

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Аналитическая статья

УДК 614.841; DOI: 10.61260/2304-0130-2025-3-19-26

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Гужва Александра Артуровна;

✉ Сидорова Екатерина Николаевна.

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

✉ eks_9999@mail.ru

Аннотация. Теоретические и практические аспекты оценки предела огнестойкости несущих строительных конструкций занимают очень важное место в системе анализа пожарной безопасности зданий. Предел огнестойкости является ключевым параметром, определяющим способность конструкций сохранять прочность и устойчивость в условиях высокотемпературного воздействия при пожаре. Рассмотрены современные подходы, включая экспериментальные и расчетные методы, а также методы численного моделирования, применяемые в инженерной практике. Приведен сравнительный анализ российских и международных нормативных документов, регламентирующих методы оценки огнестойкости.

Рассматриваются факторы, влияющие на точность и надежность оценки: свойства материалов, особенности температурного воздействия, геометрические параметры конструкций, типы нагрузок. Отдельное внимание уделено применению программных комплексов для имитации термического и механического поведения конструкций в условиях пожара. Обоснована необходимость комплексного подхода к оценке огнестойкости, сочетающего расчетные и экспериментальные методы. Полученные выводы могут быть использованы при проектировании общественных зданий и разработке мероприятий по обеспечению их пожарной безопасности.

Ключевые слова: огнестойкость, несущие конструкции, пожар, моделирование, безопасность

Для цитирования: Гужва А.А., Сидорова Е.Н. Особенности оценки предела огнестойкости несущих конструкций // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2025. № 3. С. 19–26 DOI: 10.61260/2304-0130-2025-3-19-26.

Введение

Согласно Федеральному закону Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ФЗ № 123-ФЗ) огнестойкость строительных конструкций – способность конструкции сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара [1].

Потеря несущей способности конструкций может привести к частичному или полному обрушению здания, что значительно увеличивает риски для жизни людей и материальных ценностей. В связи с этим в строительной практике и нормативной базе закреплена необходимость оценки предела огнестойкости всех основных несущих элементов.

Исходя из ст. 35 ФЗ № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», классификацию строительных конструкций по пределу огнестойкости можно отобразить в виде табл. 1 [1].

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2025

Таблица 1

Классификация строительных конструкций по пределу огнестойкости

№	Тип конструкции	Огнестойкость (REI) не менее	Пример конструкций
1.	Несущие конструкции	$R \geq 60/90/120$ мин	Колонны, балки, стены
2.	Ограждающие конструкции	$EI \geq 30/60/90$ мин	Перегородки, фасады
3.	Перекрытия	$REI \geq 60/90$ мин	Межэтажные перекрытия
4.	Покрытия (кровля)	$RE \geq 30/60$ мин	Несущие элементы крыши
5.	Лестницы и лестничные клетки	$REI \geq 60/90$ мин	Железобетонные лестничные марши
6.	Облицовочные материалы	Не нормируется отдельно	Панели, обшивки
7.	Отделочные материалы	–	Краски, штукатурки
8.	Светопрозрачные конструкции	$EI \geq 30$ мин	Витражи, окна, фонари

ФЗ № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» устанавливает общие требования к оценке предела огнестойкости несущих конструкций объектов защиты. Ниже представлены ключевые положения закона, относящиеся к таким объектам (табл. 2) [1]:

Таблица 2

Основные требования, устанавливаемые к оценке предела огнестойкости

№ п/п	Требования	Положения	Документ/статья
1.	Обязательность обеспечения минимального предела огнестойкости	Несущие строительные конструкции зданий и сооружений должны сохранять несущую способность (критерий R) в течение времени, достаточного для безопасной эвакуации людей и предотвращения прогрессирующего обрушения Предел огнестойкости конструкции выражается в минутах и обозначается как R, либо RE, либо REI, в зависимости от типа конструкции и ее предельных состояний	ст. 87 ФЗ № 123-ФЗ
2.	Методы оценки предела огнестойкости	Испытания на огнестойкость по стандартным регламентированным методикам Расчетные методы, если они предусмотрены нормативными документами обязательно учитывают: – температурные поля в сечении конструкций; – физико-механические свойства материалов при высоких температурах; – конструктивные особенности и тип нагрузки	ГОСТ 30247.0–94 [2], ГОСТ 30247.1–94 [3] и др. ст. 87 ФЗ № 123-ФЗ
3.	Зависимость нормируемого предела огнестойкости от назначения зданий	Минимальный допустимый предел огнестойкости определяется: – классом функциональной пожарной опасности (Ф1–Ф5); – классом конструктивной пожарной опасности (К0–К3); – показателями пожарной опасности строительных материалов (НГ, Г1–Г4)	ст. 32; ст. 87; ст. 69–70 ФЗ № 123-ФЗ

		Для зданий классов Ф1.1, Ф4.1, Ф5.1 предел огнестойкости несущих конструкций может составлять от R 60 до R 150 мин, в зависимости от этажности и объема здания	
№ п/п	Требования	Положения	Документ/статья
4.	Классификация конструкций по огнестойкости и классу пожарной опасности	В соответствии с ФЗ № 123-ФЗ, строительные конструкции классифицируются по: – пределу огнестойкости (R, E, I, W, S); – классу пожарной опасности (К0-К3)	ст. 35, ст. 36 ФЗ № 123-ФЗ
5.	Учет огнезащитных покрытий	Для достижения требуемых значений предела огнестойкости допускается использование: – обмазочных и окрашивающих огнезащитных составов; – облицовки и оболочек; – объемной теплоизоляции Эффективность огнезащиты должна подтверждаться сертифицированными испытаниями	ст. 88 ч. 8 ФЗ № 123-ФЗ
6.	Комплексность подхода	При определении огнестойкости должны учитываться: – свойства всех материалов, входящих в состав конструкции; – способ соединения и опирания; – воздействие нагрева и нагрузок в условиях пожара (в том числе температурно-временные характеристики)	ст. 88 ФЗ № 123-ФЗ
7.	Оформление результатов оценки	Результаты испытаний или расчетов фиксируются в протоколах испытаний, технических отчетах или сертификатах соответствия, в том числе в рабочей документации в составе проекта объекта защиты; Эти документы могут использоваться при прохождении экспертизы проектной документации, приемке объекта и контроле МЧС России	ст. 90 ФЗ № 123-ФЗ

Несмотря на наличие регламентированных методик, на практике оценка предела огнестойкости сопряжена с рядом сложностей, включая сложность в подготовке образцов для огневых испытаний, сложность учета реальных условий пожара и конструктивных особенностей объектов. Стремительное развитие строительных технологий, широкое применение новых материалов и сложных архитектурных форм требуют постоянного совершенствования методов оценки огнестойкости.

Особенности оценки предела огнестойкости несущих конструкций

Предел огнестойкости конструкции определяется как временной интервал, в течение которого конструкция способна сохранять заданные функции: несущую способность (R), целостность (E) и теплоизоляцию (I) при воздействии стандартного теплового режима. Для большинства несущих конструкций критерием оценки служит именно показатель R.

Современные подходы к оценке предела огнестойкости несущих конструкций, применяемые в инженерной практике, можно условно разделить на три составляющие: огневые испытания, расчетные методы и численное моделирование. Рассмотрим более подробно каждый из данных подходов.

1. Огневые испытания.

Данные методы заключаются в проведении огневых испытаний строительных конструкций на специализированных стендах с имитацией стандартных условий пожара. Они применяются для подтверждения соответствия проектных решений требованиям пожарной безопасности.

Более подробная классификация данных методов представлена на рис. 1.

