностика и анализ

На этом этапе решается среди прочего вопрос, стоящий перед экспертом:

Определение стоимости фактически выполненных работ по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

В рамках подготовки эксперт изучил представленный материал:

- Акт о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- локальный сметный расчет «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- справку о стоимости выполненных работ и затрат по форме КС-3 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- счет на оплату по виду работ «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- договор подряда на «Установку водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

В ходе анализа этих документов установлено, что для расчета стоимости выполненных работ в акте о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» были использованы единичные расценки на работы (ФЕР), материалы и оборудование (ФССЦ) аналогичные расценкам, учтенным в локальном сметном расчете «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании

- МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98». Вид расчета стоимости выполненных работ соответствует виду расчета, использованному при определении сметной стоимости в локальном сметном расчете «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

Документально подтвержденных данных о фактических затратах на материалы, оборудование и работы кроме тех, которые включены в акт о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» в материалах не представлено.

На основании вышеизложенного следует вывод о том, что стоимость фактически выполненных работ по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» соответствует стоимости, указанной в акте о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

Сравнение стоимости фактически выполненных работ со стоимостью работ, указанной в сметной документации и исполнительной документации по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

В рамках анализа представленных материалов эксперт изучил следующие материалы:

- Акт о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- локальный сметный расчет «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- справку о стоимости выполненных работ и затрат по форме КС-3 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- счет на оплату по виду работ «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- договор подряда № б/н от 14.11.2022г на «Установку водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

В ходе проверки установлено, что стоимость выполненных работ была определена на основании акта о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98». Стоимость работ по установке водомерного узла учета холодной воды была определена на основании локального сметного расчета. Установлено, что объемы работ, материалов и оборудования в акте о приемке выполненных работ и локальном сметном расчете соответствуют друг другу по объемам и единичным расценкам, использованным при расчетах стоимости затрат. При этом установлено, что, на основании данных, имеющихся в материалах, можно судить о том, что стоимость фактически выполненных работ по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» соответствует стоимости, указанной в акте о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

На основании вышеизложенного следует вывод о том, что стоимость фактически выполненных работ по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» соответствует стоимости, указанной в локальном сметном расчете «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» и стоимости, указанной в акте о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

Проведение проверки достоверности определения сметной стоимости сметной документации и исполнительной документации по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

Эксперт изучил представленные материалы:

- Акт о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- локальный сметный расчет «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- справку о стоимости выполненных работ и затрат по форме КС-3 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- счет на оплату по виду работ «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- договор подряда на «Установку водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

В ходе проверки установлено, что для расчета стоимости выполненных работ в акте о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» были использованы единичные расценки на работы (ФЕР), материалы и оборудование (ФССЦ) аналогичные расценкам, учтенным в локальном сметном расчете «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98». Вид расчета стоимости выполненных работ соответствует виду расчета, использованному при определении сметной стоимости в локальном сметном расчете «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

В рамках проверки достоверности определения сметной стоимости было проведено исследование:

- соответствия примененных в локальной смете и акте о приемке выполненных работ единичных расценок на работы (ФЕР), материалы и оборудование (ФССЦ) действующему на территории РФ нормативно-правовому порядку их применения при расчете сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия;
- соответствия примененных в локальной смете и акте о приемке выполненных работ методов приведения цен к текущему уровню на дату формирования указанных расчетов действующему на территории РФ нормативно-правовому порядку при расчете сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ре-

монта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия.

На основании проведенной проверки достоверности определения сметной стоимости эксперт пришел к выводу о том, что стоимость работ по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98», определенная в локальном сметном расчете и акте о приемке выполненных работ по форме КС-2 соответствует действующему на территории РФ нормативно-правовому порядку расчета сметной стоимости строительства согласно «Методике определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории российской федерации» (утв. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 04 августа 2020 г. № 421/пр).

Сравнение первоначальной сметы по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»

Эксперт изучил представленный материал:

- Акт о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- локальный сметный расчет «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- справка о стоимости выполненных работ и затрат по форме КС-3 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- счет на оплату по виду работ «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98»;
- договор подряда на «Установку водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

В ходе проверки установлено, что в материалах проверки находится локальный сметный расчет «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» и акт о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98». На основании этого, эксперт принимает к исследованию локальный сметный расчет «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» в качестве первоначальной сметы.

Установлено, что в части наименования, содержания и указанных объемов локальный сметный расчет «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98» соответствует акту о приемке выполненных работ по форме КС-2 по объекту «Установка водомерного узла учета холодной воды в здании МБДОУ «ЦРР-детский сад № 98».

Разработка рекомендаций:

- Разработка мер по устранению выявленных недостатков.
- Определение сроков и объемов ремонтных работ.

- Выдача заключения о возможности дальнейшей эксплуатации объекта.

Оформление результатов экспертизы

По результатам проведенной экспертизы оформляется заключение эксперта, которое включает:

- время и место производства судебной экспертизы;
- основания производства судебной экспертизы;
- сведения об органе или о лице, назначивших судебную экспертизу;
- сведения о государственном судебно-экспертном учреждении, об эксперте (фамилия, имя, отчество, образование, специальность, стаж работы, ученая степень и ученое звание, занимаемая должность), которым поручено производство судебной экспертизы;
- предупреждение эксперта в соответствии с законодательством Российской Федерации об ответственности за дачу заведомо ложного заключения;
- вопросы, поставленные перед экспертом или комиссией экспертов;
- объекты исследований и материалы дела, представленные эксперту для производства судебной экспертизы;
- сведения об участниках процесса, присутствовавших при производстве судебной экспертизы;
- описание объекта экспертизы.
- перечень выявленных дефектов и повреждений.
- анализ причин их возникновения.
- рекомендации по ремонту или реконструкции.
- ответы на поставленные вопросы
- иллюстративный материал, приложения, схемы и графики

Заключение эксперта подписывается им и скрепляется печатью экспертного учреждения.

Строительно-техническая экспертиза является неотъемлемой частью обеспечения безопасности и надежности эксплуатации зданий и сооружений.

Список использованных источников

1. Федеральный закон Российской Федерации от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации». — М.: КонсультантПлюс, 2022.
2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. — М.: ФГУП ЦПП, 2003.
3. ГОСТ Р 53778-2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. — М.: Стандартинформ, 2010.
4. Куликов Ю.А. Строительная экспертиза: учебник для вузов. — М.: Издательство АСВ, 2018.
5. Шахрамьян М.А., Карасев А.С. Судебная строительно-техническая экспертиза: учебное пособие. — М.: Юрлитинформ, 2020.
6. ВСН 53-86(р). Правила оценки физического износа жилых зданий. — М.: Госстрой СССР, 1986 (с изменениями).
7. РД 22-01.97. Требования к проведению экспертизы промышленной безопасности. — М.: Госгортехнадзор России, 1997.
8. МДС 13-20.2004. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания

- зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. — М.: Госстрой России, 2004.
9. Иванов В.С. Экспертиза инженерных систем зданий: монография. — СПб.: СПбГАСУ, 2015.
10. Петрова Е.В. Методы и процедуры строительно-технической экспертизы: учебное пособие. — М.: МГСУ, 2019.
11. Журнал «Жилищное строительство». Статья: «Экспертиза систем отопления и вентиляции в жилых зданиях» / Автор: Сидоров А.В. — 2021, № 4.
12. Международный стандарт ISO 16811:2012. Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Sensitivity and range setting. — Geneva: ISO, 2012 (адаптировано для строительной экспертизы).
13. Диссертация: Козлов Д.А. «Методика проведения экспертизы технического состояния инженерных систем зданий». — М.: МГСУ, 2017.
14. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986 (с изменениями и дополнениями).
15. Рекомендации по проведению обследования и оценки

технического состояния инженерных систем зданий / Под ред. А.Н. Теличенко. — М.: МГСУ, 2022.

Об авторах:

Лобова Виктория Васильевна, — бакалавр, каф. Экспертизы и управления недвижимостью, горного дела. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный Государственный Университет» (ЮЗГУ) 305040, Курская область, город Курск, ул. 50 лет Октября, д.94, viklobova01@icloud.com

Клюс Виктория Романовна, — бакалавр, каф. Экспертизы и управления недвижимостью, горного дела. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный Государственный Университет» (ЮЗГУ) 305040, Курская область, город Курск, ул. 50 лет Октября, д.94, klyus.vicktoria@yandex.ru

Procedure for Conducting a Construction and Technical Expertise of Individual Elements of Building Engineering Systems

Lobova V.V.¹, Klyus V.R.¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Southwestern State University" (SWSU)

UDC 69.059

Abstract:

Construction and technical expertise is a mandatory step in ensuring the safety, reliability, and durability of buildings and structures. This article examines important aspects of the assessment procedure for individual elements of building engineering systems. Particular attention is paid to the preparation, implementation, and presentation of assessment results.

Keywords: construction and technical expertise, building engineering systems, expertise, conclusions, technical condition of buildings, diagnostics, regulatory documents, comprehensive assessment, reconstruction, safety, engineering systems.

References:

1. Federal Law of the Russian Federation of May 31, 2001, No. 73-FZ "On State Forensic Activity in the Russian Federation". Moscow: ConsultantPlus, 2022.
2. SP 13-102-2003. Rules for Inspection of Load-Bearing Structural Structures of Buildings and Structures. Moscow: FSUE TsPP, 2003.
3. GOST R 53778-2010. Buildings and Structures. Rules for Inspection and Monitoring of Technical Condition. Moscow: Standartinform, 2010.
4. Kulikov Yu.A. Construction Expertise: Textbook for Universities. Moscow: ASV Publishing House, 2018.
5. Shakhramanyan M.A., Karasev A.S. Forensic Construction and Technical Expertise: Study Guide. — Moscow: Yurlitinform, 2020.
6. VSN 53-86(r). Rules for Assessing the Physical Deterioration of Residential Buildings. — Moscow: USSR Gosstroy, 1986 (as amended).
7. RD 22-01.97. Requirements for Conducting Industrial Safety Expertise. — Moscow: Gosgortekhnadzor of Russia, 1997.
8. MDS 13-20.2004. Regulations on the Organization and

Conduct of Reconstruction, Repair, and Maintenance of Buildings, Public Utilities, and Socio-Cultural Facilities. — Moscow: Gosstroy of Russia, 2004.

9. Ivanov V.S. Expertise of Building Engineering Systems: Monograph. — Saint Petersburg: SPbGASU, 2015.
10. Petrova E.V. Methods and Procedures of Construction and Technical Expertise: Study Guide. — Moscow: MGSU, 2019.
11. Housing Construction Magazine. Article: "Expertise of Heating and Ventilation Systems in Residential Buildings" / Author: A.V. Sidorov — 2021, No. 4.
12. International standard ISO 16811:2012. Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Sensitivity and range setting. — Geneva: ISO, 2012 (adapted for construction expertise).
13. Dissertation: D.A. Kozlov. "Methodology for conducting an examination of the technical condition of engineering systems in buildings". — Moscow: MGSU, 2017.
14. SNiP 3.05.01-85. Internal plumbing systems. — Moscow: TsITP Gosstroy of the USSR, 1986 (with amendments and additions).
15. Recommendations for conducting a survey and assessment of the technical condition of engineering systems in buildings / Ed. A.N. Telichenko. — Moscow: MGSU, 2022.

Information about the authors

Lobova Viktoria Vasilyevna, — baccalaureate, Department of Expertise and Real Estate Management, Mining, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South-West State University" (SWSU) 305040, Kursk Oblast, 50 Let Oktyabrya St., Bldg. 94, viklobova01@icloud.com.

Klyus Viktoria Romanovna, — baccalaureate, Department of Expertise and Real Estate Management, Mining, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South-West State University" (SWSU) 305040, Kursk Oblast, 50 Let Oktyabrya St., Bldg. 94, klyus.vicktoria@yandex.ru;

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ СТЯЖКИ ПОЛА ОТ ЕЕ ПЛОТНОСТИ

УДК 666.972.53

Кабанов Д.С.

Кабанов Д.С.¹¹Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»).

Аннотация. В статье проанализированы результаты испытаний образцов стяжки пола с целью оценки взаимозависимости между показателями плотности и предела прочности на сжатие.

В рамках государственной работы «Проведение экспертизы, обследований, лабораторных и иных испытаний выполненных работ и применяемых строительных материалов в рамках государственного строительного надзора», проводимой в ГБУ «ЦЭИИС» оценка качества раствора стяжки пола является одной из востребованных. Выполнен анализ полученных результатов испытаний образцов затвердевшего раствора стяжки пола, отобранных на строящихся объектах города Москвы.

Обработан большой массив данных, полученных по результатам сопоставительных испытаний по определению плотности и предела прочности на сжатие образцов стяжки пола. Установлена степень влияния плотности стяжки пола на ее прочность при сжатии.

По результатам выполненных исследований выявлено отсутствие прямой зависимости между плотностью стяжки пола и предела ее прочности на сжатие. При этом зафиксирована тенденция увеличения предела прочности на сжатие с увеличением плотности затвердевшего раствора стяжки пола.

Ключевые слова: затвердевший раствор стяжки пола, образцы-балочки для испытания, предел прочности стяжки пола на сжатие, средняя плотность раствора

Введение

Стяжка пола используется для выравнивания поверхности нижележащего слоя, укрытия трубопроводов и труб с электропроводкой, распределения нагрузок по теплозвукоизоляционным слоям, обеспечения нормируемого теплоусвоения полов, создания уклонов на полах по перекрытиям [1]. Стяжка укладывается поверх перекрытия или на вспомогательных, например, тепло- или звукоизоляционных слоях. В домах, построенных с нуля, стяжка становится еще и защитным слоем. Она позволяет создать наилучшие условия гидроизоляции и теплоизоляции [2]. Главное предназначение стяжки — выравнивание чернового основания пола [3]. При отсутствии стяжки полы в помещении могут быть чрезмерно неровными, что негативно скажется на всем, что может находиться внутри помещения. Мебель будет стоять криво, перекашиваться, отдельные виды напольного покрытия крайне требовательны к ровности чернового основания: например, керамическая плитка может легко сломаться и прийти в негодность, если полы будут кривыми, ламинат и другие подобные материалы быстро придут в негодность, если будут лежать на таком основании [4].

Цементно-песчаная стяжка является одним из важнейших конструктивных элементов качественного пола. Вопрос внутреннего состояния стяжки пола в массивных конструкциях является достаточно актуальным.

Различают несколько видов стяжки пола в зависимости от типа используемой смеси, процесса укладки, условий эксплуатации, конструктивных особенностей: 1) Самовыравнивающаяся (наливной пол); 2) Сухая; 3) Полусухая; 4) Мокрая [5].

Каждый вид стяжки используется в зависимости от назначения будущего помещения, требованиям к прочности, шумоизоляции и теплоизоляции. Стяжка мокрого вида также подразделяется на два типа:

- первый тип — монолитные, имеют жесткое, прочное сцепление с черновым основанием без использования других материалов;
- второй тип — плавающие стяжки, устраиваются поверх гидроизоляционного, теплоизоляционного слоев, не

имея при этом прямого контакта с черным основанием, плавающая стяжка дает наибольшую звукоизоляцию.

Стяжки по типу состава делятся на цементные (бетонные) и гипсовые.

Бетонные стяжки необходимо укладывать на мощные основания, укладка на слабое основание чревата обрушением либо растрескиванием цементной стяжки. Именно поэтому бетонные стяжки рекомендуется укладывать в многоквартирных домах либо в частных домах с мощным основанием.

Гипсовые стяжки имеют ряд отличительных достоинств: быстро сохнут, имеют небольшой вес, создают максимальную тепловую и звукоизоляцию, но при этом данный тип стяжки не пригоден для использования в помещениях с высокой влажностью воздуха и основания. В данной работе мы проводим оценку испытаний исключительно цементной стяжки пола.

Материалы и методы

В Лаборатории строительных материалов ГБУ «ЦЭИИС» определение предела прочности на сжатие стяжки пола и ее средней плотности проводят на подготовленных образцах-балочках (рис. 2) размером (4×4×16) см, выпиленных из вырубков, отобранных на строительном объекте (рис. 1).

Измерения размеров образцов выполняли по ГОСТ Р 58939-2020 [6].

Испытание образцов стяжки пола для определения плотности и предела прочности на сжатие (рис. 3) проводили, в соответствии с ГОСТ 5802-2024, п. 4.7, п. 9–10 [7] и ГОСТ 310.4-81, п. 1, п. 2.2.10-2.2.12 [8].

