

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра строительных конструкций

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.14 Современные программные комплексы для расчетов конструкций»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

**08.03.01 Строительство**

(код и наименование направления подготовки)

**Промышленное и гражданское строительство**

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.14 Современные программные комплексы для расчетов конструкций» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра строительных конструкций

наименование кафедры

протокол № 14 от "13" февраля 2023 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра строительных конструкций

наименование кафедры



В.И. Жаданов

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры СК

должность



подпись

И.В. Руднев

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

08.03.01 Строительство

код наименование



личная подпись

А.И. Альбакасов

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись

О.Н. Шевченко

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Руднев И.В., 2023

© ОГУ, 2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

Целью изучения дисциплины является овладение студентами основных концепций и алгоритмов решения задач в области расчета, проектирования, испытаний и анализа работы с использованием математического моделирования строительных конструкций в современных программных комплексах и автоматизированных методов испытаний.

### Задачи:

- приобретение умений постановки задачи, навыков физического и компьютерного моделирования выбора метода решения, проведения расчетов, анализа и оценки адекватности результатов;

- получение основных навыков работы в современных программных комплексах инженерного анализа в CAD/CAE, APM Civil Engineering, Лира.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.Б.11 Информатика, Б1.Д.Б.12 Информационные технологии и программирование, Б1.Д.В.4 Архитектура зданий и сооружений

Постреквизиты дисциплины: Б1.Д.В.13 Усиление строительных конструкций

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                        | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК*-9 Способен выполнять работы по проектированию строительных объектов с применением современных программных комплексов и графических редакторов | ПК*-9-В-1 Выбор современных программных комплексов для оценки несущей способности и проектирования строительных конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения<br>ПК*-9-В-2 Выполнение чертежей несущих конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения в CAD/CAE системах, обмен, импорт и триангуляция созданных файлов<br>ПК*-9-В-3 Моделирование расчетных схем зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения в современных программных комплексах для расчета строительных конструкций<br>ПК*-9-В-4 Оценка несущей способности строительных конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения из различных материалов с помощью современных программных комплексов | <b>Знать:</b><br>существующие современные программные комплексы для оценки несущей способности и проектирования строительных конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения<br><b>Уметь:</b><br>выполнять чертежи несущих конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения в CAD/CAE |

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                         | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                    | ПК*-9-В-5 Формирование отчетов по результатам расчета строительных конструкций объекта зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>системах, обмен, импорт и триангуляция созданных файлов; моделировать расчетные схемы зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения в современных программных комплексах для расчета строительных конструкций</p> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>методами выполнения работ по проектированию строительных объектов с применением современных программных комплексов и графических редакторов</p>                                                                                                                                                                                                     |
| ПК*-10 Способен проводить прикладные исследования в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности | <p>ПК*-10-В-1 Анализ условий закрепления и нагружения эксплуатируемых, реконструируемых и проектируемых строительных конструкций и их реализация в расчетных схемах зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения. Разработка вариантов расчетных схем эксплуатируемых, реконструируемых и проектируемых конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения. Определение внутренних усилий и перемещений в элементах эксплуатируемых, реконструируемых и проектируемых конструкций зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения</p> <p>ПК*-10-В-2 Выполнение расчетов на прочность и устойчивость и определение частот собственных колебаний конструкций для зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения</p> | <p><b><u>Знать:</u></b></p> <p>условия закрепления и нагружения эксплуатируемых, реконструируемых и проектируемых строительных конструкций и их реализация в расчетных схемах зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения</p> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <p>Выполнять расчеты на прочность и устойчивость и определение частот собственных колебаний конструкций для зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения</p> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <p>методами проведения прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности</p> |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                                                                            | Трудоемкость,<br>академических часов |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5 семестр                            | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>108</b>                           | <b>108</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>34,25</b>                         | <b>34,25</b> |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                                                                            | 18                                   | 18           |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                                                                                                                                                              | 16                                   | 16           |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                                                                             | 0,25                                 | 0,25         |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);<br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;<br>- подготовка к лабораторным занятиям;<br>- подготовка к рубежному контролю и т.п.) | <b>73,75</b>                         | <b>73,75</b> |
| <b>Вид итогового контроля</b>                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>зачет</b>                         |              |

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

| №<br>раздела | Наименование разделов                                                                                                                                                                                                                 | Количество часов |                      |    |    |                   |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
|              |                                                                                                                                                                                                                                       | всего            | аудиторная<br>работа |    |    | внеауд.<br>работа |
|              |                                                                                                                                                                                                                                       |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                   |
| 1            | Этапы развития автоматизации проектирования. Классификация САПР и их назначение. Методы моделирования строительных конструкций в инженерных программных комплексах. Состав, структура и компоненты инженерных программных комплексов. | 10               | 2                    |    | 2  | 6                 |
| 2            | Метод конечных элементов, как основа современных программных комплексов для инженерных расчетов. Типы и свойства конечных элементов. Особенности подготовки конечно-элементных моделей строительных конструкций к расчету.            | 10               | 2                    |    | 2  | 8                 |
| 3            | Создание стержневой расчетной модели в программных комплексах. Задание геометрии, нагрузок, жесткостей.                                                                                                                               | 10               | 3                    |    | 2  | 10                |
| 4            | Статический расчет и оценка напряженно-деформированного состояния стержневой модели                                                                                                                                                   | 12               | 2                    |    | 2  | 10                |
| 5            | Статический расчет и оценка напряженно-деформированного состояния оболочечно-стержневой модели.                                                                                                                                       | 14               | 3                    |    | 2  | 10                |
| 6            | Специальные инструменты моделирования и нагрузки.                                                                                                                                                                                     | 18               | 2                    |    | 2  | 10                |
| 7            | Расчет конструктивных элементов.                                                                                                                                                                                                      | 18               | 2                    |    | 2  | 10                |

| №<br>раздела | Наименование разделов                                                            | Количество часов |                      |    |    |                   |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|----|----|-------------------|
|              |                                                                                  | всего            | аудиторная<br>работа |    |    | внеауд.<br>работа |
|              |                                                                                  |                  | Л                    | ПЗ | ЛР |                   |
| 8            | Возможности современных инженерных программных комплексов и выполняемые расчеты. | 16               | 2                    |    | 2  | 10                |
|              | Итого:                                                                           | 108              | 18                   |    | 16 | 74                |
|              | Всего:                                                                           | 108              | 18                   |    | 16 | 74                |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**№1 Этапы развития автоматизации проектирования. Классификация САПР и их назначение. Состав, структура и компоненты инженерных программных комплексов. Методы моделирования строительных конструкций в инженерных ПК. История создания и классификация САПР. Основные возможности и состав программных пакетов для инженерного анализа. Общие принципы моделирования строительных конструкций. Составные части процесса моделирования, многоуровневая декомпозиция. Моделирование общей и местной прочности строительных конструкций. Структура, компоненты и интерфейс ПК APM Structure3D, Лира.**

**№2 Метод конечных элементов, как основа современных программных комплексов для инженерных расчетов. Типы и свойства конечных элементов. Особенности подготовки конечно-элементных моделей к расчету в ПК. Основные понятия МКЭ; узлы, стержневые, пластинчатые, объемные конечные элементы, особенности применения МКЭ в программных комплексах. Особенности и последовательность конечно-элементного анализа.**

**№3 Создание стержневой расчетной модели в программных комплексах. Задание геометрии, нагрузок, жесткостей. Этапы моделирования. Настройки препроцессора ПК. Инструменты моделирования; создание плоской стержневой модели, типы стержневых элементов, моделирование окружностей и дуг, операции создания сложных геометрических моделей, задание граничных условий, использование баз данных сечений и материалов, моделирование действия внешних нагрузок. Учет собственного веса. Загружения и их комбинации.**

**№4 Статический расчет и оценка напряженно-деформированного состояния стержневой модели. Режимы и параметры расчетов, визуализация результатов статического расчета, карты результатов параметров НДС, ВСФ, реакций опор. ЛСК и ГСК стержней. Формирование отчета по результатам расчета**

**№5 Статический расчет и оценка напряженно-деформированного состояния оболочечно-стержневой модели. Пластинчатые КЭ, виды и особенности создания, ЛСК пластин. Режимы разбиения и задания параметров пластин. Нагружение пластин, задание толщин и свойств материалов. Задание снеговых, ветровых и распределенных нагрузок на пластины. Визуализация результатов статического расчета. Плиты. Пластины без жесткости.**

**№6 Специальные нагрузки и инструменты моделирования конструкций. Специальные нагрузки: смещение опор, моделирование температурных нагрузок и сейсмического воздействия. Специальные инструменты: конструкции с тросами (оттяжки, канаты), шарниры в узлах и на конце стержня, создание связи жесткими вставками, проверки корректности построения моделей.**

**№7 Расчет конструктивных элементов. Создание стальных, армированных и деревянных стержневых конструктивных элементов, проверка их несущей способности, подбор сечений, расчет устойчивости и анализ результатов.**

**№8 Возможности современных инженерных программных комплексов и выполняемые расчеты. Расчеты с учетом геометрической и физической нелинейности материалов, задачи контактного**

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела | Наименование лабораторных работ                                                                | Кол-во часов |
|------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1    | 1, 2      | Создание конечно-элементных моделей в ПК APM Civil Engineering. Задание нагрузок и жесткостей. | 2            |
| 2    | 1, 2      | Создание конечно-элементных моделей в ПК Лира. Задание нагрузок и жесткостей.                  | 2            |
| 3    | 3, 4      | Расчет балки составного сечения в ПК APM Civil Engineering и анализ результатов расчета        | 2            |
| 4    | 4, 5      | Моделирование и расчет деревянной стропильной системы в ПК APM Civil Engineering               | 4            |
| 5    | 5, 6      | Расчет вертикального и шарового стальных резервуаров в ПК APM Civil Engineering                | 4            |
| 6    | 7, 8      | Расчет армирования железобетонной плиты в ПК APM Civil Engineering                             | 2            |
|      |           | Итого:                                                                                         | 16           |

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

5.1.1 Соппротивление материалов с основами строительной механики: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Строительство"/ Г. С. Варданян, Н. М. Атаров, А. А. Горшков; под ред. Г. С. Варданяна. - Изд. испр. - Москва: ИНФРА-М, 2013. - 505 с. - (Высшее образование). - Прил.: с. 493-499. - Библиогр.: с. 500. - ISBN 978-5-16-004711-9.

5.1.2 Перельмутер А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / Перельмутер А. В., Сливкер В. И. - ДМК Пресс, 2009. ЭБС «Университетская библиотека».

Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=85061](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=85061)

5.1.3 Калиткин, Н. Численные методы: учеб. пособие/Н. Калиткин - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 592 с. – ISBN 978-5-9775-0500-0. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=350803>

### 5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Расчетно-теоретический. В 2-х кн. Кн. 1. Под ред. А.А. Уманского. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1972 – 600с.

5.2.2 Нагрузки и воздействия на здания и сооружения : / В. Н. Гордеев [и др.]; под общ. ред. А. В. Перельмутера. - М. : Ассоц. строит. вузов, 2007. - 482 с. - ISBN 978-5-93093-404-5.

Режим доступа <http://dwg.ru/dnl/4183>

5.2.3. Руднев, И. В. Проектирование и расчет пространственных каркасов зданий и сооружений в современных системах автоматизированного проектирования : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / И. В. Руднев, М. М. Соболев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 61381 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2016. - 101 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1610-7.

Режим доступа [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/32703\\_20161229.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32703_20161229.pdf)

5.2.4 Руднев, И. В. Моделирование и расчет строительных конструкций в системах автоматизированного проектирования: методические указания для студентов, обучающихся по программам

высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / И. В. Руднев, М. М. Соболев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. строит. конструкций. - Ч. 1. Анализ напряженно-деформированного состояния балки составного сечения. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.25 Мб). - Оренбург : Университет, 2016. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0. Режим доступа [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/32477\\_20161207.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32477_20161207.pdf)

5.2.5 Руднев, И. В. Моделирование и расчет строительных конструкций в системах автоматизированного проектирования: методические указания для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / И. В. Руднев, М. М. Соболев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 2. Моделирование пространственных пластинчато-стержневых конструкций в CAD/CAE системе APM Civil Engineering. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1.90 Мб). - Оренбург : Университет, 2016. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/32469\\_20161207.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32469_20161207.pdf)

5.2.6 Колоколов, С. Б. Автоматизированное проектирование стального балочного перекрытия: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования направления 270800.62 Строительство / С. Б. Колоколов, О. В. Никулина, С. В. Лисов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.14 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2014. - 136 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/6447\\_20141111.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/6447_20141111.pdf)

5.2.7 СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. Консультант Плюс : электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\CONSULT\cons.exe

5.2.8 СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Консультант Плюс: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2016]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\CONSULT\cons.exe

5.2.9 Лабораторный практикум по сопротивлению материалов : учебное пособие для студентов технических специальностей / Р. В. Ромашов [и др.]; под ред. Р. В. Ромашова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 123 с. : ил.; 7,6 печ. л. - Библиогр.: с. 30, с. 122. - ISBN 978-5-7410-0949-9.

5.2.10 Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях. Учебное пособие [Электронный ресурс] / Бахвалов Н. С. , Лапин А. В. , Чижонков Е. В. - БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

### **5.3 Периодические издания**

5.3.1 Журнал «САПР и графика», М.: ООО «КомпьютерПресс», 2001-2020.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

5.4.1 Интернет-университет информационных технологий. Комплекс бесплатных учебных курсов INTUIT.RU (версия 1.0). Режим доступа: <http://www.intuit.ru>.

5.4.2 <http://stroy-mex.narod.ru/> (журнал «Строительная механика и расчет сооружений»)

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

- CAD/CAE-система проектирования и анализа металлических, железобетонных и деревянных строительных конструкций APM Civil Engineering 16

- Программный комплекс Лира САПР 2019, Сапфир 2019

- КонсультантПлюс: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2018]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\!\CONSULT\cons.exe>. Соглашение о сотрудничестве № 183/59 от 01.04.2013 г. (бессрочно).
- Операционная система Microsoft Windows. Лицензионное соглашение Microsoft Open Value Subscription-Education Solutions Agreement. Код соглашения: V1600978. Дата окончания: 30.11.2018.
- Пакет настольных приложений Microsoft Office. Лицензионное соглашение Microsoft Open Value Subscription-Education Solutions Agreement. Код соглашения: V1600978. Дата окончания: 30.11.2018.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Лабораторные занятия проходят в лабораториях, оснащенных средствами автоматизации натурных испытаний