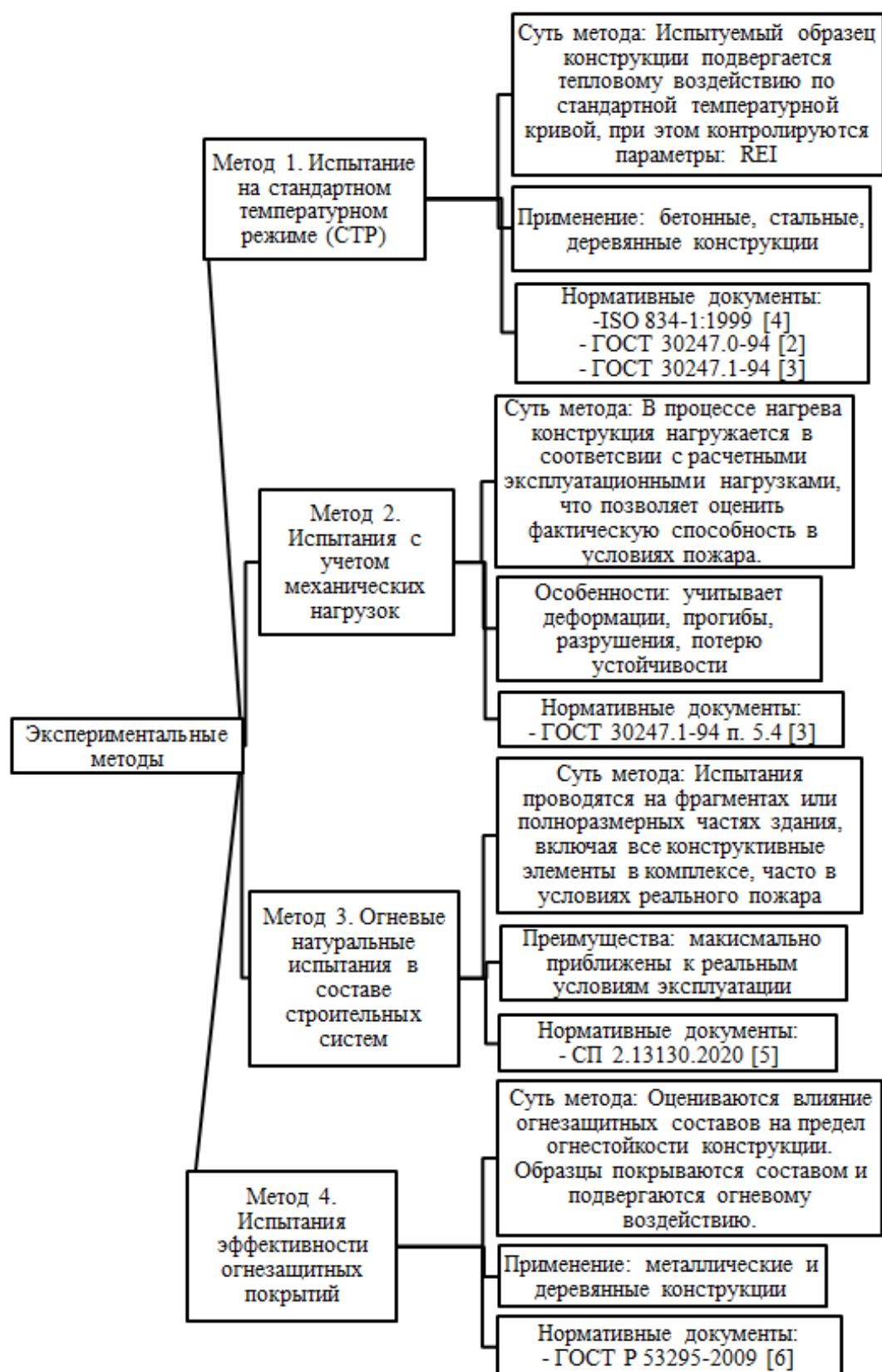


Рис. 1. Классификация экспериментальных методов

Несмотря на высокую достоверность результатов, данные методы имеют ряд ограничений: высокая стоимость, невозможность учета всех факторов реального объекта, ограничения по размеру конструкций и прочее.

2. Расчетные методы.

Современные нормативные документы допускают использование расчетных методов, основанных на анализе температурного состояния сечений и прочностного состояния материалов. Такие методы позволяют оценить огнестойкость конструкций аналогичных по форме, материалам, конструктивному исполнению строительным конструкциям, прошедшим огневые испытания, определять расчетно-аналитическими методами.

Более подробная классификация данных методов представлена на рис. 2.

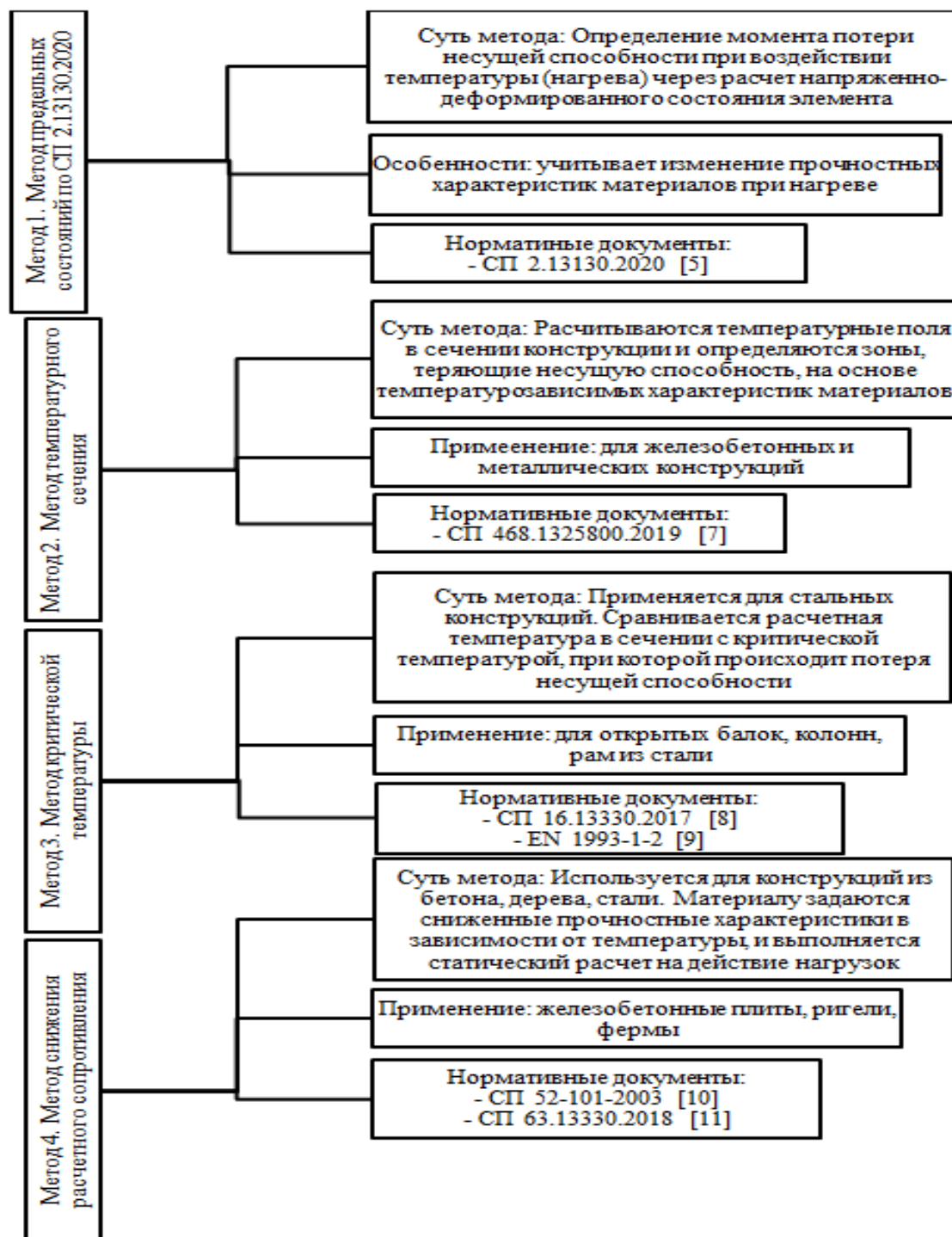


Рис. 2. Классификация расчетных методов

3. Численное моделирование.

Развитие программных технологий (ANSYS, ABAQUS, SAFIR, Fire Dynamics Simulator) дало возможность создания сложных трехмерных моделей, учитывающих физико-механические свойства материалов, реальные нагрузки и сценарии пожара. Применение таких инструментов особенно актуально для оценки сложных или уникальных конструктивных решений в общественных зданиях. Однако важным условием точности моделирования является наличие достоверных исходных данных, особенно по температурозависимым характеристикам материалов. Наиболее популярные программные комплексы приведены в табл. 3.

Таблица 3

Программные комплексы

Программа	Назначение	Поддержка нормативов
ANSYS	Теплофизическое и прочностное моделирование	Частично ГОСТ/EN/ASTM
ABAQUS	Нелинейное моделирование огнестойкости	EN 199х, ISO
SAFIR	Расчёт огнестойкости стальных и бетонных конструкций	EN 1991-1-2, EN 1992, EN 1993
FDS (Fire Dynamics Simulator)	Расчёт пожара и тепловых потоков	NFPA, NIST
SCAD Office + ThermoFire	Интеграция моделей SCAD и теплового расчета	СП 2.13130.2020, СП 468.1325800.2019

Для применения численного моделирования в практике проектирования необходимо:

- обоснование выбранной расчетной модели;
- подтверждение исходных данных;
- наличие квалифицированного специалиста и лицензированного программного обеспечения [12].

Факторы, влияющие на предел огнестойкости строительных конструкций, играют важную роль при оценке предела огнестойкости зданий.

На предел огнестойкости влияют следующие параметры:

- тип материала конструкции (Приложение А и Б СП 2.13130.2020 [5]);
- наличие защитного слоя (п. 6.2.1 СП 2.13130.2020 [5]);
- геометрическая форма и сечение элемента (п. 5.4 СП 468.1325800.2019 [7]);
- способ закрепления и взаимодействие с другими конструкциями (п. 5.3–5.5 СП 2.13130.2020 [5]);
- предварительное напряжение и фактическая эксплуатационная нагрузка (п. 6.3 СП 2.13130.2020 [5]).

В российской нормативной базе основной акцент сделан на испытательные методы. В европейских нормах широко применяются упрощенные расчетные подходы. Американские стандарты (NFPA, ASTM) предусматривают гибридные методы. Такая ситуация порождает необходимость гармонизации подходов и учета лучших международных практик. Она позволит:

- упростить международное сотрудничество в строительстве;
- повысить эффективность оценки безопасности;
- снизить затраты на сертификацию и дублирующие испытания.

Заключение

Оценка предела огнестойкости несущих конструкций является ключевым этапом в обеспечении пожарной безопасности зданий. Выбор метода оценки зависит от типа конструкции, наличия исходных данных, а также проектных и эксплуатационных условий. Современные тенденции указывают на необходимость интеграции традиционных (испытательных) методов с цифровыми инструментами анализа.

Для достижения наибольшей достоверности и экономичности оценки огнестойкости следует использовать комбинированный подход: расчетные методы, подтвержденные данными моделирования и, при необходимости, результатами огневых испытаний. Дальнейшее развитие нормативной базы и повышение квалификации специалистов в области моделирования пожара являются важными задачами в контексте обеспечения устойчивости общественных зданий в условиях пожара.

Список источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. ГОСТ 30247.0–94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
3. ГОСТ 30247.1–94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».
4. ISO 834-1:1999. Fire-resistance tests – Elements of building construction – Part 1: General requirements. URL: iso.org/standard/2576.html (дата обращения: 12.08.2025).
5. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. ГОСТ Р 53295–2009. Средства огнезащиты для строительных конструкций. Общие требования. Методы определения огнезащитной эффективности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. СП 468.1325800.2019. Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
8. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Основные положения. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
9. EN 1991-1-2:2002. Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-2: General actions – Actions on structures exposed to fire. URL: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/12/en.1991.1.2.2002.pdf> (дата обращения: 12.08.2025).
10. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
11. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
12. Карташов А.А. Моделирование огнестойкости строительных конструкций // Строительные материалы. 2021. № 6. С. 32–37.

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