**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 - программа бакалавриата
по направлению подготовки
08.03.01 Строительство,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## Современные вычислительные и проектные комплексы

Направление подготовки: 08.03.01 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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2081
Подписал: заведующий кафедрой Федоров Виктор Сергеевич
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций, необходимых для решения инженерных задач в процессе исследования, проектирования, строительства и эксплуатации строительных объектов с использованием возможностей современных компьютерных технологий.

Задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с программными комплексами для проектирования и расчётного обоснования строительных конструкций и несущих систем зданий и сооружений;
- овладение базовыми знаниями в области построения базовой информационной модели здания в ПК Revit;
- получение знаний основных принципов работы в программных комплексах конечно-элементного анализа;
- формирование умений создавать компьютерные модели железобетонных зданий с различной конструктивной схемой, выполнять общие и конструктивные расчеты, анализировать их результаты;
- развитие умений разрабатывать схему армирования железобетонных конструкций по результатам компьютерного расчета;
- получение навыков работы в современных вычислительных и проектных комплексах.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ПК-1** - Способен выполнять работы по архитектурно-строительному проектированию промышленных и гражданских зданий, включая объекты транспортной инфраструктуры, с учетом требований обеспечения комфортности среды, пожарной и экологической безопасности, в том числе на основе эффективного использования высокотехнологичных интеллектуальных цифровых решений и сквозных технологий информационного моделирования;

**ПК-2** - Способен выполнять работы по проектированию строительных конструкций и оснований промышленных и гражданских зданий, обеспечивать механическую безопасность проектируемых и реконструируемых зданий и сооружений, в том числе с использованием современных проектно-вычислительных программных комплексов и систем компьютерного инжиниринга.

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

**Знать:**

возможности современных программных комплексов для проектирования конструкций и несущих систем зданий и сооружений; методические основы работы в программных комплексах информационного моделирования и конечно-элементного анализа строительных конструкций, зданий и сооружений; теоретические основы методов расчета конструкций, реализованных в программных комплексах;

**Уметь:**

строить объемную модель строительного объекта для использования её в BIM; сформировать компьютерную модель конструкции или несущей системы здания с учетом требований и особенностей программных комплексов; задавать нагрузки и расчётные сочетания усилий, использовать модули-сателлиты для конструирования и расчёта элементов и узлов, модули документирования для оформления отчёта;

**Владеть:**

навыками разработки рабочей документации металлических конструкций стадии КМ, формирования чертежей опалубочных схем и схем расположения элементов железобетонных конструкций в ПК Revit; навыками применения освоенных методов, способов и средств расчета зданий и сооружений и отдельных строительных конструкций в выбранном для освоения программном комплексе; навыками анализа корректности, достоверности и точности получаемых расчётных и проектных решений.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 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 |

| | | №6 | №7 | №8 |
|---|---|---|---|---|
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 110 | 32 | 48 | 30 |
| В том числе: | | | | |
| Занятия лекционного типа | 26 | 0 | 16 | 10 |
| Занятия семинарского типа | 84 | 32 | 32 | 20 |

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 142 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 | Раздел 1. Основные принципы моделирования строительных конструкций<br>1.1. Конечно-элементное (КЭ) моделирование как основной метод решения задач прочностного анализа сложных конструктивных форм. Основные положения метода конечных элементов, варианты реализаций. Номенклатура типов конечных элементов, используемых при моделировании конструкций, их базисные функции и узловые неизвестные. Библиотеки конечных элементов.<br>1.2. Принципы компоновки КЭ-моделей. О решении нелинейных задач на КЭ моделях. Способы решения «больших» задач. Основы методов суперэлементов, подконструкций. Демонстрация прочностного анализа простейшей конструкции – железобетонной балки на КЭ-моделях: стержневой, пластинчатой, призматической, комбинированной. Анализ результатов, оценка различий.<br>1.3. Примеры моделирования несущих систем зданий и сооружений. КЭ-модели зданий распространенных систем: каркасных, бескаркасных. Средства фильтрации и визуализации данных. Степени идеализации расчетных схем, многовариантность возможных решений. Оценки адекватности модели решаемой задаче, критерии точности решений. Ошибки в моделировании, приведшие к отказам и обрушениям конструкций в реальной практике. |
| 2 | Раздел 2. Компьютерная реализация расчетных моделей плоских и пространственных рам<br>2.1. Типы конечных элементов, используемых при моделировании стержневых конструкций. Принципы постановки шарниров в расчетные модели стержневых конструкций и задания граничных условий. Понятие об РСУ и РСН.<br>2.2. Знакомство с интерфейсом изучаемого конечно-элементного программного комплекса (ПК |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|---|---|
| | ЛИРА-САПР, или ВК SCAD). Создание геометрии и корректировка плоских и пространственных рам и ферм средствами изучаемого программного комплекса (комплексов). Задание жесткостных характеристик элементов. Моделирование шарниров и опорных закреплений.<br>2.3. Создание и расчет модели одноэтажного промышленного здания. Задание постоянных, снеговых, ветровых и крановых нагрузок. Составление таблицы РСУ.<br>2.4. Расчет плоской рамы из железобетона. Составление статической схемы плоской рамы, задание нагрузок, составление РСУ, РСН. Расчет устойчивости рамы. Определение реакций в пятах рамы. Подбор армирования в элементах Анализ полученного армирования.<br>2.5. Расчет пространственного стального каркаса бескранового производственного здания с учетом пульсации ветра и сейсмической нагрузки. Расчет по подбору и проверке сечений балочной клетки и колонн стального бескранового производственного здания. |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|---|---|
| 1 | Раздел 1. Информационное моделирование зданий<br>1.1. Предпосылки информационного моделирования зданий. Предшествующие методики и подходы в проектировании. Исторические и технологические предпосылки и условия появления BIM. Новый подход к проектированию и новые требования к подготовке специалистов. Параметрическое моделирование объектов. Влияние BIM на современную организацию проектирования. Комплексный подход к проектированию зданий. Виртуальная симуляция проектируемого объекта.<br>1.2. Энергосберегающие и ресурсосберегающие технологии в проектировании. Параметры проектируемого объекта и их оптимизация. Связь проектирования со строительством и изготовлением конструкций. Информационное сопровождение жизненного цикла здания. BIM как новая технология эксплуатации объекта. Современное состояние использования и тенденции развития BIM в мировой практике.<br>1.3. Основные приложения, работающие с информационной моделью здания. Расчеты энергосбережения. Связь расчетов параметров проекта с технологиями Интернет. Программа ECOTECT и производимые ею комплексные расчеты проектируемого объекта. Особенности расчетов основных параметров зданий. Основные рекомендации по подготовке и выполнению расчетов.<br>1.4. Методические основы информационного моделирования. Основные методы многопользовательской работы с моделью на основе технологии связанных файлов. Методы одновременной многопользовательской работы с моделью на основе технологии ограниченного уровня доступа к модели. Методика осуществления многовариантного проектирования в рамках одной информационной модели здания. |
| 2 | Раздел 2. Практическое проектирование строительных конструкций в ПК Revit<br>2.1. Основные понятия Autodesk Revit. Создание нового проекта. Формирование плана этажа. Задание и изменение уровней. Создание сетки строительных осей. Создание и управление видами. Знакомство с библиотекой компонентов и семейств.<br>2.2. Основы моделирования зданий с использованием архитектурных элементов. Стены. Создание и редактирование. Свойства стен. Создание многослойных стен, свойства, инструменты редактирования. Двери, окна, проемы. Свойства объекта и свойства отображения, инструменты редактирования. Работа с крышами и перекрытиями. Способы создания, редактирование, свойства, сопряжение со стенами. Навесные стены. Формирование и заполнение ячеек, инструменты создания и редактирования. Лестницы и ограждения. Свойства и инструменты редактирования. Формирование групп. Работа с группами элементов. Импорт и экспорт в другой проект.<br>2.3. Размещение здания на площадке. Моделирование генплана площадки. Привязка здания к |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|---|---|
| | площадке.<br>2.4. Подготовка документации в Revit. Создание спецификаций и отчетов. Детализация и узлы. Сечения, разрезы. Создание и настройка шаблонов вида.<br>2.5. Основы визуализации проекта. 3D виды Установка камеры. Текстуры. Рендеринг.<br>2.6. Основы коллективной работы над проектом. Импорт и экспорт данных форматов DWG, DXF, DGN в проект Revit. Связь с другими файлами Revit.<br>2.7. Построение конструкций здания посредством базового функционала ПК Revit. Создание нового проекта. Формирование плана этажа. Задание уровней. Создание сетки строительных осей. Знакомство со спец. шаблоном и библиотекой семейств конструкций. Создание столбчатых монолитных и свайных фундаментов. Создание фундаментных балок и подпорных стенок. Создание перекрытия по грунту. Расстановка сборных ж/б колонн. Расстановка металлических колонн. Устройство связей колонн. Семейство фермы. Особенности использования на практике. Раскладка ферм. Раскладка несущих балок, связей ферм, прогонов.<br>2.8. Армирование железобетонных конструкций с оформлением конструкторской документации по ГОСТ 21.501-2018. Армирование и черчение закладных деталей 2D аннотациями (вручную). Практическое использование функций автоформирования арматуры (Extension). Армирование посредством стандартного функционала системной арматуры. Армирование сетками и каркасами с использованием IFS (нештатной) арматуры. Формирование спецификаций на арматуру конструкций. Особенности специфицирования сборных арматурных элементов. Формирование ведомости расхода стали. Устройство закладных деталей посредством специальных семейств.<br>2.9. Моделирование сборной железобетонной колонны с формированием чертежа индивидуального изделия (приложение С, ГОСТ 21.501-2018). Армирование колонны комбинированным способом (IFS + Системная арматура). Формирование закладных деталей и их раскладка. Формирование спецификаций. Групповые спецификации и спецификации для нескольких категорий.<br>2.10. Металлические конструкции. Прорисовка 2D (вручную) узла примыкания фермы к колонне.<br>2.11. Моделирование дополнительных деталей узлов фермы. Моделирование дополнительных деталей узлов фермы.<br>2.12. Формирование рабочих чертежей фермы в приближении к стадии КМ (по ГОСТ 21.502-2017). Формирование рабочих чертежей фермы в приближении к стадии КМ (по ГОСТ 21.502-2017).<br>2.13. Формирование рабочих чертежей отправочной марки фермы в приближении к стадии КМД (по ГОСТ 21.502-2017). Формирование рабочих чертежей отправочной марки фермы в приближении к стадии КМД (по ГОСТ 21.502-2017).<br>2.14. Подсчет объемов материалов. Определение объема бетона на нулевой цикл. Формирование ведомости расхода стали на армирование фундаментов. Формирование технической спецификации стали. |
| 3 | Раздел 3. Программные комплексы для проектирования зданий и сооружений<br>3.1. Требования, предъявляемые к программным комплексам для проектирования и расчета. Классификация программных комплексов. Взаимосвязь программных комплексов при проектировании. История развития программных комплексов (в частности, на примере ПК ЛИРА-САПР). |
| 4 | 3.1. Требования, предъявляемые к программным комплексам для проектирования и расчета. Классификация программных комплексов. Взаимосвязь программных комплексов при проектировании. История развития программных комплексов (в частности, на примере ПК ЛИРА-САПР).<br>4.1. Состав и структура SCAD Office. Назначения и возможности основного модуля и сателлитов. Виды расчетов на статические и динамические воздействия. Пользовательский интерфейс. Препроцессоры, постпроцессоры: текстовые, графические. Документы исходных данных, форматы данных. Структура, совместимость. Экспорт/импорт данных. Способы контроля и проверки входных/выходных данных.<br>4.2. Основы расчета стержневых систем. Стержневые элементы в библиотеке ВК SCAD. Типы стержней и их свойства. Способы построения стержневых систем. Группирование элементов по |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|---|---|
| | назначению, типам жесткостей и т.п.<br>4.3. Задание нагрузок и воздействий. Принципы формирования загружений. Заполнение таблиц сочетаний нагрузок (РСН) и расчетных сочетаний усилий (РСУ). Особенности компоновки загружений и их сочетаний при решении нелинейных задач. Результаты расчетов, их обработка и представление на экране и на бумаге (эпюры, изополя, таблицы).<br>4.4. Модули армирования стержневых элементов. Особенности реализации. Получение вариантов армирования стержней (на примере инд. задания). Группы унификации стержней. Графическое и текстовое (табличное) представление результатов армирования.<br>4.5. Использование сателлитов в подготовке данных и в обработке/проверке результатов. Генерация чертежей (эскизов) балок и колонн. Использование документатора для оформления результатов расчета, генерации пояснительной записки.<br>4.6. Основы моделирования плоских и объемных элементов и конструкций. Плоские (пластинчатые) элементы в библиотеке SCAD. Основные типы элементов: плиты, балки-стенки, оболочки. Способы генерации в процессорах. Жесткостные характеристики различных типов пластин и оболочек. Изотропия, анизотропия, ортотропия свойств. Задание нагрузок и воздействий на отдельные элементы и на группы элементов.<br>4.7. Особенности постпроцессинга, получение изолиний, изополей и эпюр компонентов напряженно-деформированного состояния пластинчатых элементов. Модули конструирования (армирования) плоских элементов. Изополя армирования. Унификация армирования пластин. Документирование данных.<br>4.8. Элементы для решения объемной задачи теории упругости. Типы объемных элементов. Способы (особенности) построения расчетных схем с использованием объемных элементов. Области их применения в моделировании конструкций. Особенности задания свойств, нагрузок и воздействий на объемные элементы и их группы.<br>4.9. Основы моделирования пространственных несущих систем зданий и сооружений. Принципы компоновки расчетных схем с использованием различных типов КЭ: рамные, связевые, рамно-связевые системы. Моделирование ребристых перекрытий. Методы решения больших задач: фрагментация, подконструкций, суперэлементов. Использование препроцессора ФОРУМ для сборки пространственных расчетных схем. Экспорт/импорт данных.<br>4.10. Основы совместного расчета конструкций с основаниями. Моделирование упругого основания для стержней и пластин. Использование коэффициентов постели (Винклера, Пастернака и др.). Программа CROSS для определения параметров упругого основания для КЭ-моделей в среде ВК SCAD. |
| 5 | Раздел 5. Компьютерная реализация моделей в программном комплексе «ЛИРА-САПР»<br>5.1. Общая последовательность решения задач при компьютерном методе проектирования зданий и их конструктивных элементов. Принципы построения конечно-элементных моделей. Инструментарий ПК «ЛИРА-САПР» для формирования расчетных схем (задание геометрии, связей). Импорт расчетных моделей из графических комплексов.<br>5.2. Идеализация геометрических характеристик, свойств материалов, нагрузок, конструктивных решений при построении компьютерных моделей. Моделирование конструктивных решений узлов и стыков элементов. Абсолютно жесткие тела. Объединение перемещений в узлах.<br>5.3. Задание жесткостных характеристик для различных типов конечных элементов. Законы деформирования, принятые в ПК «ЛИРА-САПР». Особенности задания физически нелинейных жесткостей.<br>5.4. Виды и особенности задания нагрузок. Создание различных загружений. Формирование таблиц расчетных сочетаний усилий. Коэффициенты сочетаний. Моделирование нелинейных загружений.<br>5.5. Моделирование жизненного цикла конструкции или здания (система «Монтаж»). Процесс возведения и процесс нагружения. Учет характеристик грунта основания (система «Грунт»).<br>5.6. Обработка и анализ результатов расчета. Построение эпюр усилий и изополей напряжений для различных элементов. Определение перемещений узлов модели.<br>5.7. Конструирование элементов. Конструирующие системы «Лир-Арм», «Лир-СТК». Вычисление |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|---|---|
| | армирования железобетонных конструкций. Подбор сечения стальных элементов. Формирование отчета, рабочих чертежей, схем армирования. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|---|---|
| 1 | Подготовка к лабораторным работам. Выполнение расчётно-графической работы. Работа с нормативной, справочной и учебной литературой. |
| 2 | Выполнение расчетно-графической работы. |
| 3 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 4 | Подготовка к текущему контролю. |

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

В течение семестра студент выполняет расчётно-графическую работу по теме «Создание информационной модели здания».

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 | 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: https://e.lanbook.com/book/179193 |
| 2 | 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: https://e.lanbook.com/book/91925 |

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

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

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

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

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6, 7, 8 семестрах.

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 |
| старший преподаватель кафедры «Строительные конструкции, здания и сооружения» | И.С. Коршунова |

Согласовано:

| | |
|---|---|
| и.о. заведующего кафедрой СМиТ | В.Д. Кудрявцева |
| Заведующий кафедрой СКЗиС | В.С. Федоров |
| Председатель учебно-методической комиссии | М.Ф. Гуськова |