

**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)**

**Цифровые технологии в проектировании зданий и сооружений**

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: 20.03.2023

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

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, необходимых для применения современных цифровых технологий при решении профессиональных задач проектирования строительных конструкций и несущих систем зданий и сооружений.

Задачи освоения дисциплины:

- получение представлений об основных направлениях цифровизации в строительной отрасли;

- ознакомление с перспективами и примерами использования цифровых технологий, способствующих повышению эффективности и качества строительного проектирования;

- углублённое освоение действующих строительных норм и стандартов в области BIM-технологий, автоматизации строительного проектирования;

- формирование компетенций профессионального использования специализированных цифровых продуктов и широкого их применения в строительной отрасли;

- получение представлений о компьютерном инжиниринге в строительном проектировании, основанном на глубоких математических и физических знаниях;

- получение знаний и умений в области генерации и использования высокотехнологичных цифровых решений, навыков эффективной работы в цифровой среде с использованием сквозных технологий информационного моделирования.

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

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

**ОПК-2** - Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий;

**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:**

основные направления цифровизации в строительной отрасли; историю развития цифровых технологий в строительстве; основные принципы государственной политики в сфере цифровых технологий; строительные нормы и стандарты цифровых технологий; перспективы применения цифровых технологий в строительстве; конструктивные особенности конструкций промышленных и гражданских зданий и сооружений и способы отражения их в процессе компьютерного моделирования, основные принципы группирования нагрузок и логических связей между этими группами; основные принципы работы с изучаемым программным комплексом (комплексами);

**Уметь:**

создавать расчетные модели железобетонных зданий различной конструктивной схемы, выполнять общие и конструктивные расчеты элементов на основе нормативных и справочных документов по расчету и проектированию железобетонных конструкций зданий и сооружений, анализировать результаты компьютерного расчета и корректировать расчетную схему в соответствии с этими результатами, систематизировать полученную информацию и использовать ее в дальнейшем проектировании; применять эффективные вычислительные методы и расчетные методики на основе компьютерных технологий с целью создания глобально конкурентноспособной строительной продукции нового поколения;

**Владеть:**

навыками корректного применения комплексных систем компьютерного проектирования строительных объектов; навыками анализа, интерпретации, представления и применения результатов решения задач расчета и проектирования строительных конструкций; навыками применения освоенных методов, способов и средств расчета зданий и сооружений и отдельных строительных конструкций в выбранном для освоения программном комплексе; навыками эффективной работы в цифровой среде с использованием сквозных технологий информационного моделирования.

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>Раздел 1. Объективность цифровых технологий в строительстве</p> <p>1.1. Основные направления цифровизации в строительной отрасли. Вытеснение человека из технических систем. Цифровые технологии как резервы повышения уровня производительности труда. Цифровой двойник объекта. Концепции Интернета вещей (Internet of Things, IoT). Технологии Больших данных (Big Data). Цифровые, умные и виртуальные «Фабрики будущего» (Digital/ Smart/ Virtual Factories of the Future).</p> <p>1.2. История развития цифровых технологий в строительстве. Автоматизация систем управления в строительной отрасли. Логика перехода от АСУ к АРМ, КИС и ГИС. Различие САД-, САМ- и САЕ-систем. Особенности технологии информационного моделирования BIM.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>1.3. Государственная политика в сфере цифровых технологий. Основные направления Национальной технологической инициативы. Направления стратегии научно-технологического развития России. Основные цели федеральной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования в строительстве. Ресурсы интегрированной цифровой платформы Минстроя России, единой информационной платформы Национального объединения СРО строителей.</p> <p>1.4. Строительные нормы и стандарты цифровых технологий. Система нормативных документов в области информационного моделирования в строительстве. Основные тенденции изменений, связанные с необходимостью внедрения информационных технологий.</p> <p>1.5. Перспективы применения цифровых технологий в строительстве. Задачи, которые можно решать в строительной отрасли с использованием цифровых технологий. Использование технологий дополненной и виртуальной реальности. Перспективы применения аддитивных технологий в строительстве. Автоматизация функций «умного» города, функций «умного» дома.</p>
2	<p><b>Раздел 2. BIM-технологии проектирования в строительстве</b></p> <p>2.1. Программы автоматизированного проектирования. Модификации программ САПР. Основные тенденции развития САПР. Назначение CAD-программ и CAE-систем. Развитие 4D, 5D и 6D-моделирования технологии BIM. Программы для BIM-моделирования, получившие наибольшее развитие. Программы BIM для 4D-моделирования.</p> <p>2.2. Информационная модель объекта капитального строительства. Проблемы, решаемые BIM-технологиями на стадии организационно-технологического проектирования. Преимущества цифровых технологии в процедурах жизненного цикла жилого дома. Перспективы применения цифрового ППР как части BIM-модели. Преимущества цифрового проекта производства работ в области безопасности строительных работ.</p> <p>2.3. Основные программы, создающие информационную модель здания. Комплекс программ Revit как современная основа технологии BIM. Взаимосвязь программ Revit.</p> <p>2.4. Основные сведения о Revit Structure. Инструменты проектирования конструкций здания. Семейства и библиотеки конструкций. Основные рекомендации по проектированию конструкций. Геометрическая и аналитическая модели здания. Задание нагрузок на конструкции. Подготовка модели к расчету. Основные конструкторские расчетные программы. Связь расчетных программ с Revit Structure.</p> <p>2.5. Особенности работы с Robot Structural Analysis. Основные сведения о Revit MEP. Инструменты проектирования инженерного оборудования здания. Подбор параметров и проверка проектируемых систем. Взаимосвязь систем здания, проверка коллизий. Семейства и библиотеки элементов оборудования. Основные рекомендации по проектированию систем здания. Задание характеристик и подготовка модели к расчетам. Выполнение технологических расчетов проектируемых систем.</p>
3	<p><b>Раздел 3. Компьютерный инжиниринг в строительном проектировании</b></p> <p>3.1. Цифровое проектирование и моделирование на основе методов и средств CAE-систем (Computer-aided Engineering). Современные унифицированные программные комплексы для расчёта строительных конструкций.</p> <p>3.2. Программный комплекс SCAD. Принципы работы с ПК SCAD. Примеры решения задач расчёта строительных конструкций.</p> <p>3.3. Программный комплекс SIMULIA Abaqus. Принципы работы с ПК SIMULIA Abaqus. Примеры решения задач расчёта строительных конструкций.</p> <p>3.4. Особенности работы с программным комплексом SIMULIA Abaqus. Задание геометрических параметров. Задание физико-механических свойств материала и поперечного сечения. Сборка расчётной модели. Задание шагов расчёта и списка выходных данных. Задание нагрузки и граничных условий. Создание конечно-элементной сетки. Создание задания на расчёт и выполнение расчёта. Работа с результатами расчёта, визуализация и формирование отчёта.</p>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p><b>Раздел 1. Основы работы с универсальным конечно-элементным программным комплексом для расчётов динамики и прочности SIMULIA Abaqus</b></p> <p>1.1. Начало работы с Abaqus. Графический интерфейс пользователя. Дерево модели. Основы работы с документацией Abaqus. Импорт модели.</p> <p>1.2. Статический расчёт стальной двутавровой консольной балки.</p> <p>1.3. Анализ напряжённо-деформированного состояния прямоугольной железобетонной плиты при действии равномерно распределённой нагрузки.</p> <p>1.4. Моделирование контактного взаимодействия. Задание поверхностей для использования в контактных взаимодействиях.</p> <p>1.5. Расчёт узлового соединения металлических конструкций.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Типы анализа и инструменты моделирования в универсальном конечно-элементном программном комплексе SIMULIA Abaqus</b></p> <p>2.1. Моделирование динамической задачи на примере свободных колебаний консольно закреплённой балки.</p> <p>2.2. Моделирование различных типов материалов (изотропные, ортотропные, слоистые, гиперэластичные), задание пределов пропорциональности и прочности. Переход к нелинейной статической задаче.</p> <p>2.3. Анализ частотных характеристик. Нахождения форм и частот собственных колебаний плитной конструкции.</p> <p>2.4. Моделирование поведения пластины с начальной трещиной. Геометрические модели пластины и трещины. Задание шага анализа. Задание трещин и контактных взаимодействий.</p> <p>2.5. Моделирование потери устойчивости. Расчёт в линейной постановке.</p> <p>2.6. Моделирование потери устойчивости. Расчёт в нелинейной постановке. Получение перемещений узлов из линейного расчёта. Определение нелинейной процедуры расчёта. Задание геометрических отклонений.</p> <p>2.7. Моделирование стационарного и нестационарного поля температур. Стационарный режим теплопроводности. Нестационарный режим теплопроводности.</p>
