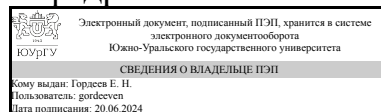


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



Е. Н. Гордеев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.07 Метод конечных элементов для решения задач в строительстве

**для направления** 08.03.01 Строительство

**уровень** Бакалавриат

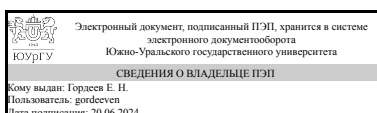
**профиль подготовки** Промышленное и гражданское строительство

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Промышленное и гражданское строительство

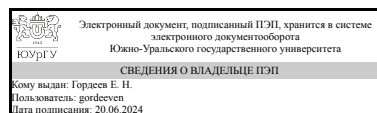
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



Е. Н. Гордеев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



Е. Н. Гордеев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины –формирование системных знаний, умений, навыков по применению МКЭ для расчета строительных конструкций и их элементов. Задачи: - Освоение теоретических основ МКЭ. -Расчет простых конструкций (стержень, балка, ферма, пластина) МКЭ. -Приобретение навыков использования МКЭ для расчета строительных конструкций и их элементов.

## Краткое содержание дисциплины

Теоретические основы расчета конструкций методом конечных элементов (МКЭ) и его реализации с использованием современных компьютерных технологий.

Теоретические и практические вопросы метода конечных элементов:

алгоритмизация и компьютерная реализация версии метода конечных элементов в форме метода перемещений, способы решения различных задач строительной механики средствами МКЭ.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                  | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-11 Способен применять средства автоматизированного проектирования | Знает: теорию метода конечных элементов и методы расчета и моделирования зданий и сооружений на его основе<br>Умеет: используя метод конечных элементов, формулировать расчетные задачи, готовить расчетные схемы строительных конструкций, проводить компьютерные расчеты, анализировать полученные результаты и формировать отчеты по выполненным расчетам<br>Имеет практический опыт: в использовании способов алгоритмизации технических задач и методов автоматизированных расчётов строительных конструкций на базе пакетов прикладных программ, навыков применения методов вычислительной математики для решения задач строительства на ЭВМ |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                                                                                                        | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Автоматизированные системы разработки проектной документации,<br>Цифровые методы обработки геодезических работ,<br>Численные методы расчета строительных конструкций | Программные комплексы проектирования зданий |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                                   | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Автоматизированные системы разработки проектной документации | <p>Знает: нормативные документы связанные с разработкой проектной документации; нормы ЕСКД; правила выполнения архитектурных истроительных чертежей; состав проектной документации; состав рабочей документации; приблизительный перечень чертежей, входящих в комплекты Автоматизированных систем разработки проектной документации Умеет: выполнять чертежи относящиеся к рабочей и проектной документации с использованием современных методов компьютерного формирования; Имеет практический опыт: необходимый для выполнения чертежей различного назначения с учетом требований инженерной грамотности и высокого качества графического оформления средствами автоматизированного проектирования по работе в программной среде проектирования; в использовании нормативной и технической литературы в процессе проектирования</p> |
| Численные методы расчета строительных конструкций            | <p>Знает: базовые математические зависимости, основные положения математического анализа и моделирования строительных конструкций посредством вычислительного аппарата высшей математики; основы физического и математического (компьютерного) моделирования ; Умеет: производить расчёт элементов строительных конструкций с применением принципов и методов строительной механики Имеет практический опыт: в использовании способов алгоритмизации технических задач и методов автоматизированных расчётов строительных конструкций на базе пакетов прикладных программ, навыков применения методов вычислительной математики для решения задач строительства на ЭВМ</p>                                                                                                                                                             |
| Цифровые методы обработки геодезических работ                | <p>Знает: общую классификацию геоинформационных программных комплексов; основы Цифровых методов обработки геодезической информации Умеет: осуществлять основные виды геодезических измерений и их обработку с использованием Цифровых методов Имеет практический опыт: обработке данных геодезических измерений с использованием ГИС-программ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 6                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 35,75       | 35,75                              |
| Решение контрольных работ                                                  | 25,75       | 25,75                              |
| Подготовка к зачету                                                        | 10          | 10                                 |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,25        | 4,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                                  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                                   | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основные понятия, определения и этапы метода конечных элементов (МКЭ)                                             | 4                                         | 4 | 0  | 0  |
| 2         | Матрицы жёсткости конечных элементов и их преобразования при переходе от локальных систем координат к глобальной. | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 3         | Формирование и решение системы уравнений МКЭ.                                                                     | 22                                        | 8 | 14 | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                           | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Основные понятия, определения и этапы метода конечных элементов (МКЭ)                                             | 4            |
| 2        | 2         | Матрицы жёсткости конечных элементов и их преобразования при переходе от локальных систем координат к глобальной. | 4            |
| 3        | 3         | Расчет стержневых систем МКЭ                                                                                      | 4            |
| 4        | 3         | Расчет пластинчатых систем МКЭ                                                                                    | 4            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Вывод матрицы жесткости для стержневых элементов                    | 2            |
| 2         | 3         | Расчет сжато-растянутого стержня МКЭ                                | 4            |
| 3         | 3         | Расчет фермы МКЭ                                                    | 4            |
| 4         | 3         | Расчет сжато-изгибаемого стержня МКЭ                                | 2            |

|   |   |                    |   |
|---|---|--------------------|---|
| 5 | 3 | Расчет пластин МКЭ | 4 |
|---|---|--------------------|---|

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |              |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Семестр | Кол-во часов |
| Решение контрольных работ | 1. Котович, А. В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов : учебное пособие / А. В. Котович, И. В. Станкевич. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 106 с. — ISBN 978-5-7038-3567-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.<br>2. Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник / Н. Н. Шапошников, Р. Х. Кристаллинский, А. В. Дарков ; под общей редакцией Н. Н. Шапошникова. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 692 с. — ISBN 978-5-8114-0576-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.                                                                                                        | 6       | 25,75        |
| Подготовка к зачету       | 1. Дарков, А. В. Строительная механика [Текст] : учеб. для строит. специальностей вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - 8-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 607 с. : ил. 2. Мишенков, Г. В. Метод конечных элементов в курсе сопротивления материалов : учебное пособие / Г. В. Мишенков, Ю. Н. Самогин, В. П. Чирков ; под редакцией В. П. Чиркова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 472 с. — ISBN 978-5-9221-1615-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. 3. ухфатуллин, Б.А. Численные методы расчёта строительных конструкций [Текст] : учебное пособие / Б.А. Тухфа- туллин. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. – 100 с. | 6       | 10           |

### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

## 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля             | Название контрольного мероприятия                    | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Учитывается в ПА |
|------|----------|--------------------------|------------------------------------------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 6        | Текущий контроль         | Контрольная работа по теме: "Расчет сжатого стержня" | 1   | 5          | Оценка "5 баллов" выставляется студенту верно и в установленный срок решившим задачу.<br>Оценка "4 балла" выставляется студенту допустившему в контрольной работе незначительные ошибки, не влияющие на конечный результат. В целом верно описал методику решения задачи. Работа решена верно без ошибок, но сдана с опозданием без уважительной причины.<br>Оценка "3 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята в целом верно, работа не сдана вовремя в срок.<br>Оценка "2 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята неверно, работа не сдана вовремя в срок либо совсем не выполнена. | зачет            |
| 2    | 6        | Промежуточная аттестация | Контрольная работа по теме: "Расчет ферм"            | -   | 5          | Оценка "5 баллов" выставляется студенту верно и в установленный срок решившим задачу.<br>Оценка "4 балла" выставляется студенту допустившему в контрольной работе незначительные ошибки, не влияющие на конечный результат. В целом верно описал методику решения задачи. Работа решена верно без ошибок, но сдана с опозданием без уважительной причины.<br>Оценка "3 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята в целом верно, работа не сдана вовремя в срок.<br>Оценка "2 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята неверно, работа не сдана вовремя в срок либо совсем не выполнена. | зачет            |
| 3    | 6        | Текущий контроль         | Контрольная работа по теме: "Расчет балки"           | 1   | 5          | Оценка "5 баллов" выставляется студенту верно и в установленный срок решившим задачу.<br>Оценка "4 балла" выставляется студенту допустившему в контрольной работе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | зачет            |

