

**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)**

**Расчетные модели механики железобетона**

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: 29.05.2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, необходимых для углублённого понимания физической сути и основных расчётных предпосылок нормативных и исследовательских моделей сопротивления железобетона, применяемых в отечественной и международной практике.

Задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с современным состоянием развития, основоположниками и научными школами теории железобетона;
- развитие навыков формулирования физических основ и базовых предпосылок для построения расчетных моделей сопротивления, применяемых для оценки прочности, жесткости и трещиностойкости железобетонных элементов;
- проведение классификации и сравнительного анализа нормативных и исследовательских подходов, применяемых при расчёте элементов железобетонных конструкций в России и в международной практике;
- формирование представлений о существующих несовершенствах расчетных моделей и их влияния на результаты расчета.

## 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.

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

### **Знать:**

базовые предпосылки основных расчетных моделей сопротивления, применяемых для оценки прочности, жесткости и трещиностойкости железобетонных элементов; основоположников и современные научные школы теории железобетона; физические основы построения расчетных моделей сопротивления железобетона;

### **Уметь:**

классифицировать расчетные модели сопротивления железобетона по характерным признакам; выявлять несовершенства расчетных моделей и их влияние на результаты расчета; предлагать варианты совершенствования существующих расчетных моделей;

**Владеть:**

практического расчета прочности, жесткости и трещиностойкости железобетонных элементов по различным моделям; анализа и оценки получаемых результатов; обоснования достоверности расчетных моделей.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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	Семестр №1
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 148 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>Раздел 1. Основы силового сопротивления железобетона</p> <p>1.1. Основные научные школы теории железобетона. Развитие методов расчёта сечений. Нелинейность, неравновесность и режимная наследственность силового сопротивления железобетона. Повреждения железобетона.</p> <p>1.2. Диссипация силового сопротивления железобетона. Физические, расчетные и математические модели в теории железобетона. Идеализация железобетонных конструкций. Несовершенства в теории железобетона. Общие и частные модели механики железобетона по Н.И. Карпенко.</p>
2	<p>Раздел 2. Современные модели физико-механических свойств бетона и арматурной стали</p> <p>2.1. Диаграмма деформирования бетона как обобщенная характеристика его механических свойств. Параметрические точки диаграммы деформирования. Объемные деформации бетона. Силовые деформации бетона. Деформации бетона при разгрузке. Расчетные диаграммы деформирования бетона.</p> <p>Коэффициент упругости бетона. Секущий и касательный модули деформаций. Уравнения механического состояния бетона.</p> <p>2.2. Длительное сопротивление бетона. Ползучесть.</p> <p>Связь прочности и деформаций бетона с режимом нагружения. Теории ползучести бетона. Факторы режимного нагружения и повреждений.</p> <p>Трансформированные диаграммы деформирования бетона по Н.И. Карпенко. Расчетные диаграммы деформирования арматурной стали.</p>
3	<p>Раздел 3. Модели сопротивления нормальных сечений железобетонных элементов</p> <p>3.1. Классификация методов расчета железобетонных элементов при действии изгибающих моментов и нормальных сил. Общий метод расчета. Деформационная модель сечения. Основные предпосылки и разрешающие уравнения. Инкрементальный вариант деформационной модели – расчёт в касательных модулях по С.Н. Карпенко.</p> <p>3.2. Метод расчета по предельным усилиям. Влияние формы эпюры напряжений в бетоне. Метод интегрального модуля деформаций В.М. Бондаренко.</p>
4	<p>Раздел 4. Модели сопротивления наклонных сечений железобетонных элементов</p> <p>4.1. Сопротивление железобетонного элемента срезу и формы разрушения наклонного сечения. Классификация наклонных трещин по А.Б. Гольшеву. Разделение трещин на характерные веера. Напряженно-деформированное состояние железобетонного элемента с диагональными трещинами.</p> <p>4.2. Расчетная модель наклонных сечений (нормативный метод). Определение положения опасной наклонной трещины.</p> <p>4.3. Каркасно-стержневая модель (метод ферменной аналогии). Расчёт короткой консоли. Расчёт балок-стенок. Блочная модель.</p>
5	<p>Раздел 5. Модели сопротивления сжатых железобетонных элементов</p> <p>5.1. Модели упругих стержней, заложенные в основу нормативных методов. Различия между внецентренно-сжатым и сжато-изогнутым стержнем. Предпосылка об «устойчивой прочности» по Н.В. Корноухову. Противоречия нормативного метода расчета сжатых элементов.</p> <p>5.2. Геометрическая нелинейность первого и второго рода. Практический расчет гибких железобетонных стержней.</p>
6	<p>Раздел 6. Модели сопротивления железобетона при срезе и продавливании</p> <p>6.1. Нормативные модели сопротивления срезу. Сопротивление срезу как упрощенный вариант теории полей сжатия. Сопротивление продавливанию как функция угла поворота плиты.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	6.2. Нормативные модели сопротивления продавливанию. Сопротивление продавливанию как функция угла поворота плиты. Контрольный периметр.
7	<p><b>Раздел 7. Модели жесткости и трещиностойкости железобетона</b></p> <p>7.1. Классификация подходов к построению расчетных моделей трещиностойкости железобетона. Эмпирический подход. Применение методов механики разрушения. Теория жесткости и трещиностойкости железобетона В.И. Мурашёва. Эффекты несовместности деформаций бетона и арматуры и нарушения сплошности бетона в окрестности трещины. Гипотеза Томаса-Голышева о накоплении относительных взаимных смещений арматуры и бетона.</p> <p>7.2. Зарубежные расчетные модели в современной теории трещиностойкости железобетона: модель «активного сцепления» (debonded length), модель «ужесточения при растяжении» (tension stiffening), модель «сцепление-проскальзывание» (bond-slip).</p>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>Раздел 1. Основы силового сопротивления железобетона</b></p> <p>1.1. Основные научные школы теории железобетона. Развитие методов расчета сечений. Силовое сопротивление железобетона. Нелинейность, неравновесность и режимная наследственность силового сопротивления железобетона.</p> <p>1.2. Диаграмма деформирования бетона как обобщенная характеристика его механических свойств. Параметрические точки диаграммы деформирования.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Модели сопротивления железобетонных элементов разрушению и деформированию</b></p> <p>2.1. Классификация методов расчета железобетонных элементов при действии изгибающих моментов и нормальных сил. Общий метод расчета. Деформационная модель сечения.</p> <p>2.2. Классификация подходов к построению расчетных моделей трещиностойкости железобетона.</p> <p>2.3. Сопротивление железобетонного элемента срезу и формы разрушения наклонного сечения.</p> <p>2.4. Сопротивление срезу как упрощенный вариант теории полей сжатия.</p> <p>2.5. Модели упругих стержней, заложенные в основу нормативных методов расчета сжатых железобетонных элементов.</p> <p>2.6. Классификация подходов к построению расчетных моделей жесткости железобетонных элементов.</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

В течение семестра студент выполняет курсовой проект, состоящий из кейс-заданий, исходные данные для которых каждому студенту выдаются в соответствии с индивидуальным вариантом.

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Модели деформирования бетона и арматуры.
2. Модели сцепления арматуры с бетоном.
3. Модели сопротивления нормальных сечений железобетонных элементов при действии изгибающих моментов и продольных сил.
4. Модели сопротивления наклонных сечений железобетонных элементов
5. Модели сопротивления сжатых железобетонных элементов.
6. Каркасно-стержневые модели железобетонных элементов.
7. Модели сопротивления железобетонных элементов при продавливании.
8. Метод предельного равновесия в механике железобетона.
9. Модели трещиностойкости железобетонных элементов.
10. Модели железобетонных элементов для расчёта прогибов

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Тамразян, А. Г. Железобетонные и каменные конструкции. Специальный курс : учебное пособие / А. Г. Тамразян. — 2-е изд., с изм. и доп. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2018. — 732 с. — ISBN 978-5-7264-1812-4.	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/108518">https://e.lanbook.com/book/108518</a>
2	Бондаренко В. М.; Колчунов В. И. Расчетные модели силового сопротивления железобетона. — М.: Изд-во АСВ, 2004. — 182 с.	НТБ РУТ (МИИТ) УДК 624 Б81 ISBN 5-93093-279-4

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

<http://library.miit.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 и подключением к сети Интернет для курсового проектирования

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 1 семестре.

Курсовой проект в 1 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