

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы магистратуры  
по направлению подготовки  
08.04.01 Строительство,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теория огнестойкости строительных конструкций**

Направление подготовки: 08.04.01 Строительство

Направленность (профиль): Промышленное и гражданское строительство

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 2081  
Подписал: заведующий кафедрой Федоров Виктор Сергеевич  
Дата: 09.03.2023

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, необходимых для проектирования несущих систем зданий с обеспечением устойчивости в условиях пожара.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-1** - Способен выполнять и организовывать научные исследования объектов промышленного и гражданского строительства, в том числе на основе профессионального использования специализированных цифровых продуктов;

**ПК-2** - Способен выполнять и организовывать работы по проектированию промышленных и гражданских зданий (включая объекты транспортной инфраструктуры), строительных конструкций и оснований объектов промышленного и гражданского строительства с учетом требований обеспечения комфортности среды, конструктивной, пожарной и экологической безопасности, в том числе на основе интеграции современных высокотехнологичных интеллектуальных цифровых решений, эффективного использования проектно-вычислительных программных комплексов и систем компьютерного инжиниринга.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

основные закономерности возникновения и развития пожара в помещении; физические процессы сопротивления строительных конструкций воздействию пожара; основные положения нормативных документов в области пожарной безопасности зданий; пределы огнестойкости основных строительных конструкций; основные подходы к оценке огнестойкости строительных конструкций; особенности проведения обследований зданий после пожара; методы оценки физико-механических свойств материалов и остаточной несущей способности конструкций после пожара;

### **Уметь:**

выполнять расчёт строительных конструкций на огнестойкость; оценивать техническое состояние и остаточный ресурс здания, повреждённого пожаром;

**Владеть:**

навыками расчётного и экспериментального исследования поведения строительных материалов и конструкций при воздействии пожара; формулирования выводов и рекомендаций о соответствии принятых инженерных решений нормативным требованиям; анализа результатов натуральных и численных экспериментов; подготовки заключения о техническом состоянии и остаточном ресурсе здания, повреждённого пожаром.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	32	32
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 76 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован

полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p><b>Раздел 1. Общие сведения о пожаре и противопожарной защите зданий</b></p> <p>1.1. Пожар, опасные факторы пожара. Факторы, влияющие на развитие пожара. Пожар в помещении (стадии развития, локальный и объёмный пожар). Температурные режимы пожаров.</p> <p>1.2. Статистика пожаров. Пожарные риски. Пожарная опасность, пожарная безопасность. Структура системы обеспечения пожарной безопасности зданий. Мероприятия пассивной и активной противопожарной защиты.</p> <p>1.3. Проблемы противопожарного нормирования. Жёсткий и гибкий (объектно-ориентированный) подходы к противопожарному нормированию.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Нормативные характеристики и методы оценки огнестойкости конструкций</b></p> <p>2.1. Пожарно-техническая классификация строительных материалов, конструкций зданий и сооружений. Огнестойкость строительных конструкций. Предел огнестойкости. Предельные состояния конструкций по огнестойкости, критерии исчерпания огнестойкости. Обозначение пределов огнестойкости.</p> <p>2.2. Методы оценки огнестойкости. Основы экспериментальной оценки огнестойкости, испытательное оборудование и приборы. Факторы, влияющие на огнестойкость строительных конструкций.</p>
3	<p><b>Раздел 3. Изменение свойств бетона и строительной стали при нагреве</b></p> <p>3.1. Механизм термодеструкции бетона. Взрывообразное разрушение бетона при нагреве: причины и меры предотвращения. Влияние нагрева на свойства строительной стали. «Безопасные» температуры нагрева для бетона и арматуры.</p> <p>3.2. Методы определения теплофизических и механических характеристик бетона и арматуры при нагреве. Влияние вида бетона и арматуры на огнестойкость.</p>
4	<p><b>Раздел 4. Огнестойкость железобетонных и каменных конструкций</b></p> <p>4.1. Огнестойкость изгибаемых железобетонных элементов: механизм исчерпания несущей способности, фактические пределы огнестойкости, способы повышения огнестойкости. Огнестойкость балочных сплошных плит, рёбристых и многопустотных панелей, балок и ригелей. Огнестойкость плит, опёртых по контуру, неразрезных балок и плит. Огнестойкость предварительно напряжённых конструкций.</p> <p>4.2. Огнестойкость сжатых железобетонных элементов: механизм исчерпания несущей способности, фактические пределы огнестойкости, способы повышения огнестойкости. Огнестойкость железобетонных колонн при больших и малых эксцентриситетах сжимающего усилия. Огнестойкость трубобетонных колонн. Огнестойкость несущих стен.</p> <p>4.3. Поведение железобетонных конструкций при пожаре в здании. Совместная работа конструкций в составе каркаса при пожаре. Последствия воздействия пожара на железобетонные конструкции. Понятие об огнестойкости железобетонных конструкций. Особенности обследования технического состояния железобетонных конструкций, повреждённых пожаром. Оценка степени</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	повреждения конструкций после пожара. 4.4. Огнестойкость каменных конструкций. Влияние температуры на структуру и свойства различных видов кирпича. Фактические пределы огнестойкости стен из красного и силикатного кирпича, керамических камней, облегченных кладок.
5	<p><b>Раздел 5. Теплотехническая и статическая задачи расчёта огнестойкости железобетонных конструкций</b></p> <p>5.1. Влияние температуры на теплофизические характеристики бетона и арматуры. Аналитические и численные методы расчёта температурных полей: исходные предпосылки, разрешающие уравнения, результаты расчёта, преимущества и недостатки.</p> <p>5.2. Коэффициенты, характеризующие снижение прочностных и деформативных свойств, развитие температурных деформаций при нагреве бетона и арматуры.</p> <p>5.3. Расчётная оценка огнестойкости по предельным усилиям (методом критических температур) и на основе деформационной модели нормальных сечений (диаграммный метод): исходные предпосылки, разрешающие уравнения, результаты расчёта, преимущества и недостатки.</p> <p>5.4. Проектирование железобетонных конструкций с требуемой огнестойкостью. Особенности выполнения поверочных расчётов железобетонных конструкций, подвергнутых воздействию пожара.</p>
6	<p><b>Раздел 6. Огнестойкость и пожарная опасность металлических конструкций</b></p> <p>6.1. Общая характеристика. Последствия воздействия пожара на металлические конструкции. Причины низкой огнестойкости незащищённых стальных и алюминиевых конструкций. Огнестойкость и пожарная опасность лёгких металлических конструкций с применением горючих утеплителей. Пожарная опасность фасадных систем.</p> <p>6.2. Огнезащита металлических конструкций. Конструктивная огнезащита и огнезащитная обработка: область применения, преимущества и недостатки. Огнестойкость стальных конструкций с огнезащитной облицовкой кирпичом, бетоном, цементно-песчаной штукатуркой, облегчённой штукатуркой, листовыми материалами (минераловатные плиты, гипсокартон); с огнезащитной обработкой вспучивающимися и невспучивающимися составами. Группы огнезащитной эффективности составов для стальных конструкций. Огнезащитные свойства подвесных потолков. Водонаполненные конструкции.</p> <p>6.3. Основные положения расчёта огнестойкости металлических конструкций с огнезащитой. Определение критической температуры нагрева. Приведённая толщина металла. Проектирование металлических конструкций с требуемой огнестойкостью.</p>
7	<p><b>Раздел 7. Огнестойкость и пожарная опасность деревянных конструкций</b></p> <p>7.1. Общая характеристика. Последствия воздействия пожара на деревянные конструкции. Причины относительно высокой огнестойкости незащищённых деревянных конструкций. Механизм термодеструкции древесины. Карбонизация, пиролиз, самовоспламенение древесины. Скорость обугливания древесины. Время до начала обугливания. Характеристики пожарной опасности древесины.</p> <p>7.2. Основные положения расчёта огнестойкости деревянных конструкций. Проектирование деревянных конструкций с требуемой огнестойкостью.</p>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Раздел 1. Пожарно-технические характеристики строительных материалов, конструкций, зданий и методы их оценки</b></p> <p>1.1. Определение пожарно-технических характеристик конструкций и зданий по справочным</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>данным. Определение пределов огнестойкости и классов пожарной опасности конструкций; степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания.</p> <p>1.2. Оценка соответствия конструктивно-планировочных решений здания нормативным требованиям (на примере конкретного объекта) по критериям требуемых классов пожарной опасности конструкций; требуемых показателей пожарной опасности материалов внутренней отделки.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Огнестойкость строительных конструкций</b></p> <p>2.1. Изменение физико-механических свойств бетона и арматуры при нагреве. Оценка прочности, деформаций, теплотехнических характеристик.</p> <p>2.2. Теплотехническая задача расчёта огнестойкости железобетонных конструкций. Аналитические и численные методы решения.</p> <p>2.3. Оценка огнестойкости плоских железобетонных плит: балочных свободно опёртых, безбалочного перекрытия, опёртых по контуру, работающих в двух направлениях.</p> <p>2.4 Оценка огнестойкости железобетонных балок и рёбристых плит: по прочности нормального сечения, по прочности наклонного сечения.</p> <p>2.5. Оценка огнестойкости железобетонных колонн: нагруженных со случайным эксцентриситетом; нагруженных с расчётным эксцентриситетом.</p> <p>2.6. Оценка огнестойкости стальных конструкций с огнезащитой.</p> <p>2.7. Оценка огнестойкости деревянных конструкций.</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к защите курсовой работы. Подготовка к практическим занятиям. Работа с лекционным материалом. Работа с нормативной, справочной и учебной литературой.
2	Выполнение курсовой работы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

В течение семестра студент выполняет курсовую работу по теме «Расчёт огнестойкости железобетонной колонны в условиях реального пожара».

Курсовая работа состоит из кейс-заданий, исходные данные для которых каждому студенту выдаются в соответствии с индивидуальным вариантом.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
-------	----------------------------	---------------

1	Противопожарная защита зданий. Конструктивные и планировочные решения / Федоров В.С., Колчунов В.И., Левитский В.Е. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 176 с.	.НТБ РУТ (МИИТ)
2	Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций / Федоров В.С., Левитский В.Е., Молчадский И.С., Александров А.В. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 408 с.	НТБ РУТ (МИИТ)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

<http://library.miiit.ru> – научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ)

<https://ibooks.ru> – электронно-библиотечная система

<https://e.lanbook.com/> – электронно-библиотечная система

<https://elibrary.ru> – электронная научная библиотека

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Для проведения занятий необходим стандартный программный комплекс Microsoft Office

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Аудитория с мультимедиа аппаратурой для проведения лекционных занятий. Учебная аудитория для практических занятий и самостоятельной работы студентов. ПК с необходимым программным обеспечением для курсового проектирования

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 3 семестре.

Экзамен в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

заведующий кафедрой, профессор,  
д.н. кафедры «Строительные  
конструкции, здания и сооружения»

В.С. Федоров

Согласовано:

Заведующий кафедрой СКЗиС

В.С. Федоров

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова