

**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: 09.03.2023

## 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	Сем. №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><b>Раздел 1. Основы силового сопротивления железобетона</b></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.</p> <p>Несовершенства в теории железобетона. Общие и частные модели механики железобетона по Н.И. Карпенко.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Современные модели физико-механических свойств бетона и арматурной стали</b></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><b>Раздел 3. Модели сопротивления нормальных сечений железобетонных элементов</b></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><b>Раздел 4. Модели сопротивления наклонных сечений железобетонных элементов</b></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><b>Раздел 5. Модели сопротивления сжатых железобетонных элементов</b></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>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	5.2. Геометрическая нелинейность первого и второго рода. Практический расчет гибких железобетонных стержней.
6	Раздел 6. Модели сопротивления железобетона при срезе и продавливании 6.1. Нормативные модели сопротивления срезу. Сопротивление срезу как упрощенный вариант теории полей сжатия. Сопротивление продавливанию как функция угла поворота плиты. 6.2. Нормативные модели сопротивления продавливанию. Сопротивление продавливанию как функция угла поворота плиты. Контрольный периметр.
7	Раздел 7. Модели жесткости и трещиностойкости железобетона 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-Гольшева о накоплении относительных взаимных смещений арматуры и бетона. 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).

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

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

#### 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