Результаты

За последние два года в лаборатории было составлено более 100 протоколов испытаний по определению физико-механических свойств стяжки пола. Каждый протокол включал в себя три серии испытаний (табл. 1), а каждая серия, в свою очередь, три образца-балочки размером (4×4×16) см. При этом среднюю плотность раствора определяли по трем образцам-балочкам (4×4×16) см, а среднее значение предела прочности на сжатие вычисляли как среднеарифметическое значение четырех наибольших ре-



Рис. 1. Отбор вырубki из затвердевшего раствора стяжки пола
Fig. 1. Removal of cutting from hardened solution of floor screed

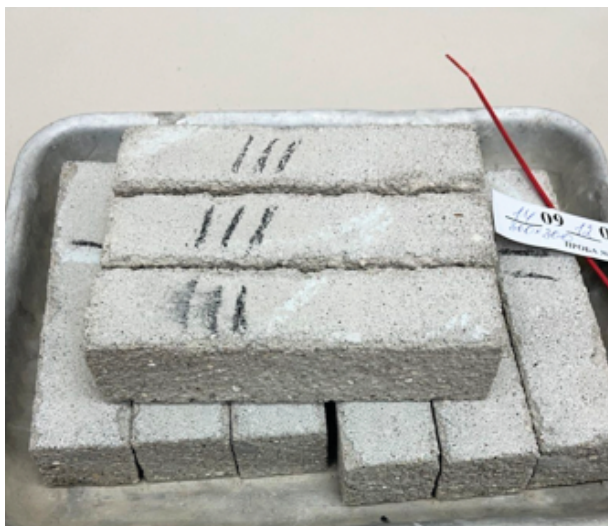


Рис. 2. Подготовленные для испытания образцы-балочки
Fig. 2. Prepared beam samples for testing

зультатов испытаний из шести половинок образцов-балочек (4×4×16) см.

Таким образом, мы получили массив данных, включающий в себя более 300 параллельных определений величин плотности и предела прочности на сжатие образцов стяжки пола (рис. 4).

Полученный массив данных был обработан с помощью корреляционного анализа.

Исходя из вышепредставленной диаграммы рассеяния (рис. 3) имеем дело с положительной корреляцией с уравнением тренда $R_{\text{сж}} = 0,1783 e^{0,0032p}$ с коэффициентом детерминации $R_2 = 0,4605$.

Численное значение рассчитанного эмпирического корреляционного отношения η служит для измерения величины зависимости между исследуемыми показателями. Связи могут быть слабыми и сильными. Их критерии оцениваются по шкале Чеддока [9]. В нашем случае $\eta = 0,678$, что



Рис. 3. Испытание образцов-балочек на прессе
Fig. 3. Testing of beam samples on a press

говорит о заметной связи между признаками. Об этом же свидетельствует величина индекса корреляции $R = 0,68$.

Оценка качества уравнения тренда с помощью средней относительной ошибки аппроксимации привела к следующим выводам.

Как известно, значение средней ошибки аппроксимации $\bar{A}$ до 15% свидетельствует о хорошо подобранной модели уравнения [10]. При этом ошибка аппроксимации в пределах 5%–7% свидетельствует о хорошем подборе уравнения тренда к исходным данным.

В нашем случае $\bar{A} = 9,8\%$, т.е. речь идет о хорошо подобранной модели уравнения. Вместе с тем ошибка больше

Таблица 1. Пример результатов испытания
Table 1. Example of test results

№ п/п	Наименование показателя (характеристики)	Результат	Единица измерения	НД на применяемую методику (метод)	Примечание
1	Толщина стяжки		мм	ГОСТ Р 58939-2020	1) Среднеарифметическое значение результатов испытаний всех образцов серии; 2) Средняя плотность раствора определена по образцам-балочкам размером (4×4×16) см; 3) Испытания по определению средней плотности раствора проведены на образцах в состоянии естественной влажности.
	№ серии:				
	1	70,7			
	2	69,4			
	3	79,6			
2	Средняя плотность раствора		кг/м ³	ГОСТ 5802-2024 п. 10	
	№ серии:				
	1	1955			
	2	1964			
	3	1974			
3	Предел прочности на сжатие		кгс/см ²	ГОСТ 5802-2024 п.4.7, п.9	
	№ серии:				
	1	136,8			
	2	132,4			
	3	181,6			

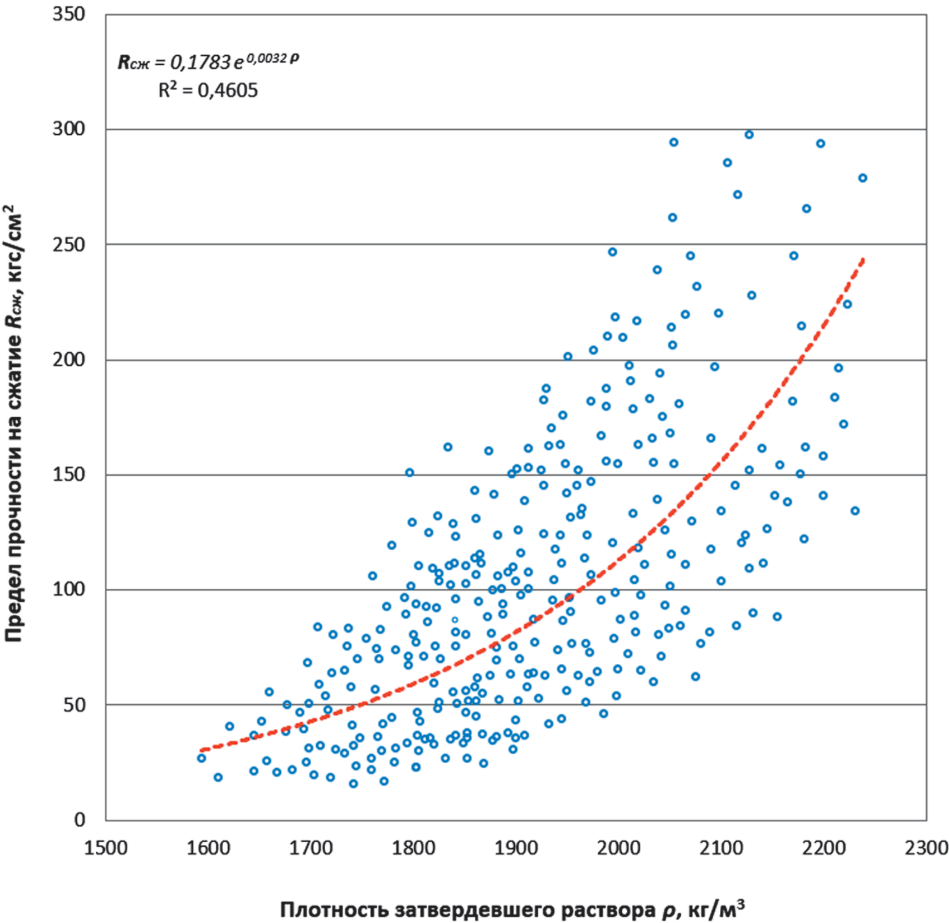


Рис. 4. Графическое представление результатов испытаний
Fig. 4. Graphical representation of test results

- 7%, а это значит, что данное уравнение нежелательно использовать в качестве тренда.

Проверка значимости модели регрессии с использованием F-критерия Фишера указывает на то, что коэффициент детерминации и в целом уравнение тренда статистически значимы, поскольку $F=184,4 > F_{кр}=3,9$.

Заключение

Исходя из анализа результатов исследований можно сделать вывод об отсутствии сильной корреляционной связи между плотностью стяжки пола и пределом ее прочности на сжатие. При этом можно констатировать наличие заметной связи между исследуемыми показателями.

Налицо общая тенденция увеличения предела прочности на сжатие с увеличением плотности затвердевшего раствора стяжки пола.

Таким образом, исходя из предварительно определенной плотности затвердевшего раствора стяжки пола можно сделать вывод о ее прочностных характеристиках.

Список использованных источников

1. Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88 (с Изменениями N 1, 2, 3) : СП 29.13330.2011 : Свод правил : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря N 785 и введен в действие с 20 мая 2011 г.
2. Виды стяжек пола / <https://nplaster.pf/blog/vidy-styazhek-pola/?ysclid=micshbylkt470918788>.
3. Стяжка пола: виды, особенности и принципы укладки / <https://realty.rbc.ru/news/6103c82e9a79476f0a322ab4>.
4. Механическая стяжка пола / https://azbukuyut.ru/?page_id=641.
5. Стяжка пола в квартире / <https://nplaster.pf/blog/styazhka-pola-v-kvartire/?ysclid=mid26nmlkd918830155>.

6. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления : ГОСТ Р 58939-2020 : Национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2020 г. N 414-ст.

7. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии : ГОСТ 310.4-81 : Межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 21.08.81 N 151.

8. Растворы строительные. Методы испытаний : ГОСТ 5802-2024 : Межгосударственный стандарт : приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 декабря 2024 г. № 2058-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 5802-2024 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2025 г.

9. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / В. Е. Гмурман. — М.: Высш. шк., 2003. — 479 с.

10. Щеголева С.А. Корреляционный анализ в статистическом контроле качества: метод. указания / С.А. Щеголева. — Инженерная школа ДВФУ. — Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. — 37 с.

Об авторе:

Кабанов Дмитрий Сергеевич, — инженер лаборатории строительных материалов ГБУ города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»), Россия, 109052, Москва, Рязанский проспект, 13, KabanovDS@str.mos.ru.

THE DEPENDENCE OF THE STRENGTH OF THE FLOOR SCREED ON ITS DENSITY

Kabanov D.S.¹

¹ State Budgetary Institution of the city of Moscow "Center for Expertise, Research and Testing in Construction" (GBU «CEIIS»)

UDC 666.972.53

Abstract:

The article analyzes the test results of floor screed samples in order to assess the interdependence between density and compressive strength.

Within the framework of the state work "Conducting expert examinations, surveys, laboratory and other tests of completed works and applied building materials within the framework of the state construction supervision", carried out at the State Budgetary Institution CEIIS, the quality assessment of the floor screed solution is one of the most demanded. The analysis of the obtained test results of the samples of the hardened solution of the floor screed selected at the facilities under construction in Moscow was performed.

A large array of data has been processed based on the results of comparative tests to determine the density and compressive strength of floor screed samples. The degree of influence of the density of the floor screed on its compressive strength has been established.

According to the results of the performed studies, there is no direct relationship between the density of the floor screed and its compressive strength. At the same time, there is a ten-

dency to increase the compressive strength with an increase in the density of the hardened floor screed solution.

Keywords: chardened floor screed mortar, sample beams for testing, compressive strength of floor screed, average density of mortar

References:

1. Poly. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.03.13-88 (s Izmeneniyami N 1, 2, 3) : SP 29.13330.2011 : Svod pravil [Floors. Updated version of SNiP 2.03.13-88 (with Amendments N 1, 2, 3) : SP 29.13330.2011 : Code of Rules] : utverzhen prikazom Ministerstva regional'nogo razvitiya Rossijskoj Federacii (Minregion Rossii) ot 27 dekabrya N 785 i vveden v dejstvie s 20 maya 2011 g.
2. Vidy styazhek pola / <https://nplaster.pf/blog/vidy-styazhek-pola/?ysclid=micshbylkt470918788>.
3. Styazhka pola: vidy, osobennosti i principy ukladki / <https://realty.rbc.ru/news/6103c82e9a79476f0a322ab4>.
4. Mekhanicheskaya styazhka pola / https://azbukuyut.ru/?page_id=641.
5. Styazhka pola v kvartire / <https://nplaster.pf/blog/styazhka-pola-v-kvartire/?ysclid=mid26nmlkd918830155>.

6. Sistema obespecheniya tochnosti geometricheskikh parametrov v stroitel'stve. Pravila vypolneniya izmerenij. Elementy zavodskogo izgotovleniya : GOST R 58939-2020 : Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii [A system for ensuring the accuracy of geometric parameters in construction. Measurement rules. Factory-made elements : GOST R 58939-2020 : National Standard of the Russian Federation] : utverzhden i vveden v dejstvie Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 28 iyulya 2020 g. N 414-st.

7. Cementy. Metody opredeleniya predela prochnosti pri izgibe i szhatii : GOST 310.4-81 : Mezhhgosudarstvennyj standart [Cements. Methods for determining bending and compressive strength : GOST 310.4-81 : Interstate standard] : utverzhden i vveden v dejstvie Postanovleniem Gosudarstvennogo komiteta SSSR po delam stroitel'stva ot 21.08.81 N 151.

8. Rastvory stroitel'nye. Metody ispytaniy : GOST 5802-2024 : Mezhhgosudarstvennyj standart [Mortars. Test methods: GOST 5802-2024: Interstate standard] : prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 28 deka-

brya 2024 g. № 2058-st mezhgosudarstvennyj standart GOST 5802-2024 vveden v dejstvie v kachestve nacional'nogo standarta Rossijskoj Federacii s 1 iyunya 2025 g.

9. Gmurman V. E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika: uchebnoe posobie dlya vuzov [Probability theory and mathematical statistics: a textbook for universities] / V. E. Gmurman. — M.: Vyssh. shk., 2003. — 479 s.

10. Shchegoleva S.A. Korrelyacionnyj analiz v statisticheskom kontrole kachestva: metod. ukazaniya [Correlation analysis in statistical quality control: methodological guidelines] / S.A. Shchegoleva. — Inzhenernaya shkola DVFU. — Vladivostok: Dal'nevost. federal. un-t, 2014. — 37 s.

Information about the authors

Kabanov Dmitriy Sergeevich, — Engineer of the Laboratory of building materials of the State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction», Russia, 109052, Moscow, Ryazansky prospect, 13, KabanovDS@str.mos.ru.

УДК 621.791.052.08:620.179.16

Козлов А.П.,
Прокофьев Р.А.

Использование методов акустической эмиссии для диагностики усталостных трещин в металлических конструкциях

Козлов А.П.¹, Прокофьев Р.А.¹¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ).

Аннотация. Статья посвящена исследованию метода акустической эмиссии для диагностики усталостных трещин в металлических конструкциях. Данный метод относится к группе неразрушающего контроля и выделяется способностью выявлять дефекты в реальном времени. Основное внимание уделено процедуре проведения испытаний и сравнению акустической эмиссии с другими методами неразрушающего контроля.

Ключевые слова: усталостные трещины, акустическая эмиссия, методы неразрушающего контроля

Металлические конструкции, такие как мосты, промышленные здания, трубопроводы и авиационные элементы, подвергаются циклическим нагрузкам, вызывающим усталостные трещины. Эти дефекты возникают из-за накопления микрповреждений в материале под действием повторяющихся напряжений, даже если они ниже предела прочности. [5] Невыявленные трещины могут привести к катастрофам, как это случилось при обрушениях мостов или разрушении резервуаров. [5]

Для диагностики усталостных трещин применяются методы неразрушающего контроля, среди которых акустическая эмиссия (АЭ) выделяется возможностью отслеживать развитие дефектов в режиме реального времени.

АЭ — пассивный метод, регистрирующий упругие волны, возникающие при локальных перестройках структуры материала, таких как рост трещины или пластическая деформация. Этот метод позволяет обнаруживать трещины на ранних стадиях и прогнозировать их развитие, обеспечивая безопасность и продлевая срок службы конструкций. В отличие от других методов, АЭ фиксирует активные процессы повреждения под нагрузкой, что идеально для динамического мониторинга.

Метод АЭ применим к широкому спектру конструкционных сталей, включая распространенные марки, такие как Ст3 (углеродистая конструкционная сталь), а также высокопрочные стали типа А533В или сталь Гадфильда. Исследования демонстрируют эффективность АЭ для Ст3 в условиях циклических нагрузок: эмиссия сигналов возрастает при накоплении микротрещин, позволяя своевременно выявлять дефекты до критического разрушения. Для специальных сталей (А533В, Гадфильда) характерен резкий рост эмиссии непосредственно перед аварией, что подтверждает универсальность метода. [5]

Принцип АЭ основан на регистрации энергетических выделений, которые возникают в материале при быстрых локальных перестройках его структуры — таких как микроразрывы связей, образование и рост трещин или пластическая деформация под действием нагрузки. Эти процессы генерируют кратковременные упругие акустические волны (импульсы), распространяющиеся от источника повреждения по всему объему конструкции со скоростью звука в материале. [6]

Для захвата этих волн на поверхности конструкции размещаются пьезоэлектрические датчики, которые преобразуют механические колебания в электрические сигналы. Сигналы анализируются по ключевым параметрам: амплитуда, частота, длительность, энергия и спектральные характеристики. Это позволяет отличать истинные сигналы эмиссии от

трещин (с характерными высокочастотными импульсами) от фоновых шумов, таких как трение поверхностей или внешние вибрации, с помощью алгоритмов фильтрации и пороговой обработки.

При усталостных трещинах АЭ особенно эффективна: она регистрирует серию импульсов эмиссии от микроразрывов в зоне пластичности у вершины трещины, где под циклической нагрузкой происходит накопление повреждений и дискретный рост трещины. Это обеспечивает раннее обнаружение активных дефектов в реальном времени.

Математическая основа метода включает моделирование распространения волн и связь с механикой разрушения. Энергия сигнала АЭ связана с приращением объема пластической зоны через выражение: $E_{AE} = k \times \Delta V$, где E_{AE} — энергия сигнала АЭ, k — коэффициент пропорциональности, ΔV — приращение объема деформированной зоны. Более сложные модели учитывают частотный спектр: низкочастотные сигналы (менее 100 кГц) ассоциируются с макротрещинами, высокочастотные — с микрповреждениями.

В строительных конструкциях, таких как мосты, где усталостные трещины в сварных швах или балках развиваются незаметно под циклическими нагрузками от транспорта, АЭ мониторит критические зоны. Исследования на конструкционных сталях, применяемых в мостах и промышленных зданиях (например, низколегированных сталях типа 09Г2С или Ст3), демонстрируют [7], что количество событий АЭ коррелирует с длиной трещины, с резким ростом активности перед критическим разрушением. В промышленных объектах, таких как крановые эстакады или резервуары, подверженные вибрациям и циклическим нагрузкам (без ударных), АЭ минимизирует простой, позволяя отслеживать дефекты в реальном времени без остановки эксплуатации.

Преимущества АЭ: высокая чувствительность, покрытие больших площадей минимальным числом датчиков и интеграция с системами мониторинга структурного здоровья (SHM). Однако метод чувствителен к шумам, от работающего оборудования, и дает преимущественно качественные данные, требуя калибровки для количественной оценки. Для устранения шумов применяются фильтры и алгоритмы машинного обучения, классифицирующие сигналы по характеристикам. [7]

Таблица показывает, что АЭ превосходит другие методы в динамическом мониторинге, но рекомендуется комбинировать ее с ними для полной диагностики. УЗК точно определяет размеры, глубину и характер трещин (внутренних или поверхностных), но требует остановки эксплуатации объекта для сканирования. АЭ, напротив, работает в режиме

Сравним АЭ с другими методами неразрушающего контроля в таблице:

Метод	Преимущества	Ограничения	Применение для усталостных трещин
Акустическая эмиссия (АЭ)	Реал-тайм мониторинг, выявление активных дефектов, покрытие больших зон	Чувствительность к шумам, качественные результаты, требует нагрузки	Раннее обнаружение роста трещин в динамике
Ультразвуковой контроль (УЗК)	Количественная оценка размера трещин, высокая точность	Точечный осмотр, требует доступа, не для реал-тайм	Определение внутренних трещин после остановки
Магнитный контроль (МК)	Быстрый осмотр поверхностных дефектов, низкая стоимость	Только для ферромагнитных материалов, поверхностные трещины	Выявление поверхностных усталостных трещин
Вихретоковый контроль (ВТК)	Бесконтактный, для электропроводных материалов	Ограниченная глубина проникновения, чувствителен к геометрии	Мониторинг поверхностных трещин в кавитационных деталях

реального времени во время эксплуатации, сигнализируя о начале активного роста дефектов. Магнитный контроль эффективен для поверхностных дефектов в ферромагнитных материалах, но не выявляет внутренние трещины. Вихретоковый метод подходит для тонких немагнитных покрытий и поверхностных дефектов, но менее чувствителен к глубоким микротрещинам.

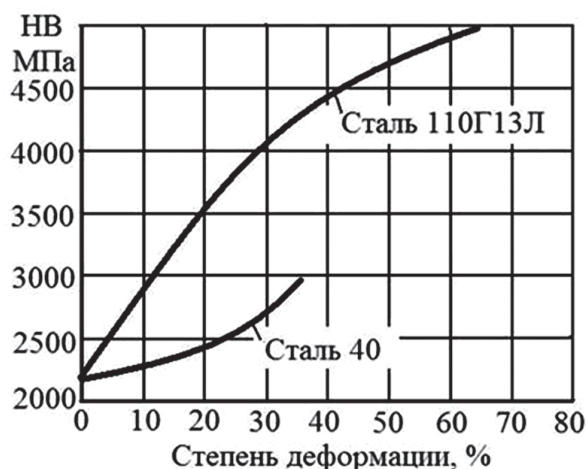
Комбинированный подход оптимизирует экспертизу: АЭ сигнализирует о проблеме (наличии и развитии усталостных трещин по росту событий эмиссии), а УЗК впоследствии подтверждает ее **характеристики** — точное положение, размеры, глубину и тип дефекта — для принятия решений о ремонте или усилении конструкции.

Математическое моделирование необходимо для **калибровки системы АЭ, прогнозирования остаточного ресурса конструкции и установки пороговых значений** количества событий эмиссии, при превышении которых требуется инспекция или ремонт. Это позволяет количественно связать наблюдаемые сигналы АЭ с физическими процессами роста трещин, оптимизируя мониторинг усталостных дефектов в реальном времени и минимизируя риски аварий.

Закон Париса для роста трещины

Рост усталостной трещины описывается законом Париса: $da/dN = C \times (\Delta K)^m$, где:

- da/dN — скорость роста трещины за один цикл нагрузки (м/цикл);



- ΔK — размах коэффициента интенсивности напряжений (МПа $\cdot\sqrt{м}$);
- C и m — материальные константы (для конструкционной стали типа SAE 1010 или аналогичной Ст3: $C \approx 3.6 \times 10^{-10}$ (м/цикл) / (МПа $\cdot\sqrt{м}$) m , $m \approx 2.25$).

Коэффициент ΔK рассчитывается как: $\Delta K = Y \times \Delta \sigma \times \sqrt{\pi \times a}$, где Y — геометрический фактор (≈ 1 для простой плоской трещины), $\Delta \sigma$ — размах циклических напряжений (МПа), a — длина трещины (м).

Связь с АЭ

Интенсивность АЭ (R_{AE} — скорость событий) коррелирует с ростом трещины: $R_{AE} = k \times da/dN$, где k — коэффициент (10^3 – 10^5 событий/м, зависит от материала и чувствительности датчиков). Это позволяет калибровать АЭ для раннего предупреждения.

Пример расчета для стальной балки

Рассмотрим стальную балку (материал — конструкционная сталь типа Ст3) с начальной трещиной $a = 1$ мм (0.001 м), $\Delta \sigma = 100$ МПа, $Y = 1$:

- $\Delta K = 1 \times 100 \times \sqrt{\pi \times 0.001} \approx 17.72$ МПа $\cdot\sqrt{м}$.
- С реальными параметрами ($C = 3.6 \times 10^{-10}$, $m = 2.25$): $da/dN \approx 3.6 \times 10^{-10} \times (17.72)^{2.25} \approx 1.42 \times 10^{-7}$ м/цикл.
- За 10^6 циклов рост: $\Delta a \approx 1.42 \times 10^{-7} \times 10^6 \approx 0.142$ мм.
- Количество АЭ-событий: $E_{total} = k \times \Delta a \approx 1000 \times 0.142 \approx 142$ события (при $k=1000$).

Если пороговое значение $R_{AE} > 10$ событий/цикл, то инспекция обязательна — это правило используется для автоматизированных систем мониторинга.

Модель распространения сигнала АЭ

Распространение упругих волн от источника эмиссии описывается уравнением затухающей сферической волны: $u(r, t) = (A / r) \times \exp(-\alpha \times r) \times \sin(\omega \times t - k \times r)$, где:

- u — смещение частицы; r — расстояние до датчика; A — начальная амплитуда;
- α — коэффициент затухания (в стали 0.1–1 дБ/м, определяет максимальное расстояние для датчиков ~ 10 м);
- ω — угловая частота; k — волновое число.

Это моделирование помогает оптимизировать размещение датчиков и оценивать потери сигнала.

► Прогнозирование ресурса

Для оценки остаточного ресурса интегрируем закон Париса:

$$N = \int_{a_i}^{a_f} \frac{da}{C \times (\Delta K)^m}$$

Пример: от $a_i = 1$ мм до $a_f = 10$ мм (критическая длина), с $\Delta K \approx 17.72$ (упрощенно, без учета роста a): $N \approx (10 - 1) \times 10^{-3} / 1.42 \times 10^{-7} \approx 6.34 \times 10^7$ циклов (около 63 млн циклов). АЭ-события: $E_{total} \approx 1000 \times 0.009 \approx 9000$.

Такие расчеты калибруют АЭ для прогнозирования: накопление событий сигнализирует о приближении к a_f , позволяя планировать ремонт до разрушения. В практике это применяется для мостов и эстакад под циклическими нагрузками.

Заключение

Метод акустической эмиссии (АЭ) представляет собой мощный инструмент для диагностики усталостных трещин в металлических конструкциях, обеспечивая мониторинг в реальном времени и раннее выявление дефектов. Его способность регистрировать активные процессы повреждения под нагрузкой делает его уникальным среди методов неразрушающего контроля, позволяя минимизировать риски аварий и оптимизировать обслуживание критически важных объектов, таких как мосты, промышленные здания и резервуары. Математическое моделирование, основанное на корреляции АЭ сигналов с ростом трещин, и интеграция с современными технологиями, такими как машинное обучение, повышают точность и надежность метода. Несмотря на ограничения, связанные с чувствительностью к шумам и необходимостью калибровки, АЭ демонстрирует высокий потенциал для прогнозирования остаточного ресурса конструкций. Перспективы развития включают автоматизацию анализа сигналов и расширение применения в сложных условиях эксплуатации, что делает метод незаменимым в современной инженерии для обеспечения безопасности и долговечности металлических конструкций.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 56501-2015. Контроль неразрушающий. Метод акустической эмиссии. Общие требования. — Введ. 2016-01-01. — Москва: Стандартинформ, 2015. — 20 с.
2. ГОСТ Р 55044-2012. Техническая диагностика. Общие положения мониторинга технического состояния оборудования опасных производственных объектов методом акустической эмиссии. — Введ. 2013-01-01. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 16 с.

3. Барсуков В.Г., Воробьев А.В. Неразрушающий контроль металлических конструкций: учебное пособие. — Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 256 с.

4. Иванов В.И., Власов И.Э. Акустическая эмиссия в диагностике материалов и конструкций. — Москва: Машиностроение, 2016. — 320 с.

5. Сериков Г.С., Михайлов А.В. Применение акустической эмиссии для оценки усталостных трещин в сварных соединениях // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». — 2020. — № 3. — С. 45–58.

6. Кузьмин Д.А., Кузьмина Е.В. Анализ сигналов акустической эмиссии при мониторинге металлических конструкций мостов // Строительство и реконструкция. — 2022. — № 5 (97). — С. 12–20. DOI: 10.33979/2073-7416-2022-97-5-12-20.

7. Механика разрушения и прочность материалов: справочник / под ред. В.В. Панасюка. — Киев: Наукова думка, 2019. — Т. 4: Усталость и циклическая трещиностойкость. — 512 с.

8. Журнал исследований в области строительной стали. Авторы: Цзы-Ю Лю, Ши-Тун Чэнь, Мо-Мо Чжи, Шуай-Ци Чэн, Синь Фань. «Равномерность распределения нагрузки в сборных опорах аварийного стального моста». Дата публикации 11.09.2024 г.

9. Журнал исследований в области строительной стали. Авторы: Цин-Хуа Чжан, Чуан Цуй, Ле-Тянь, Чжэнь-Ю Чэн, Мин-Чжэ Ли. «Адаптивная модель роста усталостных трещин в сварных соединениях стального моста». Дата публикации 13.09.2024 г.

10. Журнал исследований в области строительной стали. Авторы: Сяоди Гуань, Хунчао Го, Гоцян Ли, Дисюн Ян, Юхань Пань. «Усталостное разрушение сварных соединений высокопрочной стали Q690D». Дата публикации 21.09.2024 г.

Об авторах:

Козлов Александр Петрович, — Магистр 2 года обучения, ССТиСЭОН, ИЭУКСН2-6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет)», 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26. KozlovAP5@str.mos.ru

Прокофьев Роман Андреевич, — Магистр 2 года обучения, ССТиСЭОН, ИЭУКСН2-6. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет)», 129337, Центральный федеральный округ, г. Москва, Ярославское шоссе, 26. ProkofevRA@str.mos.ru.

USING ACOUSTIC EMISSION METHODS TO DIAGNOSTIC FATIGUE CRACKS IN METAL STRUCTURES

Kozlov A.P.¹, Prokofev R.A.¹¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU).

UDC 621.791.052.08:620.179.16

Abstract:

This article explores the acoustic emission method for diagnosing fatigue cracks in metal structures. This method is a non-destructive testing method and is distinguished by its ability to detect defects in real time. The focus is on the testing procedure and a comparison of acoustic emission with other non-destructive testing methods.

Keywords: fatigue cracks, acoustic emission, non-destructive testing methods

References:

1. GOST R 56501-2015. Non-destructive testing. Acoustic emission method. General requirements. — Enter. 2016-01-01. — Moscow: Standartinform, 2015. — 20 p.
2. GOST R 55044-2012. Technical diagnostics. General provisions for monitoring the technical condition of equipment at hazardous production facilities by acoustic emission method. — Enter. 2013-01-01. — Moscow: Standartinform, 2012. — 16 p.
3. Barsukov V. G., Vorob'ev A.V. Nondestructive testing of metal structures: a textbook. Moscow: Bauman Moscow State Technical University Publishing House, 2018, 256 p.
4. Ivanov V. I., Vlasov I. E. Acoustic emission in diagnostics of materials and structures. Moscow: Mashinostroyeniye Publ., 2016, 320 p. (in Russian)
5. Serikov G. S., Mikhailov A.V. Application of acoustic emission to assess fatigue cracks in welded joints // Bulletin of Bauman Moscow State Technical University. Series «Mechanical engineering». 2020, No. 3, pp. 45–58.
6. Kuzmin D. A., Kuzmina E. V. Analysis of acoustic emission signals during monitoring of metal structures of bridges. — 2022. — № 5 (97). — Pp. 12-20. DOI: 10.33979 / 2073-7416-2022-97-5-12-20.
7. Mechanics of destruction and strength of materials: handbook / ed. by V. V. Panasyuk. Kiev: Naukova dumka Publ., 2019, vol. 4: Fatigue and cyclic crack resistance. — 512 p.
8. Journal of Constructional Steel Research. Authors: Zi-Yu Liu, Shi-Tong Chen, Mo-Mo Zhi, Shuai-Qi Cheng, Xin Fan. «Load distribution uniformity of assembled emergency steel bridge pier columns». Date of publication 11.09.2024.
9. Journal of Constructional Steel Research. Authors: Qing-Hua Zhang, Chuang Cui, Le-Tian Da, Zhen-Yu Cheng, Ming-Zhe Li. «An adaptive fatigue crack growth model at the welded joints of steel bridge». Date of publication 13.09.2024.
10. Journal of research in the field of construction steel. Authors: Xiaodi Guan, Hongchao Guo, Guoqiang Li, Dixiong Yang, Yuhua Pan. «Fatigue failure of welded joints of high-strength steel Q690D». Date of publication: 21.09.2024.

Information about the authors

Kozlov Aleksandr Petrovich, — 2-year master's degree, SSTiSEON, IEUKSN2-6. Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)», 129337, Central Federal District, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26. KozlovAP5@str.mos.ru.

Prokofev Roman Andreevich, — 2-year master's degree, SSTiSEON, IEUKSN2-6. Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)», 129337, Central Federal District, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26. ProkofevRA@str.mos.ru

УДК 697.1

Крышов С.И.,
Киселева Н.В.

Экспресс-энергоаудит административного здания

Крышов С.И.¹, Киселева Н.В.^{1,2}¹«Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»);² Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ).

Аннотация. Обзор публикаций показывает, что основной проблемой энергетического обследования зданий является отсутствие единой методики количественной оценки потребления энергетических ресурсов.

Многообразие подходов, показателей, характеристик, предлагаемых авторами публикаций, только усложняет ситуацию.

Экспресс-аудит может быть начальным этапом, по результатам которого выбираются дальнейшие действия и методы энергосбережения. Исходными данными для экспресс-аудита являются суточные показания потребления тепловой и электрической энергии, температуры внутреннего и наружного воздуха.

В качестве температуры внешней среды могут быть использованы сведения метеонаблюдений.

Продолжительность сбора данных для последующего анализа от двух до четырех недель.

Температурный режим помещений позволяет оценить наличие и качество погодного регулирования, исключить перетопы путем коррекции теплоступлений в интервале оптимальных значений температур.

В конкретном примере при устранении перетопа достигается реальная экономия более 10%.

По данным экспресс-аудита можно определить фактические показатели: соотношение потребления тепловой и электрической энергии, удельную отопительную характеристику, возможную экономию энергии в количественном и стоимостном выражении при выборе различных мероприятий энергосбережения.

Ключевые слова: система отопления, погодное регулирование, градусо-сутки, удельная отопительная характеристика, микроклимат помещений

Основными целями энергетического обследования являются (согласно статье 15.2 Федерального закона от 23.11.2009 N 261-ФЗ [1]):

1) получение объективных данных об объеме используемых энергетических ресурсов;

2) определение показателей энергетической эффективности;

3) определение потенциала энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

4) разработка перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности и проведение их стоимостной оценки.

Вопросам практической реализации поставленных целей посвящен ряд нормативных документов и публикаций [3–13].

Переводной ГОСТ Р 57576-2017 уделяет внимание общим определениям и понятиям, но не дает методических основ энергоаудита зданий [2].

Приказ Минэкономразвития «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования, результатам энергетического обследования (энергетическому паспорту и отчету о проведении энергетического обследования)» [3] ориентирован больше на промышленные предприятия, предписывает формирование тридцати четырех приложений, охватывающих, по замыслу создателей, все возможные случаи реальной действительности. Информация, относящаяся непосредственно к эксплуатируемому зданию, появляется в весьма скромном объеме только в приложениях 13, потенциал энергосбережения отражается в приложениях 21 и 22.

Одни авторы статей, следуя нормативным документам, не выходят за их пределы [4–5].

Спектр других публикаций охватывает большой набор условий и параметров, которые, по мнению авторов, следует включать в программу энергоаудита [6–12].

Протицируем неполный перечень в сводном нумерованном списке:

1. проектная документация и общие сведения об объекте, о системах теплоснабжения здания;
2. потери тепла через ограждающие конструкции здания;
3. обследование различных энергосистем здания [6];
4. замер параметров освещения, электрических систем;
5. анализ температурных и влажностных показателей;
6. измерение давления с помощью барометров и манометров;
7. измерение расхода жидкостей и газов расходомерами [7];
8. анализ энергетических систем: оценка работы систем отопления, вентиляции, кондиционирования и освещения, их эффективность и потерь энергии;
9. теплотехническое моделирование: использование компьютерных моделей для определения потерь тепла через стены, окна, крышу и другие элементы здания;
10. измерения и мониторинг: сбор данных о потреблении энергии, температуре, влажности и других параметрах для выявления аномалий и потенциальных областей экономии энергии [8];
11. выявление проблемных участков утечки тепловой энергии для возможности экономии энергоресурсов, а также создания комфортных микроклиматических условий на рабочем месте;
12. использование многослойных стеклопакетов, способствующих совершенствованию теплосберегающих свойств;
13. нахождение скрытых дефектов при помощи тепловизионных установок, позволяющих получить бесконтактным путем надежную информацию об исследуемом объекте в инфракрасном спектре излучения, выявить равномерность теплового обогрева здания, рассчитать величину тепловых потерь [9];

14. исследовать фактические и нормативные показатели потребления электроэнергии, а также выявить потенциальный энергосберегающий эффект в натуральных и финансовых единицах для обоснования статей затрат в расчетах себестоимости электроэнергии и услуг энергетических компаний;
15. прогнозировать возможный энергетический потенциал в натуральных и финансовых единицах для оценки рентабельности будущих инвестиций и модернизации;
16. разработать обоснованные действия для повышения эффективности энергетики, включая финансовые оценки, сроки отдачи и возврат средств;
17. подтвердить успешность уже внедренных мер по энергосбережению [10];
18. улучшить классификацию и детализацию энергетических ресурсов;
19. усилить конечный контроль температуры системы отопления;
20. принять разумные меры для устранения явления дневного света;
21. дальнейшее совершенствование системы управления энергопотреблением [11];
22. предварительное ранжирование как энергетических потерь, так и эффективности энергосберегающих мероприятий;
23. климатические характеристики места расположения объекта, влияющие на наличие оптимального микроклимата внутри помещения;
24. экспериментальные данные для уточнения тепловых потерь с инфильтрацией, уходящими вентиляционными выбросами из здания;
25. расчеты теплотехнических параметров ограждающих конструкций, балансы тепловых потерь и теплопритоков;
26. уточнение расчетных балансов по фактическим значе-

ниям поступающей тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение [12].

Завершая обзор публикаций, можно согласиться со второй частью цитаты: «В настоящее время в нашей стране мало организаций, занимающихся энергоаудитом, и их профессионализм оставляет желать лучшего» [11].

Вывод о том, что «общая единая методика проведения энергоаудита не сформирована» [6], из приведенного обзора является очевидным.

Обладая ограниченными ресурсами, авторы предприняли попытку проведения самой простой формы аудита энергопотребления (экспресс-энергоаудита [13]) административного здания, общий вид которого отражен на рисунке 1.

В течение четырех недель (с 28 ноября по 26 декабря 2025 г.) фиксировались суточные показания потребления тепловой и электрической энергии.

В здании были установлены датчики фиксации температуры в помещениях (в подвале и на первом-пятом этажах). Для аудита отобраны 32 помещения.

Для большей детализации температурных колебаний интервал между замерами составлял 10 минут.

Температура наружного воздуха измерялась датчиками у фасада здания.

Важно отметить, что по результатам измерений температуры наружного воздуха наблюдается их соответствие данным метеонаблюдений (рис.2). Анализ энергопотребления вполне можно выполнять и с привлечением данных метеонаблюдений в соответствующем регионе. Погрешность в нашем случае составляет величину порядка 5-7%.

С технической точки зрения в здании поддерживается устойчивая температура внутреннего воздуха, свидетельствуя о качественном погодном регулировании подачи тепловой энергии в здание в зависимости от колебаний температуры наружного воздуха (табл. 1).



Рис.1. Общий вид здания. Отапливаемая площадь помещений $S_{от} = 4189 \text{ м}^2$, отапливаемый объем $V_{от} = 19794 \text{ м}^3$.

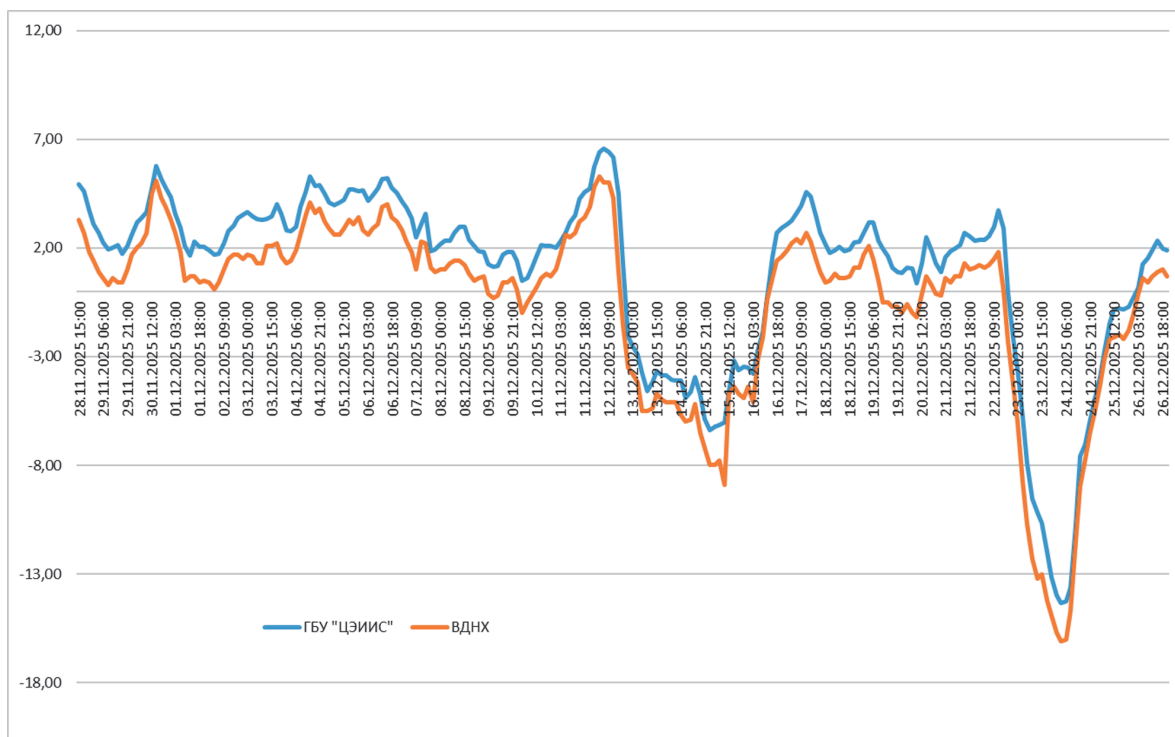


Рис.2. Графики температур наружного воздуха по измерениям у фасада здания и данным метеостанции ВДНХ с 28 ноября по 26 декабря 2025г.

Средняя температура помещений за четырехнедельный период наблюдений составляет $t_{cp}^e = +25,0$ °C, средняя температура наружного воздуха $t_{cp}^n = -0,6$ °C.

Резкие похолодания наблюдались 13–15 декабря и особенно 23–24 декабря 2025 г. Но это не сказалось неблагоприятным образом на микроклимате помещений (см. табл. 1).

В процентном отношении тепловая энергия составляет 83% от общей, поступающей в здание.

Среднесуточное потребление электроэнергии в рабочие дни 807 кВт·ч, в выходные дни – 296 кВт·ч. Таким образом, поддержание работы инженерных систем в течение суток требует около 300 кВт·ч, в рабочие дни дополнительное потребление электроэнергии лабораторным и офисным оборудованием составляет около 500 кВт·ч.

По данным таблицы 1 определим фактическую удельную отопительную (тепловую) характеристику (УОХ) здания, Вт/(м³·°C)

$$УОХ = \frac{10^3 \cdot \sum_{j=1}^k Q_j}{24 \cdot V_{om} \cdot \sum_{j=1}^k (t_j^e - t_j^h)} = 0,267.$$

При наличии в помещениях рабочих мест оценка параметров микроклимата проводится в соответствии с гигиеническими нормативами физических факторов на рабочих местах.

Характер работ в помещениях можно отнести к категориям Ia или Ib, оптимальный диапазон температур соответствует 22–24 °C или 21–23 °C, а допустимые пределы 20–25 °C или 19–24 °C соответственно [14].

Первый путь экономии заключается в снижении средней температуры помещений до нижней границы оптимального диапазона, например, до 22 °C.

Расход тепловой энергии пропорционален градусосут-

кам периода наблюдений ($k=28$ суток), которые могут быть определены по формуле

$$G^k = \sum_{j=1}^k (t_j^e - t_j^h) = k \cdot (t_{cp}^e - t_{cp}^h) = 28(25,0 - (-0,6)) = 715.$$

При 22,0 °C подобный расчет дает значение 631,9. Экономия тепловой энергии составит 11,6 % от потребляемой в период аудита.

Вторая возможность – снижение температуры в помещениях в нерабочее время.

В холодный период года в общественных зданиях в нерабочее время возможно поддержание температурного режима ниже нормативных значений, но не ниже 12 °C. Нормируемая температура должна быть обеспечена к началу использования помещений [14, 15].

Прерывистый режим отопления потребует от теплоснабжающей организации введения более сложных алгоритмов регулирования суточной подачи тепла в здание. По предварительным оценкам это может дать экономию до 20% потребляемой тепловой энергии.

Выводы

Основной проблемой энергетического обследования зданий является отсутствие единой методики количественной оценки потребления энергетических ресурсов и последующего выбора путей и методов экономии.

Многообразие подходов, показателей и характеристик, предлагаемых авторами публикаций на эту тему, только усложняет ситуацию.

Экспресс-аудит может быть начальным этапом, по результатам которого выбираются дальнейшие действия и методы энергосбережения. Исходными параметрами яв-

Таблица 1.

Результаты мониторинга показаний энергопотребления и температур внутреннего и наружного воздуха.

№ п/п	Дата	День недели	Тепловая энергия, кВт·ч	Электро-энергия, кВт·ч	Среднесуточная температура внутреннего воздуха помещений в здании, °С	Среднесуточная температура наружного воздуха, °С
1	29.11.2025	сб	2873,7	333,9	24,9	0,70
2	30.11.2025	вс	2486,6	333,9	24,8	3,30
3	01.12.2025	пн	2780,7	809,3	25,1	1,33
4	02.12.2025	вт	2326,0	872,5	25,2	1,04
5	03.12.2025	ср	3489,0	898,7	25,0	1,74
6	04.12.2025	чт	2326,0	677,9	24,9	2,78
7	05.12.2025	пт	3489,0	788,2	24,9	3,00
8	06.12.2025	сб	2532,4	254,9	24,7	3,24
9	07.12.2025	вс	2749,5	254,9	24,7	1,80
10	08.12.2025	пн	2859,1	786,0	24,8	1,08
11	09.12.2025	вт	3489,0	777,0	25,0	0,26
12	10.12.2025	ср	2326,0	816,8	25,0	0,09
13	11.12.2025	чт	3489,0	845,1	24,6	2,63
14	12.12.2025	пт	2326,0	705,1	24,7	2,54
15	13.12.2025	сб	3752,9	240,1	25,3	-4,90
16	14.12.2025	вс	3894,3	240,1	25,4	-5,84
17	15.12.2025	пн	3982,8	865,1	25,3	-6,43
18	16.12.2025	вт	4652,0	910,2	25,0	-1,45
19	17.12.2025	ср	2326,0	795,2	24,7	2,01
20	18.12.2025	чт	3489,0	844,7	24,9	0,73
21	19.12.2025	пт	2326,0	910,5	24,9	0,43
22	20.12.2025	сб	3178,0	356,7	24,9	-0,38
23	21.12.2025	вс	3010,3	356,7	24,7	0,70
24	22.12.2025	пн	3115,6	768,1	25,0	0,03
25	23.12.2025	вт	4652,0	846,2	25,7	-11,64
26	24.12.2025	ср	4652,0	763,0	25,6	-12,16
27	25.12.2025	чт	4652,0	758,0	24,9	-2,90
28	26.12.2025	пт	3489,0	705,2	24,5	0,39

ляются суточные показания потребления тепловой и электрической энергии, температуры внутреннего и наружного воздуха. В качестве температурных данных внешней среды могут быть использованы показания ближайшей метеостанции.

Продолжительность наблюдений — в пределах двух-четырех недель.

Температурный режим помещений позволяет оценить качество погодного регулирования подачи тепла, исключать перетопы путем коррекции теплопоступлений в интервале оптимальных значений температур. В рассмотренном примере при устранении перетопа достигается реальная экономия более 10%.

По данным экспресс-аудита можно определить фактические показатели: удельную отопительную характеристи-

ку, возможную экономию тепловой энергии в количественном и стоимостном выражении.

Наконец, экономия энергоресурсов во многом зависит от эффективности взаимодействия потребителей с теплоснабжающими организациями, заинтересованность которых является важным фактором в реализации потенциала энергосбережения.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ (ред. от 31.07.2025) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. ГОСТ Р 57576-2017 (ИСО 50002:2014) «Системы энерге-

- тического менеджмента. Аудит энергетический. Требования и руководство по применению»
3. Приказ Минэкономразвития России от 25 мая 2020 г. № 310 «Об утверждении требований к проведению энергетического обследования, результатам энергетического обследования (энергетическому паспорту и отчету о проведении энергетического обследования)»
4. Кабанов А.Н., Федюшко М.П., Ангелюк И.П. Пути совершенствования системы энергоаудита. В сборнике: Актуальные проблемы науки и техники. Сборник трудов по материалам XVIII Международного конкурса научно-исследовательских работ. Уфа, 2024. С. 139–145.
5. Комаров А.С., Суюнов А.А. Энергоаудит: основы и ключевые аспекты в одном обзоре. Вектор научной мысли. 2025. № 6 (23). С. 335–337
6. Бранфилева А.Н. Оценка эффективности энергоаудита системы теплоснабжения учебного корпуса №1 САМГТУ. Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2021. № 2 (17). С. 25–36
7. Бредихина Н.В., Антонова А.С., Бабынина К.Ю. Энергоаудит зданий, вводимых в эксплуатацию. В сборнике: Архитектоника региональной культуры. сборник научных трудов V-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2022. С. 232–235.
8. Кузьмин Г.А. Ключевая роль энергоаудита в оценке энергетической эффективности зданий. Тенденции развития науки и образования. 2023. № 101–4. С. 122–124.
9. Бузунова М.Ю., Лялин Г.Д. Энергоаудит тепловых потерь в учебной лаборатории. В сборнике: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. Материалы XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского». п. Молодежный, 2024. С. 168–172.
10. Вишницев М.А., Жукова И.Ю., Данилова Д.Р., Иноземцева В.С., Куклин В.А. Энергосбережение и энергоаудит в коммерческих и государственных организациях. В сборнике:

Инновационные подходы в решении научных проблем. Сборник трудов по материалам XX Международного конкурса научно-исследовательских работ. Уфа, 2025. С. 11–16

11. Тазбиева З.М., Шахгириева Р.С.Х. Исследование необходимости энергоаудита общественных зданий. Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 8. № 3 (156). С. 127–132.

12. Гашо Е.Г., Сергеева К.Д., Перепелица Р.Р. Резервы тепловой оптимизации объектов НИУ «МЭИ». Вестник Московского энергетического института. 2021. № 5. С. 11–18.

13. Карпов Д.Ф. Виды энергоаудита и энергосберегающих мероприятий в жилищно-коммунальном хозяйстве и топливно-энергетическом комплексе. В сборнике: Приборостроение и автоматизированный электропривод в топливно-энергетическом комплексе и жилищно-коммунальном хозяйстве. Материалы V Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах. Казань, 2019. С. 187–192.

14. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

15. Табунщиков, Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бородач. — М.: АВОВ-ПРЕСС, 2002. — 194 с.

Сведения об авторах:

Крышов Сергей Иванович, – к.т.н., доцент, начальник отдела контроля ограждающих конструкций и строительной акустики ГБУ «ЦЭИИС», e-mail: skryshov@yandex.ru;

Киселева Надежда Викторовна, – эксперт по инспекционному контролю в строительстве отдела контроля ограждающих конструкций и строительной акустики ГБУ «ЦЭИИС», e-mail: KiselevaNv8@str.mos.ru.

EXPRESS ENERGY AUDIT OF AN ADMINISTRATIVE BUILDING

Kryshov S.I.¹, Kiseleva N.V.^{1,2}

¹ "State Budgetary Institution of the City of Moscow "Center for Expertise, Research, and Testing in Construction" (GBU "CEIIS");

² Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (NRU MGSU).

UDC 697.1

Abstract:

The review of publications shows that the main problem of energy survey of buildings is the lack of a unified methodology for quantifying energy consumption. The variety of approaches, indicators, characteristics proposed by the authors of publications only complicates the situation.

An express audit can be an initial stage, the results of which are selected further actions and methods of energy saving. The initial data for an express audit are daily readings of the consumption of thermal and electrical energy, the temperature of the indoor and outdoor air.

As the temperature of the external environment can be used information from meteorological observations.

The duration of data collection for subsequent analysis is two to four weeks.

The temperature regime of the rooms allows you to assess the presence and quality of weather control, and to eliminate overheating by correcting heat inputs within the optimal temperature range.

In a specific example, when overheating is eliminated, a real saving of more than 10% is achieved.

According to the data of the express audit, it is possible to determine the actual indicators: the ratio of consumption of thermal and electrical energy, the specific heating characteristic, the possible energy savings in quantitative and cost terms when choosing various energy saving measures.

Keywords: heating system, weather control, degree-day, specific heating characteristic, indoor microclimate.

References:

1. Federal Law No. 261-FZ dated November 23, 2009 (as amended on July 31, 2025) "On Energy Saving and Increasing Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation"
2. GOST R 57576-2017 (ISO 50002:2014) "Energy Management Systems. Energy Audit. Requirements and Application Guide"
3. Order No. 310 of the Ministry of Economic Development of the

Russian Federation dated May 25, 2020, "On Approval of Requirements for Conducting an Energy Survey and the Results of an Energy Survey (Energy Passport and Energy Survey Report)"

4. Kabanov A.N., Fedyushko M.P., Angeluk I.P. Ways to Improve the Energy Audit System. In the collection: Actual Problems of Science and Technology. Collection of Papers based on the materials of the XVIII International Competition of Research Papers. Ufa, 2024. Pp. 139–145.

5. Komarov A.S., Suyunov A.A. Energy Audit: Fundamentals and Key Aspects in One Review. Vector of Scientific Thought. 2025. No. 6 (23). Pp. 335–337

6. Branfleva A.N. Evaluation of the Efficiency of the Energy Audit of the Heating System of the Educational Building No. 1 of SAMGTU. Housing and Public Infrastructure. 2021. No. 2 (17). Pp. 25–36

7. Bredikhina N.V., Antonova A.S., Babynina K.Yu. Energy Audit of Buildings Being Put into Operation. In the collection: Architecture of Regional Culture. Collection of Scientific Papers of the 5th All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Kursk, 2022. Pp. 232–235.

8. Kuzmin G.A. The Key Role of Energy Audit in Assessing the Energy Efficiency of Buildings. Trends in Science and Education. 2023. No. 101-4. Pp. 122–124.

9. Buzunova M.Yu., Lyalin G.D. Energy Audit of Thermal Losses in a Training Laboratory. In the collection: Climate, Ecology, and Agriculture in Eurasia. Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 90th Anniversary of the Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky. Molodezhny, 2024. Pp. 168–172.

10. Vshivtseva M.A., Zhukova I.Yu., Danilova D.R., Inozemtseva V.S., Kuklin V.A. Energy Saving and Energy Audit in Commercial and Government Organizations. In the collection: Innovative Approaches in Solving Scientific Problems. Collection of Papers

based on the materials of the XX International Competition of Research Papers. Ufa, 2025. Pp. 11–16

11. Tazbieva Z.M., Shakhgirieva R.S.Kh. Research on the Need for Energy Audit of Public Buildings. Economics and Management: Problems and Solutions. 2025. Vol. 8. No. 3 (156). Pp. 127–132.

12. Gasho E.G., Sergeeva K.D., Perepelitsa R.R. Reserves of Thermal Optimization of the MEI Facilities. Bulletin of the Moscow Power Engineering Institute. 2021. No. 5. Pp. 11–18.

13. Karpov D.F. Types of energy audit and energy saving measures in housing and communal services and the fuel and energy complex. In the collection: Instrument engineering and automated electric drive in the fuel and energy complex and housing and communal services. Materials of the V National Scientific and Practical Conference. In 2 volumes. Kazan, 2019. Pp. 187–192.

14. SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic Standards and Requirements for Ensuring the Safety and (or) Harmlessness of Human Habitat Factors"

15. Tabunshchikov, Yu.A. Mathematical Modeling and Optimization of Building Thermal Efficiency / Yu. A. Tabunshchikov, M. M. Borodach. — Moscow: AVOK-PRESS, 2002. — 194 p.

Information about the authors

Kryshov Sergey Ivanovich, – PhD, Associate Professor, Head of the Department of Enclosing Structures and Building Acoustics Control, State Budgetary Institution "TsEIS", 109052, Moscow, Ryazansky Prospekt, 13, E-mail: skryshov@yandex.ru;

Kiseleva Nadezhda Viktorovna, – Expert in Inspection Control in Construction at the Department of Enclosing Structures and Building Acoustics Control, State Budgetary Institution "TsEIS", 109052, Moscow, Ryazansky Prospekt, 13, E-mail: KiselevaN8@str.mos.ru.

УДК 629.4.042.6

**Жеглова Е.Л.,
Поярков О.Я.,
Спирин А.Н.**

Взаимодействие с предприятием-изготовителем по вопросам контроля качества и испытаний образцов напольных покрытий

Жеглова Е.Л.¹, Поярков О.Я.¹, Спирин А.Н.²¹ Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»);² Акционерное общество «ТАРКЕТТ»; г. Отрадный, Российская Федерация.

Аннотация. В статье проанализированы результаты испытаний образцов поливинилхлоридного напольного покрытия в лаборатории строительных материалов ГБУ «ЦЭИИС» и в отделе технического контроля предприятия-производителя АО «ТАРКЕТТ» (Самарская область, г. Отрадный) с целью сравнения методов определения показателей истираемость и абсолютной остаточная деформация на разном оборудовании. Показатель истираемость определяли по разным методикам.

Выполнен анализ полученных результатов испытаний образцов трех видов поливинилхлоридного напольного покрытия, изготовленных АО «ТАРКЕТТ».

Проведены испытания по определению показателей истираемость и абсолютная остаточная деформация образцов трех видов поливинилхлоридного напольного покрытия в лаборатории испытаний строительных материалов и конструкций ГБУ «ЦЭИИС» и в отделе технического контроля предприятия - производителя АО «ТАРКЕТТ».

По результатам выполненных работ проведена оценка соответствия показателей поливинилхлоридных напольных покрытий нормативным документам. Проведенная работа показывает возможность применения альтернативного оборудования для определения показателей истираемость и абсолютная остаточная деформация в соответствии с нормативными требованиями.

Ключевые слова: поливинилхлоридное напольное покрытие, истираемость, абсолютная остаточная деформация

Введение

Одним из наиболее распространенных напольных покрытий является поливинилхлоридный линолеум. Линолеум может быть бытовой для укладки в домах и квартирах, полукommerческий для помещений с высокой проходимостью, коммерческий, рассчитанный на максимальные нагрузки и предназначенный для торговых, спортивных, административных помещений, офисов, гостиниц, вокзалов, аэропортов, биржевых и банковских операционных залов, детских, учебных и медицинских заведений.

Качество поливинилхлоридного напольного покрытия регламентируется ГОСТ 7251-2016 [1] и ГОСТ 18108-2016 [2]. Основными показателями физико-механических свойств линолеума являются: истираемость, абсолютная остаточная деформация, изменение линейных размеров.

Истираемость, в соответствии ГОСТ 11529-2016 [3], оценивают по уменьшению толщины защитного слоя после истирания. Показатель характеризует способность покрытия противостоять износу, определяет срок службы покрытия.

Важный показатель для напольного покрытия — абсолютная остаточная деформация при вдавливании. Характеризует способность материала восстанавливаться после воздействия вдавливания.

В прошедшем 2025 году в лаборатории строительных материалов ГБУ «ЦЭИИС» и в отделе технического контроля предприятия-производителя АО «ТАРКЕТТ» (Самарская область, г. Отрадный) была проведена серия сравнительных испытаний образцов поливинилхлоридного напольного покрытия по показателям истираемости и абсолютной остаточной деформации. АО «ТАРКЕТТ» были предоставлены для испытаний образцы трех видов покрытий:

- покрытие напольное поливинилхлоридное гетерогенное «PRO» (тип «ACCZENT PRO»);
- покрытие напольное поливинилхлоридное вспененное — линолеум ПВХ «BONUS»;
- покрытие напольное поливинилхлоридное вспененное — линолеум ПВХ «СТРОИТЕЛЬ» (тип «DELTA»).

Покрытие напольное поливинилхлоридное гетерогенное «PRO» (тип «ACCZENT PRO») изготовлено контактно-промазным способом из смеси поливинилхлорида, наполнителей, пластификаторов, стабилизаторов и различных добавок, нанесенной на подоснову — стеклохолст в несколько слоев с последующим дублированием с тыльной ПВХ пленкой и лицевой защитной поливинилхлоридной пленкой и по ГОСТ 7251-2016 соответствует типу А.

Покрытия напольные поливинилхлоридные вспененные «BONUS» и «СТРОИТЕЛЬ» (тип «DELTA») на вспененной подоснове, изготовлены промазным способом, защищены прозрачным поливинилхлоридным слоем и по ГОСТ 18108-2016 соответствуют типу ПРЗ.

Материалы и методы

Определение истираемости в лаборатории ГБУ «ЦЭИИС» проводили по п. 6.1 ГОСТ 11529-2016 на испытательной машине барабанного типа Zwick 6103 (рис. 1). Испытание проводили на трех образцах диаметром $(16,0 \pm 0,5)$ мм. Площадь истирания образца составила $2,0 \text{ см}^2$ при массе патрона с держателем $(1,00 \pm 0,05)$ кг. При этом использовалась шлифовальная шкурка бумажная зернистостью 8Н по ГОСТ 6456-82 [4]. Образец, приклеенный к держателю, взвешивали и закрепляли в патроне машины. Затем проводили истирание в течение одного рабочего цикла машины. После окончания испытания держатель с образцом очищали от продуктов износа и взвешивали.

Истираемость материала по уменьшению толщины Δh , мм, рассчитывали по формуле:

$$\Delta h = \frac{m_1 - m_2}{\gamma \cdot S} \cdot K \cdot 10^4$$

где m_1 — масса образца с держателем до испытания, г;
 m_2 — масса образца с держателем после испытания, г;
 K — коэффициент истирающей способности шлифовальной шкурки;

γ — плотность слоя износа материала, г/см²;

S — площадь истирания, см²;

10^4 — коэффициент пересчета.

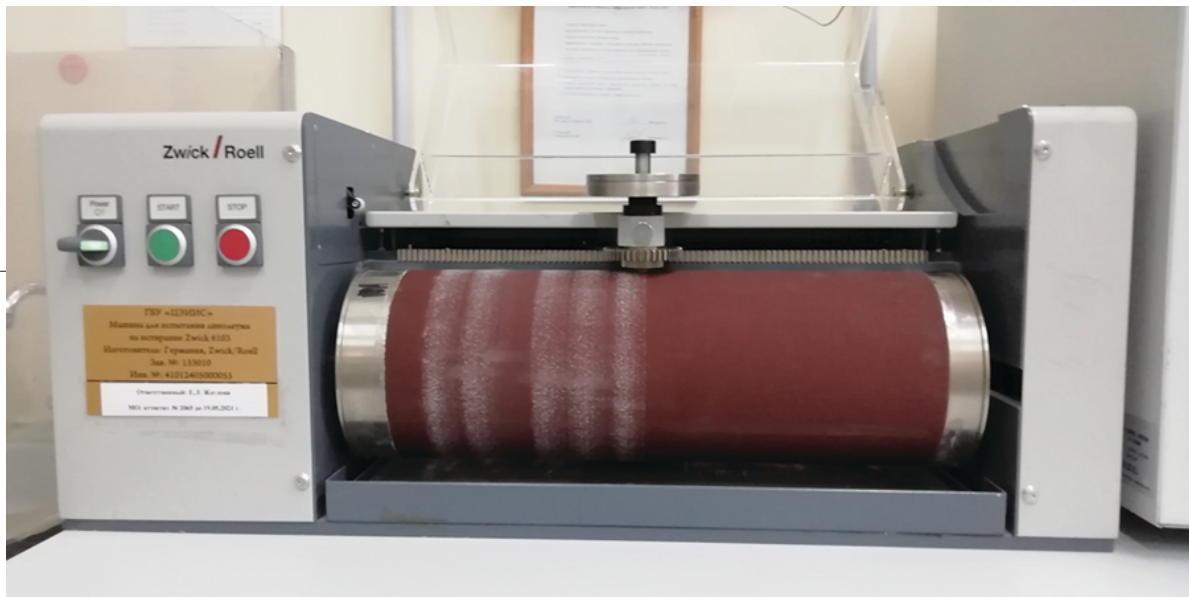


Рис. 1. Проведение испытания образцов линолеума на машине Zwick 6103
Fig. 1. Linoleum samples testing on machine Zwick 6103

В лаборатории АО «ТАРКЕТТ» определяли истираемость по методике МВИ 004-2017 [5] с использованием прибора для испытания на стойкость к истиранию фирмы «FRANK» (модель 11401) (рис. 2).

Испытание проводили на трех образцах диаметром (113 ± 1) мм, масса прижимного груза (2549 ± 1) г, шлифовальная шкурка бумажная зернистостью Р180 (6Н) по ГОСТ Р 52381-2005 [6], площадь истирания измеряли после истирания $(46-50)$ см². Образец взвешивали, закрепляли в зажимной головке и проводили испытание в течение одного рабочего цикла машины. После окончания испытания образец вынимали из зажимной головки, очищали от продуктов износа и взвешивали.

Истираемость материала по уменьшению массы, г/м², рассчитывали по формуле:

$$\Delta m = \frac{m_1 - m_2}{S} \cdot K \cdot 10^4$$

где Δm — истираемость, г/м²;

где m_1 — масса образца с держателем до испытания, г;

m_2 — масса образца с держателем после испытания, г;

K — коэффициент истирающей способности шкурки;

γ — плотность слоя износа материала, г/см²;

S — площадь истирания, см²;

10^4 — коэффициент пересчета.

Ниже в таблице 1 представлены результаты сопоставительных испытаний, проведенных в лабораториях АО «ТАРКЕТТ» и ГБУ «ЦЭИИС».

Результаты определения истираемости, полученные в лабораториях АО «ТАРКЕТТ» и ГБУ «ЦЭИИС» невозможно сравнивать непосредственно, т.к. испытания проводились на разном оборудовании и по разным методикам с разными условиями. Тем не менее, очень важно осуществить независимый контроль показателя истираемости ввиду его неочевидности для потенциальных потребителей. В итоге можно констатировать, что истираемость представленных образцов линолеума соответствует нормативным требованиям.



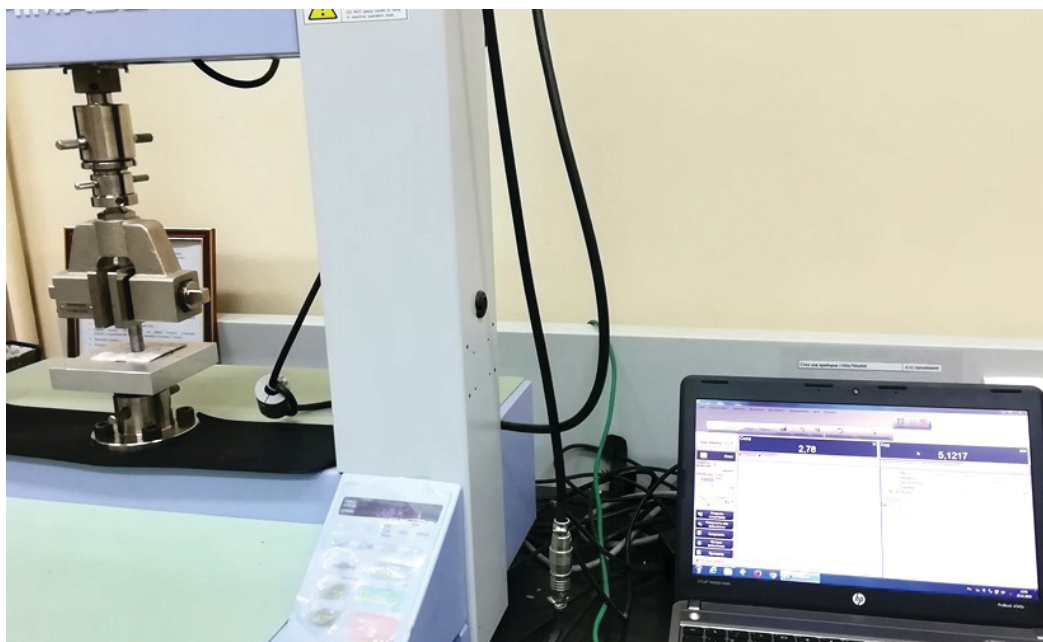
Рис. 2. Проведение испытания образцов линолеума с использованием прибора FRANK (модель 11401)
Fig. 2. Linoleum samples testing using the FRANK device (model 11401)

Проведенные испытания показали соотношение нормативных требований к напольным покрытиям на основании испытаний по методике МВИ 004-2017 и ГОСТ 11529-2016. Результаты испытаний подтвердили, что напольные покрытия, удовлетворяющие требованиям технических условий в г/м², также удовлетворяют требованиям ГОСТ в мкм (табл. 1).

► Таблица 1. Результаты испытаний образцов линолеума на истираемость

Table 1. Results of linoleum samples testing for abrasion resistance

Вид напольного покрытия	Истираемость			
	НД на применяемую методику (метод)			
	МВИ 004-2017		ГОСТ 11529-2016	
	Единица измерения			
	г/м²		мкм	
	норма по ТУ	фактическое значение	требование по ГОСТ	фактическое значение
Покрытие напольное поливинилхлоридное гетерогенное «PRO» (тип «ACCZENT PRO»)	(ТУ 22.23.15-042-54031669-2019 с изменением № 1-3) не более 25	13	(ГОСТ 7251 тип А) не более 50	49
Покрытие напольное поливинилхлоридное вспененное – линолеум «BONUS»	(ТУ 22.23.15-047-54031669-2019 с изменением № 1-2) не более 30	11	(ГОСТ 18108 тип ПРЗ) не более 90	60
Покрытие напольное поливинилхлоридное вспененное – линолеум ПВХ «СТРОИТЕЛЬ» (тип «DELTA»)	(ТУ 22.23.15-017-54031669-2019 с изменением № 1-3) не более 30	10	(ГОСТ 18108 тип ПРЗ) не более 90	55

Рис. 3. Определение абсолютной остаточной деформации на универсальной испытательной машине AGS-X
Fig. 3. Determination of permanent residual deformation on AGS-X universal testing machine

Определение абсолютной остаточной деформации в лаборатории ГБУ «ЦЭИИС» проводили по ГОСТ 11529-2016, п.7 на универсальной испытательной машине AGS-X. Конструкция машины обеспечивает предварительную нагрузку, равную 10 Н, плавное приложение основной нагрузки, равной (1000±10) Н, постоянное воздействие ос-

новной нагрузки в течение (5,0 ±0,1) мин, измерение деформации с погрешностью не более ± 0,01 мм (рис. 3).

Испытания проводили на трех образцах размером [(50×50) ±5] мм. Время выдержки образцов под общей нагрузкой и после снятия основной нагрузки составило (5,0 ±0,1) мин.

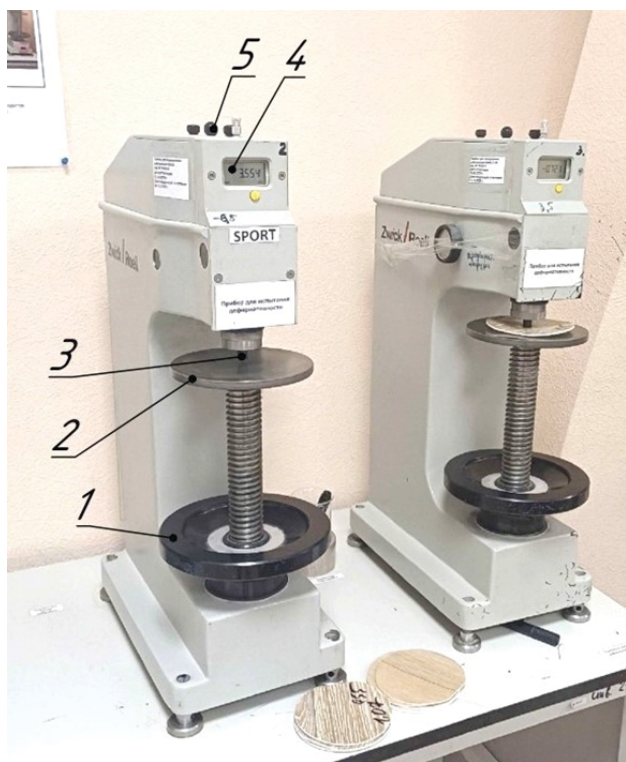


Рис. 4. Машина Zwick 3106 для определения абсолютной остаточной деформации линолеума (1 — гайка маховик; 2 — подъёмный столик; 3 — индентор; 4 — отсчётное устройство; 5 — рукоятка приложения и снятия основной нагрузки)

Fig. 4. Machine Zwick 3106 for determining linoleum permanent residual deformation (1 — flywheel nut; 2 — lifting table; 3 — indenter; 4 — indicating device; 5 — handle for applying and removing the main load)

Процесс нагружения и деформации отображается графически в осях (Y — сила, Н; X — удлинение, мм) и записывается в таблицу компьютера испытательной машины.

Значение абсолютной остаточной деформации рассчитывали по графику компьютера испытательной машины.

Результат округляли до 0,01 мм.

За результат испытаний принимали среднее арифметическое значение результатов параллельных определений показателя.

В лаборатории АО «ТАРКЕТТ» определение абсолютной остаточной деформации проводили по ГОСТ 11529-2016, п.7 на машине «Zwick 3106» (рис. 4).

Конструкция машины обеспечивает необходимую по ГОСТ 11529-2016 предварительную нагрузку, равную 10 Н, плавное приложение основной нагрузки равной (1000 ± 10) Н, постоянное воздействие основной нагрузки в течение $(5,0 \pm 0,1)$ мин, измерение деформации с погрешностью не более $\pm 0,01$ мм.

В соответствии с методикой ГОСТ 11529-2016 испытания проводили на трех образцах размером $[(50 \times 50) \pm 5]$ мм.

Результаты испытаний деформации можно сравнивать непосредственно, ввиду идентичности методик испытаний, несмотря на то что было использовано разное оборудование. Независимые от изготовителя данные очень важны для потребителя, поскольку остаточная абсолютная деформация непосредственно потребителем оценена быть не может.

Заключение

1) Определение истираемости предоставленных образцов напольных покрытий проводилось по разным методикам и на разном оборудовании. Результаты испытаний подтверждают соответствие покрытий нормативным требованиям.

2) Определение абсолютной остаточной деформации показало в разных лабораториях сопоставимые результа-

Таблица 2. Результаты испытаний образцов линолеума на абсолютную остаточную деформацию в соответствии ГОСТ 11529-2016 п.7 в лаборатории АО «ТАРКЕТТ» и ГБУ «ЦЭИИС»

Table 2. Results of linoleum samples testing for permanent residual deformation in accordance with GOST 11529-2016, clause 7 in GBU «CEIIS» and TARKETT JSC

Вид напольного покрытия	Абсолютная остаточная деформация, мм			
	Вид оборудования			
	ZWICK-3106		AGS-X	
	норма по ТУ	фактическое значение	требование по ГОСТ	фактическое значение
Покрытие напольное поливинилхлоридное гетерогенное «PRO» (тип «ACCZENT PRO»)	(ТУ 22.23.15-042-54031669-2019 с изменением № 1-3) не более 0,10	0,05	(ГОСТ 7251 тип А) не более 0,35	0,09
Покрытие напольное поливинилхлоридное вспененное — линолеум «BONUS»	(ТУ 22.23.15-047-54031669-2019 с изменением №1-2) не более 0,50	0,38	(ГОСТ 18108 тип ПРЗ) не более 1,5	0,45
Покрытие напольное поливинилхлоридное вспененное — линолеум ПВХ «СТРОИТЕЛЬ» (тип «DELTA»)	(ТУ 22.23.15-017-54031669-2019 с изменением № 1-3) не более 1,10	0,69	(ГОСТ 18108 тип ПРЗ) не более 1,5	0,71

ты, что подтверждает соответствие оборудования лаборатории ГБУ «ЦЭИИС» и лаборатории АО «ТАРКЕТТ» требованиям ГОСТ 11529-2016, п.7.

3) Все виды напольного покрытия соответствуют нормативным требованиям по показателю абсолютной остаточной деформации. Результаты испытания на деформативность указывают на хорошую восстанавливаемость напольных покрытий после вдавливания.

Список использованных источников

1. Линолеум поливинилхлоридный на тканой и нетканой подоснове. Технические условия: ГОСТ 7251-2016: Межгосударственный стандарт: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 ноября 2016 г. N 1658-ст и введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 апреля 2017 г.
2. Линолеум поливинилхлоридный на теплозвукоизолирующей подоснове. Технические условия: ГОСТ 18108-2016: Межгосударственный стандарт: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 ноября 2016 г. 1677-ст и введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 апреля 2017 г.
3. Материалы поливинилхлоридные для полов. Методы контроля: ГОСТ 11529-2016: Межгосударственный стандарт: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2016 г. N 1441-ст и в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 апреля 2017 г.
4. Шкурка шлифовальная бумажная. Технические условия: ГОСТ 6456-82: Государственный стандарт Союза ССР:

утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18.02.82 N 735

5. Методика выполнения измерений истираемости покрытия напольного поливинилхлоридного: МВИ 004-2017: аттестована ФБУ «Самарский ЦСМ»: свидетельство об аттестации № 208/RA.RU.311290-2015/2017 от 29 мая 2017 г.

6. Материалы абразивные. Зернистость и зерновой состав шлифовальных порошков. Контроль зернового состава ГОСТ Р 52381-2005: Национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 октября 2005 г. № 267-ст.

Об авторах:

Жеглова Елена Леоновна, — ведущий инженер лаборатории строительных материалов ГБУ города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»), Россия, 109052, Москва, Рязанский проспект, 13, ZheglovaEL@str.mos.ru.

Поярков Олег Ярославович, — лаборант лаборатории строительных материалов ГБУ города Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»), Россия, 109052, Москва, Рязанский проспект, 13, PoyarkovOY@str.mos.ru.

Спирин Александр Николаевич — инженер испытательной лаборатории отдела технического контроля АО «ТАРКЕТТ», Россия, 446300, Самарская область, г. Отрадный, Промзона 1. E-mail: hotline@tarkett.ru

Coordination with the manufacturer in quality control and testing of flooring samples

Zheglova E.L.¹, Poyarkov O.Y.¹, Spirin A.N.²

¹ State Budgetary Institution of the city of Moscow "Center for Expertise, Research and Testing in Construction"; (GBU «CEIIS»);

² TARKETT JSC; Otradny, Russian Federation

UDC 629.4.042.6

Abstract:

Introduction. This article analyzes the results of polyvinyl chloride flooring samples testing in the Laboratory for testing construction materials and structures of the State Budgetary Institution of the city of Moscow "Center for Expertise, Research and Testing in Construction" (GBU «CEIIS») and in the quality control department of the manufacturer TARKETT JSC (Otradny, Samara Region) aiming to compare methods for determining abrasion resistance and permanent residual deformation using different equipment. Abrasion resistance was determined using different methods.

Materials and methods. Test results of three different types of polyvinyl chloride flooring samples manufactured by TARKETT JSC were analyzed.

Results. Tests were conducted to determine abrasion resistance and permanent residual deformation of three different types of polyvinyl chloride flooring samples in the Laboratory for testing construction materials and structures of the State Budgetary Institution of the city of Moscow "Center for Expertise, Research and Testing in Construction" (GBU «CEIIS») and in the quality control department of the manufacturer TARKETT JSC.

Conclusions. Based on the results of the work performed, regulatory compliance assessment of polyvinyl chloride flooring samples indicators was carried out. The study demonstrates the feasibility of using alternative equipment to determine abrasion resistance and permanent residual deformation in accordance with regulatory requirements.

Keywords: polyvinyl chloride flooring samples, abrasion resistance, permanent residual deformation.

References:

1. Polyvinyl chloride linoleum on woven and non-woven backing. Specifications: GOST 7251-2016: Interstate Standard: approved by Order No. 1658-st of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 10, 2016, and entered into force as a national standard of the Russian Federation on April 1, 2017.
2. Polyvinyl chloride linoleum on a heat and sound insulating backing. Specifications: GOST 18108-2016: Interstate Standard: approved by Order No. 1677-st of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 11, 2016, and entered into force as a national standard of the Russian Federation on April 1, 2017.

3. Polyvinyl chloride flooring materials. Test methods: GOST 11529-2016: Interstate standard: approved by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated October 20, 2016, No. 1441-st and entered into force as a national standard of the Russian Federation on April 1, 2017.

4. Sanding paper. Technical conditions: GOST 6456-82: State standard of the USSR: approved and put into effect by Resolution of the USSR State Standards Committee dated February 18, 1982 N 735

5. Methodology for measuring abrasion resistance of polyvinyl chloride floor coverings: MVI 004-2017: certified by the Federal State Budgetary Institution "Samara CSM": certification certificate No. 208/RA.RU.311290-2015/2017 dated May 29, 2017

6. Abrasive materials. Grain size and grain composition of grinding powders. Grain composition control GOST R 52381-2005: National standard of the Russian Federation: approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated October 27, 2005 No. 267-st.

Information about the authors

Zheglova Elena Leonovna, – Leading engineer of the Laboratory of construction materials of the State Budgetary Institution of the city of Moscow "Center for Expertise, Research and Testing in Construction" (GBU «CEIS») Russia, 109052, Moscow, Ryazansky Prospekt, 13, ZheglovaEL@str.mos.ru.

Poyarkov Oleg Yaroslavovich, – laboratory assistant of the Laboratory of construction materials of the State Budgetary Institution of the city of Moscow "Center for Expertise, Research and Testing in Construction" (GBU «CEIS») Russia, 109052, Moscow, Ryazansky Prospekt, 13, PoyarkovOY@str.mos.ru.

Spirin Aleksandr Nikolaevich, – engineer of the Testing laboratory of the quality control department of TARKETT JSC, Russia, 446300, Samara region, Otradny, Industrial zone 1. E-mail: hotline@tarkett.ru

УДК 534.843.12:
699.844Гагулаев А.В.,
Зиядов Ч.Ш.,
Разрезова К.В.,
Щелоков Ю.А.

Экспериментальное исследование звукоизоляции многослойных бескаркасных монолитных конструкций

Гагулаев А.В.¹, Зиядов Ч.Ш.², Разрезова К.В.³, Щелоков Ю.А.⁴¹ Ассоциация Профессионалов Аддитивного Строительства (АПАС);² Автор патента №2678293 С1 «Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция»;³ ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии»;⁴ ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии».

Аннотация. Обеспечение требуемого уровня звукоизоляции межквартирных стен в многоквартирных зданиях без значительного увеличения толщины конструкций остается важной инженерной задачей. Однослойные стены из легкогобетонных блоков, как правило, не позволяют достичь нормативных показателей по воздушному шуму [1–3], тогда как легкие каркасные перегородки с наружными гипсокартонными листами ограничены по прочности и области применения [2,3].

Целью работы является экспериментальное определение индексов изоляции воздушного шума R_w для многослойных ограждающих конструкций, выполняемых по технологии бескаркасного монолитного строительства – бескаркасные звукоизоляционные монолитные конструкции (БЗМК).

В работе приведены результаты лабораторных и натурных испытаний трех- и пятислойных конструкций, а также результаты численного моделирования асимметричных решений с прогнозируемым индексом изоляции воздушного шума R_w более 60 дБ (Рис. 1).

Проведено сопоставление экспериментальных данных с расчетами, выполненными в программном комплексе WALLs [4].

Показано, что применение БЗМК позволяет достигать значений R_w до 54 дБ при толщине 150–200 мм, что на 10–12 дБ превышает показатели однослойных стен из легкогобетонных блоков аналогичной толщины [2]. Моделирование асимметричных конструкций демонстрирует возможность достижения индекса изоляции воздушного шума R_w более 60 дБ.

Практическая значимость работы связана с возможностью использования предложенных решений при проектировании жилых зданий и проведении строительной экспертизы.

Ключевые слова: Многослойные ограждающие конструкции, бескаркасные звукоизоляционные монолитные конструкции, программный комплекс «WALLs», асимметричные конструкции

Введение

Одной из ключевых задач строительной акустики является обеспечение нормативного индекса изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями в жилых зданиях. Действующие нормативные документы, в частности СП 51.13330.2011 «Защита от шума» [5], устанавливают требования к индексу изоляции воздушного шума R_w межквартирных стен на уровне 50–52 дБ в зависимости от категории здания. На практике достижение этих значений возможно за счёт конструкции из полнотелого кирпича (объёмная плотность 1800 кг/м^3) толщиной 250 мм, монолитных стен (объёмная плотность 2400 кг/м^3) толщиной 150 мм или двойных стен (кирпич, блоки) с воздушным зазором общей толщиной 280–350 мм [3], что приводит к увеличению нагрузки на перекрытия или уменьшению полезной площади помещений.

В качестве альтернативы применяются многослойные системы, работающие по принципу разделения масс слоем с повышенной упругостью или звукопоглощающими свойствами. Наиболее распространены каркасные перегородки с облицовкой из листовых материалов и заполнением минераловатными плитами. Однако подобные системы обладают недостаточной несущей способностью и, как правило, используются в качестве межкомнатных перегородок или дополнительных облицовок, но не в качестве основных межквартирных стен [3].

В связи с этим перспективным направлением является разработка **бескаркасных звукоизоляционных монолитных конструкций (БЗМК)**, в которых жёсткие массивные слои (гипсобетон) и упругие слои (минераловатные плиты) формируются в едином технологическом процессе послойного

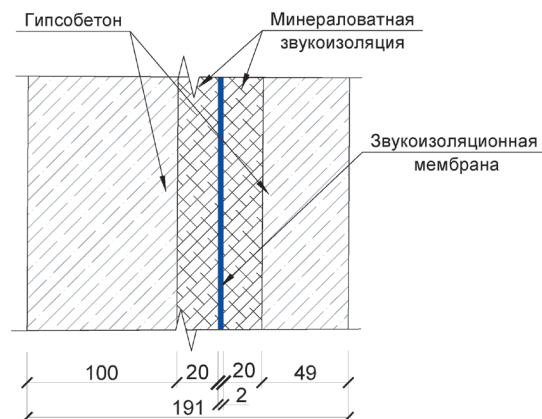


Рис. 1. Схема многослойной асимметричной конструкции, рассчитанной в программе WALLs.

торкретирования. Такой подход позволяет создать конструкцию, сочетающую монолитность, достаточную прочность и высокую акустическую эффективность [4].

Целью настоящего исследования является экспериментальная оценка индекса изоляции воздушного шума для трёх-, пяти-, а также асимметричных стен, выполненных по технологии БЗМК, и сопоставление полученных результатов с расчётными данными.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- впервые получены экспериментальные данные по звукоизоляции многослойных бескаркасных звукоизоля-

ционных монолитных конструкций, сформированных методом послойного торкретирования;

- установлена количественная зависимость индекса изоляции воздушного шума R_w от количества слоев и их структурной конфигурации в системах БМК;
- подтверждена применимость аддитивного метода расчета (реализованного в программном комплексе WALLs) для прогнозирования звукоизоляции конструкций данного типа;
- предложены и численно обоснованы асимметричные многослойные конструкции с прогнозируемым индексом изоляции воздушного шума свыше 60 дБ;
- показана возможность достижения нормативных и повышенных требований по звукоизоляции при сниженной толщине ограждающих конструкций.

Материалы и методы

Исследование включало два этапа: расчетный и экспериментальный.

На первом этапе выполнялось моделирование звукоизоляционных характеристик с использованием программного комплекса WALLs, реализующего аддитивный метод расчета звукоизоляции многослойных конструкций [1]. Разработчиком программы является Щелоков Ю.А.

Программа WALLs позволяет определять спектр и индекс звукоизоляции не только однослойных, но и многослойных конструкций. Интерфейс программы даёт возможность пользователю моделировать состав конструкций путём добавления, удаления и замены слоёв. Визуализация конструкций осуществляется с учётом задаваемых толщин слоёв и материалов, занесённых в базу данных программы. Помимо определения табличного спектра звукоизоляции, программа выводит на экран построенную частотную характеристику, при этом на одном графике можно отображать несколько кривых, полученных расчётным путём или из справочника базы лабораторных испытаний, что значительно упрощает проведение оценки звукоизоляции ограждающих конструкций.

На втором этапе проводились натурные и лабораторные измерения.

Объекты испытаний

В рамках исследования были рассмотрены различные конструкции стен и их звукоизоляционная способность.

1. Трехслойная конструкция:

- гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
 - плита звукопоглощающая SoundGuard Basalt 50, толщиной 100 мм;
 - гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
- Линейные размеры конструкции: 3,55 x 2,85 м, общая толщина конструкции **200 мм**.

2. Пятислойная конструкция (вариант А):

- гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
- плита звукопоглощающая PAROC SSB1, толщиной 20 мм;
- сердечник — клеевой состав толщиной 7 мм;

- плита звукопоглощающая PAROC SSB1, толщиной 20 мм;

- гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»).

Линейные размеры конструкции: 4,2 x 2,5 м, общая толщина конструкции **147 мм**.

3. Пятислойная конструкция (вариант Б):

- гипсобетон толщиной 51,5 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
- плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80, толщиной 20 мм;
- звукоизоляционная мембрана SoundGuard Membrane 2S, толщиной 2 мм;
- плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80, толщиной 20 мм;
- гипсобетон толщиной 51,5 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);

Линейные размеры конструкции: 2,9 x 2,85 м, общая толщина конструкции **145 мм**.

Изготовление образцов осуществлялось методом двустороннего послойного торкретирования гипсобетонной смеси на предварительно закрепленные минераловатные плиты. Метод нанесения описан в патенте RU 2 678 293 C1 «Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция» [7].

Методика измерений в натуральных условиях

Измерения звукоизоляции образцов (изоляции воздушного шума) выполнялись в строящемся многоквартирном жилом доме в г. Москве в соответствии с требованиями **ГОСТ 27296-2012** [9]. Площадь образцов **10,2 м²** (3,55 x 2,85 м) и **8,3 м²** (2,9 x 2,85 м).

Результаты исследований

Перед началом работ, связанных с возведением конструкций, были произведены прогнозные расчёты при помощи программы «WALLs» [4]. Дальнейшие исследования заключались в сопоставлении расчетных показателей и фактических результатов измерений.

1. Трехслойные конструкции

На первом этапе было выполнено сопоставление расчетных и экспериментальных данных для стены из газобетона D600 толщиной 200 мм и трехслойной конструкции БЗМК аналогичной толщины.

Расчет в программе WALLs показал, что индекс изоляции воздушного шума R_w для газобетонной стены составляет **44 дБ** (рис. 2), для трехслойной конструкции — **54 дБ** (рис. 3).

Фактические данные измерений по стенам из газобетонных блоков (D600) толщиной 200 мм: $R_w = 41 \div 42$ дБ (обобщение данных ГБУ «ЦЭИИС», $n = 15$ измерений).

Натурные испытания в помещении проводились в соответствии с требованиями **ГОСТ 27296-2012** [8]:

- Помещение низкого уровня: жилая комната, площадь — 11,9 м², высота — 2,85 м, объём — 33,915 м³, температура воздуха — + 4,5 °С;
 - Помещение высокого уровня: жилая комната, площадь 10,9 м², высота — 2,85 м, объём — 31,065 м³, температура воздуха — + 4,8 °С.
- Относительная влажность 60,5 %.

- Трехслойная стена 200 мм (протокол испытаний НИИ ПТЭС № ПИ-4/02/25 [9]): $R_w = 54$ дБ.

Таким образом, применение трехслойной конструкции БЗМК позволяет повысить звукоизоляцию на 10–12 дБ по сравнению с однослойной газобетонной стеной той же толщины.

2. Пятислойные конструкции

Схема многослойной конструкции (5 слоёв) представлена на рисунке (вариант 145 мм) (рис. 4).

Экспериментальные исследования показали значения R_w в диапазоне 52–55 дБ при толщине конструкций порядка 145–150 мм. Это подтверждает эффективность использования нескольких упругих слоев.

Прогнозное значение индекса изоляции воздушного шума R_w было получено, как и в предыдущем случае, при помощи программы WALLs (рис. 5).

Натурные испытания в помещении проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 27296-2012 [8]:

- Помещение низкого уровня: жилая комната, площадь – 9,3 м², высота – 2,85 м, объём – 26,505 м³, температура воздуха – 4,5 °С;

- Помещение высокого уровня: жилая комната, площадь 7,9 м², высота – 2,85 м, объём – 22,515 м³, температура воздуха – 5,1 °С. Относительная влажность 59,5 %.

Пятислойная стена 145 мм (протокол испытаний НИИ ПТЭС № ПИ-3/02/25 [9]): $R_w = 52$ дБ.

Результаты испытаний звукоизоляции пятислойных конструкций приведены в таблице 1. Конструкции различались материалом внутреннего сердечника и общей толщиной.

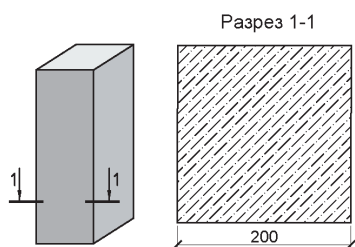
Полученные значения индексов изоляции воздушного шума $R_w = 52$ дБ и $R_w = 55$ дБ обеспечивают выполнение требований нормативной документации для межквартирных стен как в лабораторных, так и в натурных условиях с учетом наличия обходных путей распространения шума по конструктиву здания.

Многочисленные сопоставления расчётов, проведенных в программе WALLs, с протоколами испытаний позволили определить наилучший метод расчёта для каждого типа ограждающих конструкций (см. таблицу 2).

Из таблицы видно, что средняя ошибка по всем типам конструкций составила $\Delta R_w = 0,71$ дБ.

Расчет звукоизоляции акустического шума

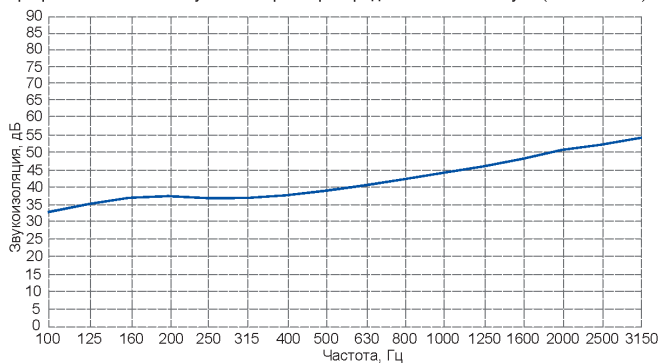
Однотенная толстая конструкция, 200мм



1. Пористый газобетон D600

- 200мм

График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



Метод расчета: Аддитивный метод

Источник: WALLs (1.0.1.67)

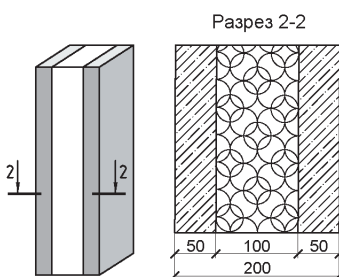
$R_w=44$ дБ

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	24,3
40	26,0
50	27,7
63	29,5
80	31,3
100	33,1
125	35,0
160	36,7
200	37,3
250	36,6
315	36,5
400	37,4
500	38,7
630	40,3
800	42,1
1000	43,9
1250	45,8
1600	47,8
2000	50,4
2500	51,9
3150	53,9

Рис. 2. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w в программе WALLs для стены из газобетонного блока D600 толщиной 200 мм.

Расчет звукоизоляции акустического шума

Двухстенная толстая конструкция, 200мм



1. Гипсобетон

2. Минераловатная плита

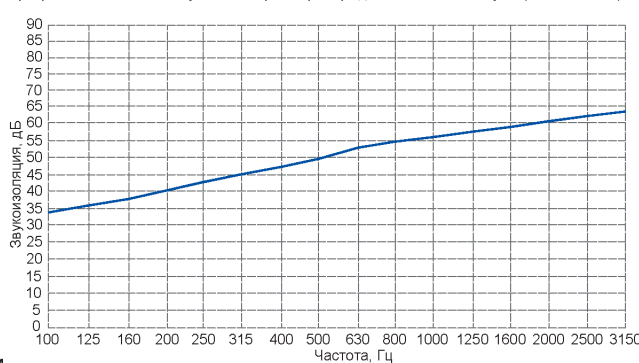
3. Гипсобетон

- 50мм

- 100мм

- 50мм

График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



Метод расчета: Аддитивный метод

Источник: WALLs (1.0.1.67)

$R_w=54$ дБ

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	30,0
40	31,8
50	32,3
63	32,2
80	32,9
100	34,2
125	36,0
160	37,9
200	40,1
250	42,8
315	45,2
400	46,7
500	49,4
630	52,5
800	54,3
1000	55,8
1250	57,2
1600	58,7
2000	60,2
2500	61,7
3150	63,2

Рис. 3. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w в программе WALLs для бескаркасной монолитной перегородки толщиной 200 мм, состоящей из трёх слоёв: гипсобетон — 50 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard Basalt 50–100 мм + гипсобетон — 50 мм.

Рис. 4. Схема многослойной конструкции (5 слоёв).

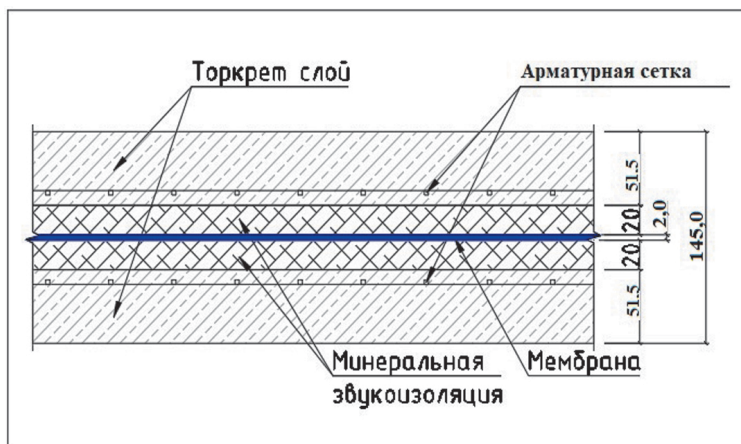


Рис. 5. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w для бескаркасной звукоизоляционной монолитной перегородки толщиной 145 мм, состоящей из пяти слоёв: гипсобетон (облицовка) — 51,5 мм с двух сторон + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм.

Расчет звукоизоляции акустического шума

Сложная конструкция
(тройная и более), 145мм

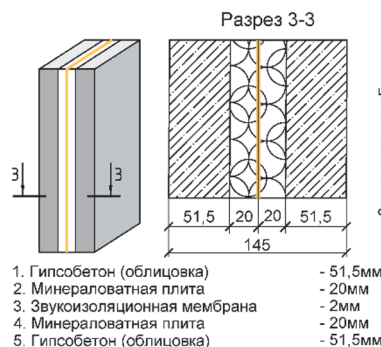
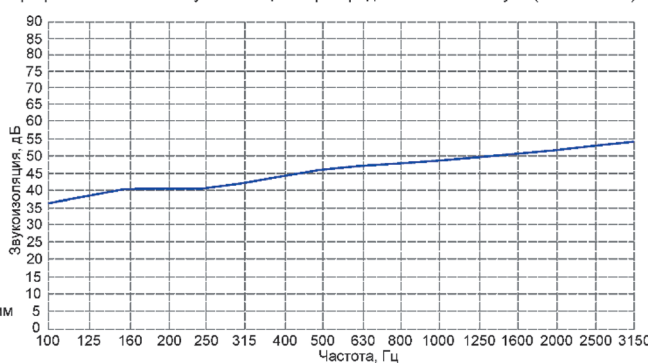


График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



Метод расчета: Аддитивный метод

Источник: WALLs (1.0.1.67)

Rw=52дБ	
Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	27,1
40	28,9
50	30,9
63	32,9
80	34,8
100	36,9
125	39,1
160	41,5
200	42,0
250	42,0
315	44,0
400	46,4
500	48,8
630	50,3
800	51,2
1000	52,1
1250	53,4
1600	54,7
2000	56,2
2500	57,7
3150	59,1

Таблица 1. Результаты испытаний звукоизоляции пятислойных конструкций БЗМК

Толщина, мм	Состав конструкции (от лица к лицу)	Место проведения, организация	Протокол	Индекс R_w , дБ
147	50 мм ГБ + 20 мм МВ + 7 мм КЛ + 20 мм МВ + 50 мм ГБ	г. Нижний Новгород, «Большие акустические камеры ННГАСУ»	Информационное письмо ННГАСУ	55
145	51,5 мм ГБ + 20 мм МВ + 2 мм Мембрана + 20 мм МВ + 51,5 мм ГБ	г. Москва, объект МКЖД, НИИ ПТЭС	Протокол ПИ-3/02/25	52

Примечание: ГБ — гипсобетон, МВ — минераловатная плита, КЛ — клеевой состав.

3. Прогнозирование характеристик асимметричных перегородок с индексом изоляции воздушного шума R_w выше 60 дБ

Модульный принцип построения БЗМК позволяет варьировать количество и толщину слоев конструкции.

В программном комплексе **WALLs** выполнено моделирование перегородок в асимметричном исполнении. Асимметрия конструкции заключается в том, что облицовочные слои имеют разные толщины — 100 и 49 мм соответственно (рис. 1).

Выполнены расчеты для конструкций стен — 191 и 273 мм (рис. 6 и 7).

Общая расчетная толщина конструкции — 191 мм. Результаты моделирования (рис. 6) показывают, что ожидае-

Таблица 2.

Тип конструкции	Лучший метод	Ошибка, дБ
Тонкая одинарная	аддитивный	0,00
Двойная тонкая	аддитивный	0,57
Толстая	универсальный	0,50
Двойная толстая	универсальный	1,00
Толстая с гибкой плитой на относе	универсальный	1,50
Средняя ошибка по всем конструкциям:		0,71

мый индекс изоляции воздушного шума R_w может составить $R_w = 62$ дБ.

Общая расчетная толщина конструкции — **273 мм**. Результаты моделирования (рис. 7) показывают, что ожидаемый индекс изоляции воздушного шума R_w может составить $R_w = 62$ дБ.

Рассмотрение двух вариантов конструкций оправдано отсутствием данных о подобных испытаниях, что требует экспериментальной верификации расчетных показателей. Предполагаемая разница в результатах покажет динамику изменения индекса изоляции воздушного шума R_w при изменении толщин составляющих элементов.

Результаты измерений позволяют рекомендовать данную конструкцию для применения в зданиях повышенного класса комфортности (жилые здания, гостиницы класса «5 звёзд», музыкальные классы, театральные студии и т.д.), для реконструкции зданий, где требования к акустическому комфорту особенно высоки.

Обсуждение результатов

Полученные данные позволяют сделать несколько выводов относительно эффективности бескаркасных звукоизоляционных монолитных конструкций.

Во-первых, подтверждена высокая точность расчетного инструмента **WALLs** для проектирования многослойных систем данного типа. Совпадение расчетных и экспериментальных значений в пределах погрешности измерений для различных конструкций свидетельствует о возможности использования программы для предварительного подбора состава конструкции на этапе проектирования.

Во-вторых, экспериментально установлено, что пятислойные схемы с жестким или эластичным сердечником позволяют достичь $R_w = 52–55$ дБ при толщине конструкции 145–150 мм. Согласно СТО 72746455-4.5.2-2025г. [6], аналогичные показатели имеют однослойные конструкции из монолитного железобетона толщиной около 150 мм (индекс изоляции воздушного шума $R_w \approx 52$ дБ) и кирпичные стены из полнотелого кирпича при толщине до 250 мм и более, где R_w составляет 52–57 дБ.

В-третьих, результаты моделирования конструкций с разными толщинами облицовочных слоёв могут дать высокий потенциал развития технологии БЗМК. Достижение индекса изоляции воздушного шума $R_w > 60$ дБ при толщине в пределах 191–273 мм — является значимым резуль-

Расчет звукоизоляции акустического шума

Сложная конструкция (тройная и более), 191мм

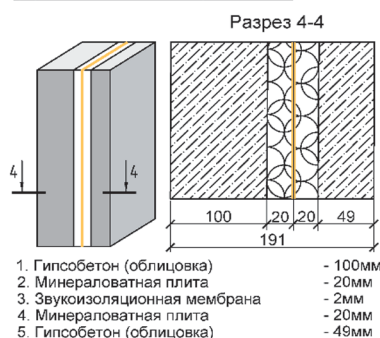
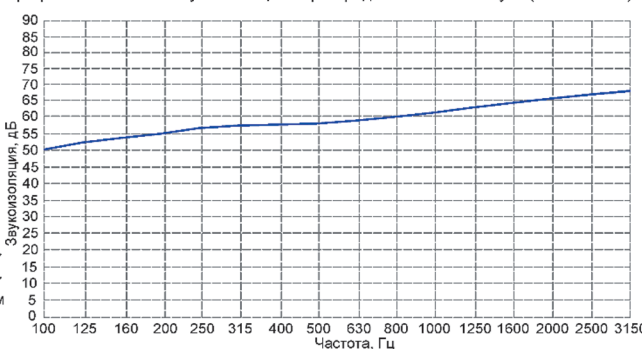


График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



Rw=62дБ	
Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	39,6
40	41,5
50	43,6
63	45,6
80	47,6
100	49,6
125	51,8
160	53,2
200	54,5
250	56,2
315	57,1
400	57,0
500	57,1
630	58,0
800	59,3
1000	60,7
1250	62,3
1600	63,7
2000	65,1
2500	66,4
3150	67,6

Рис. 6. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w для бескаркасной звукоизоляционной монолитной перегородки толщиной 191 мм, состоящей из пяти слоёв: гипсобетон (облицовка) — 100 мм с одной стороны + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + гипсобетон (облицовка) — 49 мм.

Расчет звукоизоляции акустического шума

Сложная конструкция (тройная и более), 273мм

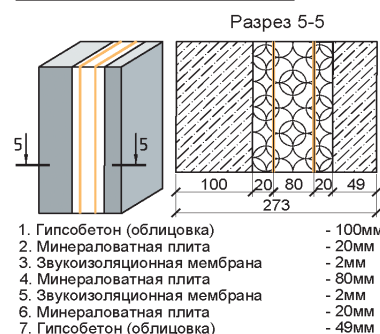
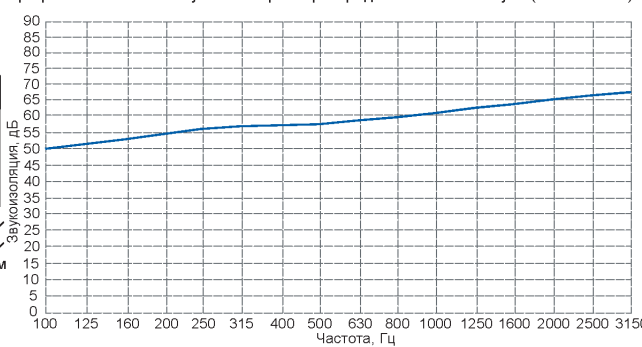


График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



Rw=62дБ	
Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	39,8
40	41,7
50	43,7
63	45,8
80	47,7
100	49,8
125	51,5
160	53,1
200	55,0
250	56,7
315	57,5
400	57,3
500	57,4
630	58,3
800	59,6
1000	61,0
1250	62,5
1600	63,9
2000	65,3
2500	66,6
3150	67,9

Рис. 7. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w для бескаркасной звукоизоляционной монолитной перегородки толщиной 273 мм, состоящей из пяти слоёв: гипсобетон (облицовка) — 100 мм с одной стороны + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 80 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + гипсобетон (облицовка) — 49 мм.

татом, требующим подтверждения в акустических лабораториях и полевых условиях, что станет задачей следующих этапов исследования.

Полученные результаты могут быть использованы при проведении строительной экспертизы и обследовании жилых зданий для оценки соответствия межквартирных стен нормативным требованиям по звукоизоляции. Кроме того, рассматриваемые конструктивные решения могут применяться при проектировании новых зданий и реконструкции существующих жилых домов.

Важным научным результатом является выявление роли асимметрии конструкции в повышении звукоизоляционной способности. Полученные расчетные данные показывают, что перераспределение масс облицовочных слоев позволяет сместить резонансные частоты системы и повысить эффективность звукоизоляции в широком диапазоне частот.

Кроме того, установлено, что сочетание жестких (гипсобетонных) и упругих (минераловатных и мембранных) слоев, формируемых в едином технологическом цикле, обеспечивает более стабильные акустические характеристики по сравнению с традиционными каркасными системами за счет отсутствия разрывов и акустических мостиков.

Таким образом, технология БЗМК может рассматриваться как новое направление в проектировании звукоизоляционных ограждающих конструкций, сочетающее преимущества массивных и каркасных систем.

Заключение

В работе выполнено комплексное экспериментально-расчетное исследование звукоизоляционных характеристик многослойных ограждающих конструкций, возводимых по технологии бескаркасного монолитного строительства.

Установлено, что трехслойные конструкции толщиной 200 мм обеспечивают индекс изоляции воздушного шума $R_w = 54$ дБ, что на 10–12 дБ превышает показатели однослойных стен из газобетона аналогичной толщины.

Экспериментально подтверждено, что пятислойные конструкции толщиной 145–150 мм обеспечивают значения $R_w = 52–55$ дБ, удовлетворяющие нормативным требованиям к межквартирным стенам при меньшей толщине по сравнению с традиционными решениями.

Подтверждена высокая степень сходимости расчетных и экспериментальных данных, что свидетельствует о возможности применения численного моделирования для обоснования конструктивных решений на стадии проектирования.

Впервые показано, что использование асимметричных схем многослойных конструкций БЗМК позволяет достичь прогнозируемых значений индекса изоляции воздушного шума R_w свыше 60 дБ при толщине менее 300 мм.

Полученные результаты демонстрируют высокий потенциал технологии БЗМК для применения в жилых зданиях повышенного класса комфортности, а также при реконструкции существующих объектов с ограничениями по толщине конструкций.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования предложенных решений при проектировании, строительной экспертизе и разработке нормативной документации в области строительной акустики.

Список использованных источников

1. Крышов С.И., Градова О.В. Обеспечение требований звукоизоляции монолитными и сборными железобетонными конструкциями жилых зданий (по данным измерений в новостройках Москвы) // «Международное Аналитическое обозрение: Цемент. Бетон. Сухие смеси №4 (57) 2019, стр.45–53.
2. Крышов С.И. Проблемы звукоизоляции строящихся зданий // «Жилищное строительство» 2017. № 6 С.8–10.
3. Лившиц А.Я. Звукоизоляция трёхслойных тонких бетонных конструкций с интегрированным каркасом // Ученые записки физического факультета Московского Университета №5, 1750503 (2017).
4. Патент RU2020615051 Программное обеспечение для расчета звукоизоляции многослойных конструкций WALLs
5. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с изменениями №1-4). — М.: Минрегион России, 2011. — 46 с.
6. СТО 72746455-4.5.2-2025 Звукоизоляция жилых и общественных зданий. Звукоизоляционные материалы и конструкции. Правила проектирования и методики расчёта звукоизоляции. Справочные значения индексов звукоизоляции конструкций.
7. Гусев В.П., Климухин А.А. Звукоизоляция в зданиях: учебное пособие. — М.: Изд-во АСВ, 2019. — 184 с.
8. Патент RU 2678293С1. Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция / Авторы. — Оpubл. 25.01.2019, Бюл. № 3.
9. ГОСТ 27296-2012. Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций. — М.: Стандартиформ, 2014. — 32 с.
10. Протокол исследований (испытаний) и измерений ООО «НИИ ПТЭС» № ПИ-4/02/25 от 28.02.2025 г.
11. Протокол исследований (испытаний) и измерений ООО «НИИ ПТЭС» № ПИ-3/02/25 от 28.02.2025 г.
12. ТСН-2001. Дополнение № 80 — приложение к приказу Комитета города Москвы по ценовой политике в строительстве и государственной экспертизе проектов №МКЭ-ОД/25-130 от 22 декабря 2025 г.

Об авторах:

Гагулаев Алексей Владимирович, — генеральный директор ассоциации Профессионалов Аддитивного Строительства, 141074 Московская обл., г.Королёв, Ярославский проезд, дом 5А, e-mail: 89167100640@mail.ru

Зиядов Чингиз Шамсадинович, — исследователь, автор патента «Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция», 119618, г.Москва, улица Главмосстроя, дом 8, кв.102, e-mail: tis-walls@mail.ru

Разрезова Ксения Васильевна, — к.ф.-м.н., ведущий инженер-акустик ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии», 195027 г.Санкт-Петербург, ул. Якорная, д.16, офис 203, e-mail: k.razrezova@soundguard.ru

Щелоков Юрий Алексеевич, — руководитель акустического отдела ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии», 195027 г.Санкт-Петербург, ул. Якорная, дом 16, офис 203, e-mail: 9828801@soundguard.pro

Experimental study of sound insulation in multi-layered frameless monolithic structures

Gagulayev A.V.¹, Ziyadov CH.SH.², Razrezova K.V.³, Shchelokov YU.A.⁴

¹ Association of Additive Construction Professionals (ACP);

² Author of Patent No. 2678293 C1 «Monolithic Soundproof Wall Structure»;

³ «European soundproofing technologies» LLC;

⁴ «European soundproofing technologies» LLC.

UDC 534.843.12: 699.844

Abstract:

Ensuring the required level of sound insulation of inter-apartment walls in multi-story buildings without significantly increasing the thickness of the structures, remains an important engineering challenge. Single-layer walls made of lightweight concrete blocks typically do not meet the regulatory requirements for air noise [1-3], while lightweight frame partitions with exterior gypsum board sheets have limited strength and application areas [2,3]. The purpose of the work is to experimentally determine the air noise isolation indices R_w for multi-layered enclosing structures made using the technology of frame-free monolithic construction – frame-free soundproof monolithic structures (FSMS). The paper presents the results of laboratory and field tests of three- and five-layer structures, as well as the results of numerical modeling of asymmetric solutions with a predicted air noise isolation index R_w of more than 60 dB (Fig. 1). The experimental data were compared with calculations performed. It has been shown that the use of BZMK allows for R_w values of up to 54 dB to be achieved with a thickness of 150–200 mm, which is 10–12 dB higher than the values of single-layer walls made of lightweight concrete blocks of similar thickness [2]. Modeling of asymmetric structures demonstrates the possibility of achieving an airborne noise insulation index R_w exceeding 60 dB.

The practical significance of this work lies in the potential use of the proposed solutions in the design of residential buildings and in conducting construction assessments.

Keywords: *multilayer enclosing structures, frameless soundproof monolithic structures, WALLs software package, asymmetric structures.*

References:

1. Kryshov S.I., Gradova O.V. Soundproofing Requirements for Monolithic and Precast Reinforced Concrete Structures of Residential Buildings (Based on Measurements in New Moscow Buildings) // *International Analytical Review: Cement. Concrete. Dry Mixes* No. 4 (57) 2019, pp. 45–53.
2. Kryshov S.I. Soundproofing Problems in Buildings Under Construction // *Housing Construction* 2017. No. 6, pp. 8–10.
3. Livshits A.Ya. Soundproofing of Three-Layer Thin Concrete Structures with an Integrated Frame // *Scientific Notes of the Physics Faculty of Moscow University* No. 5, 1750503 (2017).

4. Patent RU2020615051. Software for calculating the sound insulation of multilayer WALLs structures.

5. SP 51.13330.2011. Noise protection. Updated version of SNiP 23-03-2003 (with amendments No. 1-4). Moscow: Ministry of Regional Development of the Russian Federation, 2011. – 46 p.

6. STO 72746455-4.5.2-2025. Soundproofing of residential and public buildings. Soundproofing materials and structures. Design rules and soundproofing calculation methods. Reference values of sound insulation indices for structures.

7. Gusev V.P., Klimukhin A.A. Soundproofing in buildings: a tutorial. Moscow: ASV Publishing House, 2019. – 184 p.

8. Patent RU 2678293C1. Monolithic soundproof wall structure / Authors. – Published. 25.01.2019, Bulletin No. 3.

9. GOST 27296-2012. Buildings and Structures. Methods for Measuring Sound Insulation of Enclosing Structures. – Moscow: Standartinform, 2014. – 32 p.

10. Research (Test) and Measurement Protocol of Research Institute PTES LLC No. PI-4/02/25 dated 28.02.2025

11. Research (Test) and Measurement Protocol of Research Institute PTES LLC No. PI-3/02/25 dated 28.02.2025

12. TSN-2001. Supplement No. 80 – Appendix to the Order of the Moscow City Committee on Pricing Policy in Construction and State Expertise of Projects No. MKE-OD/25-130 dated December 22, 2025.

Information about the authors

Gagulaev Alexey Vladimirovich, – Director General of the Association of Additive Construction Professionals, 141074 Moscow Region, Korolyov, Yaroslavsky Proyezd, 5A, e-mail: 89167100640@mail.ru

Ziyadov Chingiz Shamsaddinovich, – researcher, author of the patent “Monolithic soundproof wall structure”, 119618, Moscow, Glavmosstroy Street, 8, Apt. 102, e-mail: tis-walls@mail.ru

Razrezova Ksenia Vasilievna, – PhD, leading acoustician engineer at Zvukoizolyatsionnye Evropeyskie Tekhnologii LLC, 195027 MoscowSt. Petersburg, Yakornaya St., 16, office 203, e-mail: k.razrezova@soundguard.ru

Shchelokov, Yuri Alekseevich, – Head of the Acoustic Department, European Sound Insulation Technologies LLC, 195027St. Petersburg, Yakornaya St., 16, office 203, e-mail: 9828801@soundguard.pro