

Аналитическая статья

УДК 614.841; DOI: 10.61260/2304-0130-2025-3-35-41

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДЕЛ ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Гужва Александра Артуровна;

✉ Сидорова Екатерина Николаевна.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ eks\_9999@mail.ru

**Аннотация.** Предел огнестойкости несущих конструкций – один из ключевых параметров, определяющих безопасность общественных зданий при пожаре. Конструктивные и проектные решения оказывают существенное влияние на способность строительных элементов сохранять несущие функции в условиях термического воздействия. Рассматриваются материалы, формы сечений, методы огнезащиты, архитектурно-планировочные и объемно-пространственные решения, обеспечивающие требуемый уровень огнестойкости.

Проанализированы особенности проектирования железобетонных, стальных и деревянных конструкций с точки зрения повышения их устойчивости при пожаре. Обоснована необходимость комплексного подхода к обеспечению огнестойкости несущих элементов, включающего моделирование поведения конструкций при пожаре и использование современных программных средств. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании и экспертизе зданий общественного назначения.

**Ключевые слова:** огнестойкость, несущие конструкции, проектные решения, пожарная безопасность, общественные здания

**Для цитирования:** Гужва А.А., Сидорова Е.Н. Влияние конструктивных и проектных решений на предел огнестойкости несущих элементов в общественных зданиях // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2025. № 3. С. 35–41. DOI: 10.61260/2304-0130-2025-3-35-41.

### Введение

Пожарная безопасность общественных зданий требует не только эффективных мер по предотвращению возникновения и распространения огня, но и обеспечения устойчивости строительных конструкций к термическому воздействию. Особое значение имеет предел огнестойкости несущих элементов, поскольку их разрушение может привести к прогрессирующему обрушению и невозможности эвакуации людей.

Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» является основополагающим документом, определяющим требования к огнестойкости, пожарной опасности строительных материалов, вида конструкций, классу функциональной и конструктивной пожарной опасности зданий. Обязывает использовать материалы, изделия и решения, имеющие сертификаты соответствия по огнестойкости [1].

Проведенный анализ нормативной базы позволил выделить основные документы, регламентирующие выбор конструктивных и проектных решений, влияющих на предел огнестойкости несущих элементов в общественных зданиях.

СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» устанавливает минимальные пределы огнестойкости несущих конструкций в зависимости от класса функциональной пожарной опасности (Ф) зданий. Для общественных зданий (Ф 3.1–3.4) предельные значения огнестойкости R, RE, REI варьируются от R 60 до R 150 в зависимости от этажности, материала и класса конструктивной пожарной опасности. Данный нормативный документ требует применения огнезащитных составов или обшивок, если конструкции не соответствуют по огнестойкости. Также определяет необходимость устройства противопожарных преград [2].

СП 118.13330.2022 «Общественные здания и сооружения. Правила проектирования» рекомендует проектировать конструктивные схемы с учетом разделения здания на отсеки, минимизации прогонов, и оптимального расположения несущих элементов, обеспечивающего их огнестойкость. Свод правил подчеркивает значение использования материалов с нормативной огнестойкостью, а также возможности комбинирования конструкций [3].

ГОСТ 30247.0–94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» описывает методы определения пределов огнестойкости по критериям R (несущая способность), Е (целостность), I (теплоизоляция). Также уточняет, что для несущих элементов ключевым показателем является R, и его значение зависит от устойчивости конструкции при испытаниях в стандартных температурных условиях [4].

Исходя из анализа, можно вывести таблицу.

Таблица

#### Основные требования для проектирования общественного здания

Элемент	Основные требования
Материалы	Негорючие, с подтвержденным пределом огнестойкости ( $R \geq 60$ мин для общественных зданий)
Форма и сечение	Толстостенные, цельные сечения предпочтительнее для повышения R-предела
Огнезащита	Обязательна для стали и древесины
Планировка	Обосабленные отсеки, сокращение пролётов, равномерное распределение нагрузки
Узлы и соединения	Противопожарная герметизация, защита анкеров и болтов от воздействия пламени

Вопросы обеспечения требуемого уровня огнестойкости решаются преимущественно на этапе проектирования здания, что требует от архитекторов и инженеров понимания влияния материалов, геометрии и узловых решений на термическое поведение конструкции. Цель данной работы – рассмотреть влияние конструктивных и проектных решений на предел огнестойкости несущих элементов различных типов в общественных зданиях.

#### Влияние конструктивных и проектных решений на предел огнестойкости несущих элементов

Конструктивные особенности строительных элементов оказывают решающее влияние на их термическую устойчивость. Например, железобетонные конструкции, обладая высокой теплоемкостью, медленнее прогреваются и дольше сохраняют несущую способность по сравнению с металлическими, которые требуют обязательной огнезащиты. В случае деревянных элементов большое значение имеют размеры сечения, порода древесины и степень обработки средствами огнебиохимзащиты.

Согласно положениям СП 2.13130.2020 [2] и ГОСТ 30247.0-94 [4] термическая устойчивость конструкции определяется способностью сохранять несущую способность в условиях стандартного температурного воздействия. Материал, геометрия сечения, условия закрепления и наличие защитных слоёв существенно влияют на время достижения предельных состояний.

Железобетонные конструкции (плиты, колонны, балки) обладают высокой теплоемкостью и сравнительно низкой теплопроводностью, что обеспечивает замедленный прогрев арматуры. Согласно СП 63.13330.2018 (Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003) [5], достаточная толщина защитного слоя бетона (не менее 20–35 мм в зависимости от назначения конструкции) существенно повышает огнестойкость. Такие элементы часто достигают REI 90–150 мин без дополнительной огнезащиты.

Стальные конструкции, напротив, быстро теряют прочность уже при температуре около 500–600 °С. Согласно СП 16.13330.2017 (Сталежелезобетонные конструкции) [6], стальные элементы требуют обязательной огнезащиты для достижения нормативных значений огнестойкости. В соответствии с СП 2.13130.2020 [2], для этого применяются:

- обмазочные огнезащитные составы (толщиной от 2 до 10 мм);
- обшивка листовыми материалами (ГКЛ, фиброцемент);
- пенокремнеземистые краски (с эффектом вспучивания при нагреве).

Деревянные конструкции, как указано в СП 64.13330.2017 (Деревянные конструкции) [7], подлежат строгим мерам огнезащиты. Их огнестойкость зависит от:

- породы древесины (твёрдые – более стойкие);
- размеров поперечного сечения (чем больше сечение, тем ниже скорость прогорания);
- степени обработки антиприренами (глубокая пропитка – предпочтительна).

Применение огнезащитных составов, подтвержденных испытаниями по ГОСТ 30219–95 [8], позволяет увеличить предел огнестойкости до R 45–60 мин.

В соответствии с СП 2.13130.2020 [2], СП 468.1325800.2020 [9], ГОСТ Р 59637–2021 [10] и СП 4.13130.2013 [11] проектные решения, направленные на повышение огнестойкости, включают:

– рациональный выбор геометрических параметров сечений. Увеличение размеров сечения увеличивает время прогрева и способствует сохранению несущей способности. Так, увеличение толщины плиты с 120 до 200 мм может повысить огнестойкость с REI 60 до REI 120 мин (по таблицам в СП 468.1325800.2020, Приложение Д) [9];

– применение огнезащитных составов (обмазок, обшивок, пропиток). В соответствии с ГОСТ Р 59637–2021, применяются: обмазочные составы (в том числе вспучивающиеся); обшивка огнестойкими листами (например, ГКЛО); пропитка древесины антиприренами глубокой или поверхностной диффузии. Выбор средств зависит от типа конструкции, условий эксплуатации и требуемого класса огнезащиты [10];

– устройство конструктивных разрывов и противопожарных отсеков. Согласно СП 4.13130.2013, здание должно быть разделено на пожарные отсеки, ограниченные противопожарными стенами и перекрытиями I–II типа, препятствующими распространению огня. Такие меры препятствуют передаче тепла к несущим конструкциям в смежных зонах [11];

– выбор оптимального расположения несущих элементов относительно источников возможного теплового воздействия. Конструкции рекомендуется размещать внутри здания, вдали от потенциальных очагов возгорания, избегая подвесных или навесных элементов с открытым расположением [9].

Особое внимание необходимо уделять узловым соединениям, где под действием высоких температур часто происходит локальное разрушение. По данным СП 16.13330.2017, разрушение металлических соединений при локальном перегреве – частая причина обрушений. Уязвимыми являются:

- болтовые и сварные соединения в стальных конструкциях;
- анкера и закладные элементы, проходящие через противопожарные преграды;

– узлы сопряжения разных типов конструкций (например, сталь + железобетон).

Для предотвращения преждевременного разрушения узловых соединений предусматриваются:

- локальная огнезащита узлов;
- экранирование участков соединений;
- использование термостойких анкеров и компенсаторов [6].

Современное проектирование строительных конструкций, особенно в общественных и уникальных зданиях, всё чаще основывается не только на табличных значениях пределов огнестойкости, но и на численном моделировании процессов, происходящих при пожаре. Этот подход позволяет более точно прогнозировать поведение конструкций в реальных условиях термического воздействия, учитывая сложную геометрию, комбинированные материалы, особенности узловых соединений и режимы эксплуатации.

ГОСТ Р 59637–2021 «Средства противопожарной защиты зданий и сооружений.

Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте» устанавливает общие принципы и требования к применению численных методов для определения огнестойкости строительных конструкций [10].

Он допускает использование специализированных программных комплексов, соответствующих международным стандартам, таких как:

- FDS (Fire Dynamics Simulator) – для моделирования распространения пожара, температурных полей, дымовых потоков и термического воздействия на конструкции;
- SCAD Office – для статико-термического анализа строительных конструкций в среде нагрева;
- ANSYS, ABAQUS – для расчёта напряжённо-деформированного состояния материалов и узлов в условиях высоких температур, с возможностью анализа разрушений, пластических деформаций и теплового расширения [12].

Основные направления применения моделирования представлены на рисунке.

Моделирование рекомендуется применять, если:

- проект включает высотные здания, атриумы, стадионы, многофункциональные комплексы;
- использованы новые или малоизученные материалы;
- проект требует оптимизации затрат на огнезащиту при сохранении нормативного уровня безопасности;
- необходимо обосновать отступления в части обеспечения огнестойкости.

Согласно СП 468.1325800.2020, повышение устойчивости здания обеспечивается за счёт:

- уменьшения пролётов, что снижает изгибающие моменты и тепловую нагрузку на конструкции;
- использования самонесущих перегородок, уменьшающих нагрузку на каркас;
- вынесенных опор, перераспределяющих усилия при локальном разрушении;
- избыточности несущих путей, позволяющей перенаправить нагрузки в аварийной ситуации [9].

Такой подход минимизирует вероятность прогрессирующего обрушения, особенно в высотных или крупнопролётных зданиях.

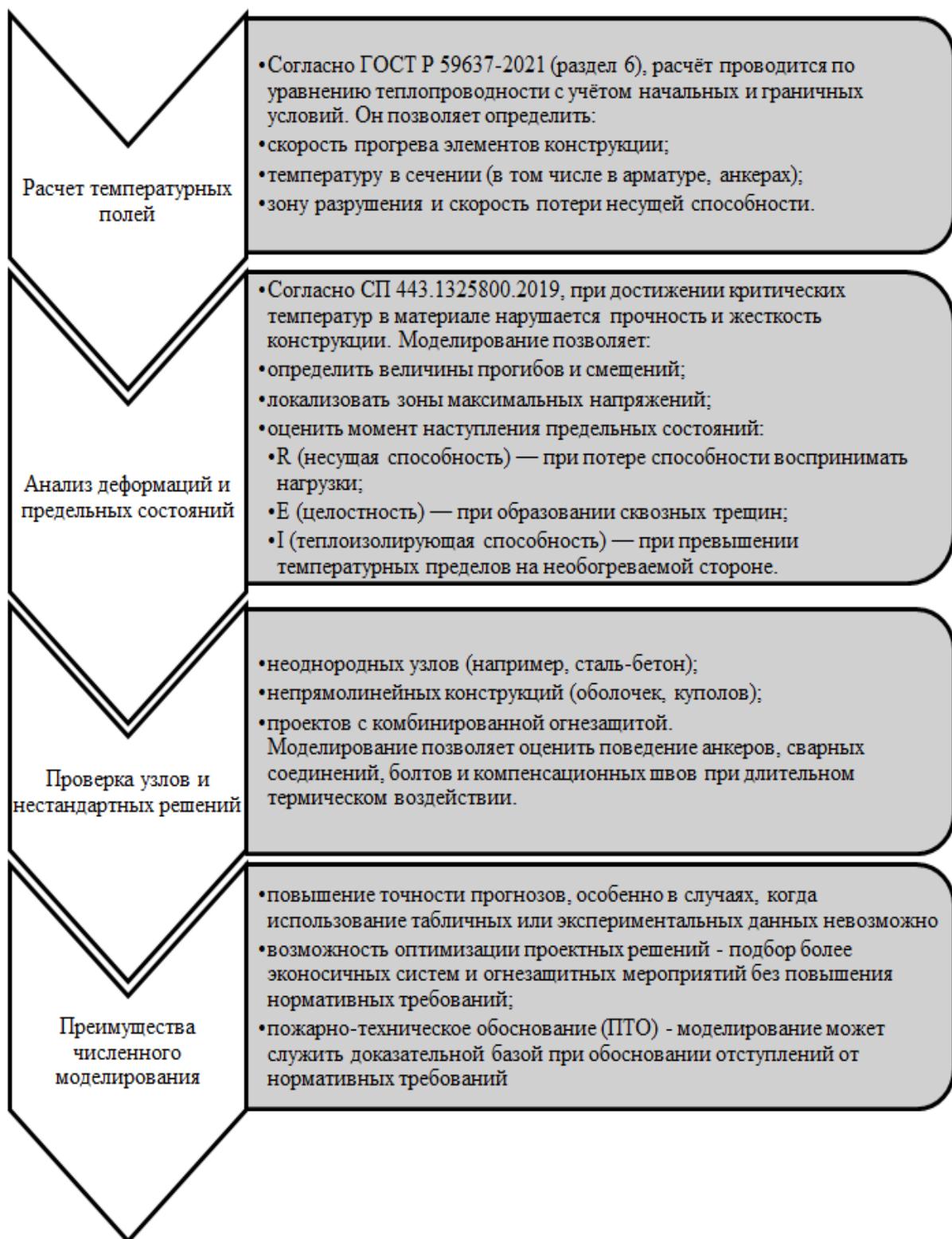


Рис. Основные направления применения моделирования

## Заключение

Исследование показало, что конструктивные и проектные решения являются важнейшими факторами, влияющими на предел огнестойкости несущих элементов в общественных зданиях. Интеграция огнезащитных мер в архитектурную и конструктивную концепцию позволяет добиться значительного повышения термической устойчивости без существенного увеличения стоимости строительства.

Внедрение современных методов расчета и моделирования, а также использование инновационных огнезащитных материалов способствует формированию более безопасной архитектурной среды. Практика проектирования должна опираться на междисциплинарный подход и соответствие актуальным требованиям нормативной документации в области пожарной безопасности.

### Список источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
2. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
3. СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения. Правила проектирования. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
4. ГОСТ 30247.0–94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
6. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Основные положения. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
7. СП 64.13330.2018. Деревянные конструкции. Основные положения. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
8. ГОСТ 30219–95. Древесина огнезащитная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
9. СП 468.1325800.2019. Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
10. ГОСТ Р 59637–2021 Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
11. СП 4. 13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. Доступ из информ.-правового портала «КонсультантПлюс».
12. Хоменко И.Н. Оценка и моделирование поведения зданий при пожаре. Новосибирск: СибАДИ, 2022.

**Информация о статье:** статья поступила в редакцию: 15.09.2025; принята к публикации: 18.09.2025

*Информация об авторах:*

**Гужва Александра Артуровна**, доцент кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, e-mail: mif-afto@mail.ru, SPIN: 6218-7076

**Сидорова Екатерина Николаевна**, магистрант Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), e-mail: eks\_9999@mail.ru