|   |   |                  |                                                             |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
|---|---|------------------|-------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                                                             |   | <p>незначительные ошибки, не влияющие на конечный результат. В целом верно описал методику решения задачи. Работа решена верно без ошибок, но сдана с опозданием без уважительной причины. Оценка "3 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята в целом верно, работа не сдана вовремя в срок.</p> <p>Оценка "2 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята неверно, работа не сдана вовремя в срок либо совсем не выполнена.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| 4 | 6 | Текущий контроль | Контрольная работа по теме: "Расчет пластинчатых элементов" | 1 | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Оценка "5 баллов" выставляется студенту верно и в установленный срок решившим задачу.</p> <p>Оценка "4 балла" выставляется студенту допустившему в контрольной работе незначительные ошибки, не влияющие на конечный результат. В целом верно описал методику решения задачи. Работа решена верно без ошибок, но сдана с опозданием без уважительной причины. Оценка "3 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята в целом верно, работа не сдана вовремя в срок.</p> <p>Оценка "2 балла" выставляется студенту, который допустил значительные ошибки, влияющие на конечный результат. Методика решения задачи принята неверно, работа не сдана вовремя в срок либо совсем не выполнена.</p> | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | <p>Зачет проводится в форме тестирования. Допуском к тестированию будет являться выполненные и сданные контрольные работы №1 - №4 на оценку не менее 3 балла. Тестирование ограничено временем 30 мин и 2 попытками. Оценивается попытка с наибольшим набранным баллом. Тестирование считается пройденным, если студент дал не менее 60% правильных ответов.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                | № КМ |   |   |   |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ПК-11       | Знает: теорию метода конечных элементов и методы расчета и моделирования зданий и сооружений на его основе                                                                                                                                                                         | +    | + | + | + |
| ПК-11       | Умеет: используя метод конечных элементов, формулировать расчетные задачи, готовить расчетные схемы строительных конструкций, проводить компьютерные расчеты, анализировать полученные результаты и формировать отчеты по выполненным расчетам                                     | +    | + | + | + |
| ПК-11       | Имеет практический опыт: в использовании способов алгоритмизации технических задач и методов автоматизированных расчётов строительных конструкций на базе пакетов прикладных программ, навыков применения методов вычислительной математики для решения задач строительства на ЭВМ | +    | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Дарков, А. В. Строительная механика [Текст] : учеб. для строит. специальностей вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - 8-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 607 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. "Строительная механика и расчет сооружений" (научно-теоретический журнал).
2. «Строительная механика и конструкции» (научно-технический журнал, ВГАСУ)

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Тухфатуллин, Б.А. Численные методы расчёта строительных конструкций [Текст] : учебное пособие / Б.А. Тухфатуллин. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. – 100 с.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Тухфатуллин, Б.А. Численные методы расчёта строительных конструкций [Текст] : учебное пособие / Б.А. Тухфатуллин. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. – 100 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                       |
|---|----------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 | Основная       | Электронно-                              | Мишенков, Г. В. Метод конечных элементов в курсе |

|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | литература                | библиотечная система издательства Лань            | сопротивления материалов : учебное пособие / Г. В. Мишенков, Ю. Н. Самогин, В. П. Чирков ; под редакцией В. П. Чиркова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 472 с. — ISBN 978-5-9221-1615-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/71992">https://e.lanbook.com/book/71992</a>                                                   |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Шапошников, Н. Н. Строительная механика : учебник / Н. Н. Шапошников, Р. Х. Кристалинский, А. В. Дарков ; под общей редакцией Н. Н. Шапошникова. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 692 с. — ISBN 978-5-8114-0576-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/105987">https://e.lanbook.com/book/105987</a> |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Котович, А. В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов : учебное пособие / А. В. Котович, И. В. Станкевич. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 106 с. — ISBN 978-5-7038-3567-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/52244">https://e.lanbook.com/book/52244</a>                                  |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -ЛИРА 9.4 PRO(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 408 (2) | Учебные видеофильмы, мультимедиа лекций Проектор PT-LB10NTE Panasonic, компьютер Intel I3 2200 MGhz.                                             |
| Практические занятия и семинары | 408 (2) | Учебные видеофильмы, мультимедиа лекций Проектор PT-LB10NTE Panasonic, компьютер Intel I3 2200 MGhz.                                             |