3	<p><b>Раздел 3. Объективность цифровых технологий в строительстве</b></p> <p>3.1. Основные направления цифровизации в строительной отрасли. Вытеснение человека из технических систем. Цифровые технологии как резервы повышения уровня производительности труда. Цифровой двойник объекта. Концепции Интернета вещей (Internet of Things, IoT). Технологии Больших данных (Big Data). Цифровые, умные и виртуальные «Фабрики будущего» (Digital/ Smart/ Virtual Factories of the Future).</p> <p>3.2. История развития цифровых технологий в строительстве. Автоматизация систем управления в строительной отрасли. Логика перехода от АСУ к АРМ, КИС и ГИС. Различия САД-, САМ- и САЕ-систем. Особенности технологии информационного моделирования BIM.</p> <p>3.3. Государственная политика в сфере цифровых технологий. Основные направления Национальной технологической инициативы. Направления стратегии научно-технологического развития России. Основные цели федеральной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования в строительстве. Ресурсы интегрированной цифровой платформы Минстроя России, единой информационной платформы Национального объединения СРО строителей.</p> <p>3.4. Строительные нормы и стандарты цифровых технологий. Система нормативных документов в области информационного моделирования в строительстве. Основные тенденции изменений, связанные с необходимостью внедрения информационных технологий.</p> <p>3.5. Перспективы применения цифровых технологий в строительстве. Задачи, которые можно решать в строительной отрасли с использованием цифровых технологий. Использование технологий дополненной и виртуальной реальности. Перспективы применения аддитивных технологий в строительстве. Автоматизация функций «умного» города, функций «умного» дома.</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
4	<p><b>Раздел 4. BIM-технологии проектирования в строительстве</b></p> <p>4.1. Программы автоматизированного проектирования. Модификации программ САПР. Основные тенденции развития САПР. Назначение CAD-программ и CAE-систем. Развитие 4D, 5D и 6D-моделирования технологии BIM. Программы для BIM-моделирования, получившие наибольшее развитие. Программы BIM для 4D-моделирования.</p> <p>4.2. Информационная модель объекта капитального строительства. Проблемы, решаемые BIM-технологиями на стадии организационно-технологического проектирования. Преимущества цифровых технологии в процедурах жизненного цикла жилого дома. Перспективы применения цифрового ППР как части BIM-модели. Преимущества цифрового проекта производства работ в области безопасности строительных работ.</p> <p>4.3. Основные программы, создающие информационную модель здания. Комплекс программ Revit как современная основа технологии BIM. Взаимосвязь программ Revit.</p> <p>4.4. Основные сведения о Revit Structure. Инструменты проектирования конструкций здания. Семейства и библиотеки конструкций. Основные рекомендации по проектированию конструкций. Геометрическая и аналитическая модели здания. Задание нагрузок на конструкции. Подготовка модели к расчету. Основные конструкторские расчетные программы. Связь расчетных программ с Revit Structure.</p> <p>4.5. Особенности работы с Robot Structural Analysis. Основные сведения о Revit MEP. Инструменты проектирования инженерного оборудования здания. Подбор параметров и проверка проектируемых систем. Взаимосвязь систем здания, проверка коллизий. Семейства и библиотеки элементов оборудования. Основные рекомендации по проектированию систем здания. Задание характеристик и подготовка модели к расчетам. Выполнение технологических расчетов проектируемых систем.</p>
5	<p><b>Раздел 5. Компьютерный инжиниринг в строительном проектировании</b></p> <p>5.1. Цифровое проектирование и моделирование на основе методов и средств CAE-систем (Computer-aided Engineering). Современные унифицированные программные комплексы для расчёта строительных конструкций.</p> <p>5.2. Программный комплекс SCAD. Принципы работы с ПК SCAD. Примеры решения задач расчёта строительных конструкций.</p> <p>5.3. Программный комплекс SIMULIA Abaqus. Принципы работы с ПК SIMULIA Abaqus. Примеры решения задач расчёта строительных конструкций.</p> <p>5.4. Особенности работы с программным комплексом SIMULIA Abaqus. Задание геометрических параметров. Задание физико-механических свойств материала и поперечного сечения. Сборка расчётной модели. Задание шагов расчёта и списка выходных данных. Задание нагрузки и граничных условий. Создание конечно-элементной сетки. Создание задания на расчёт и выполнение расчёта. Работа с результатами расчёта, визуализация и формирование отчёта.</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к защите курсового проекта. Подготовка к лабораторным работам. Работа с нормативной, справочной и учебной 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 на тему «Расчёт прямолинейной стойки на устойчивость методом конечных элементов в программном комплексе SIMULIA Abaqus».

Курсовой проект 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	Мкртычев, О. В. Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг : учебное пособие / О. В. Мкртычев. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2021. — 66 с. — ISBN 978-5-7264-2873-4	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179197">https://e.lanbook.com/book/179197</a>
2	Курнавина, С.О. Расчеты железобетонных конструкций с применением программных комплексов: учебно-методическое пособие / С.О. Курнавина. — Москва: МИСИ – МГСУ, 2021. — 142 с. — ISBN 978-5-7264-2842-0	Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179193">https://e.lanbook.com/book/179193</a>
3	Малахова, А. Н. Проектирование железобетонных конструкций с использованием программного комплекса ЛИРА : учебное пособие / А. Н. Малахова, М. А. Мухин. — 2-е изд. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2016. — 120 с. — ISBN 978-5-7264-1378-5	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91925">https://e.lanbook.com/book/91925</a>

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

<https://www.book.ru/> – электронно-библиотечная система от правообладателя

<https://www.dwg.ru> – специализированный строительный портал

<https://scadsoft.com> – официальный сайт разработчика программного комплекса SCAD Office

<https://scadhelp.ru> – система дистанционной технической поддержки пользователей программного комплекса SCAD Office



<https://liraland.ru> – официальный сайт разработчика программного комплекса ЛИРА-САПР

<https://rflira.ru> – система дистанционной технической поддержки пользователей программных комплексов семейства ЛИРА-САПР

[https://tesis.com.ru/cae\\_brands/abaqus/](https://tesis.com.ru/cae_brands/abaqus/) – сайт официального дистрибьютора программного комплекса SIMULIA Abaqus

<https://www.autodesk.ru> – официальный сайт компании Autodesk (Revit)

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, продукты компании Autodesk (Revit), специализированные программные комплексы SCAD Office, ЛИРА-САПР, бесплатная учебная версия Abaqus Student Edition, распространяемая компанией ТЕСИС

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

Аудитория, оснащенная мультимедиа аппаратурой и ПК с необходимым программным обеспечением для выполнения лабораторных работ и курсового проектирования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 1 семестре.

Экзамен в 1 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

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

В.Н. Сидоров

Согласовано:

Заведующий кафедрой СКЗиС

В.С. Федоров

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова