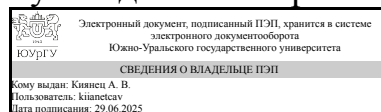


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



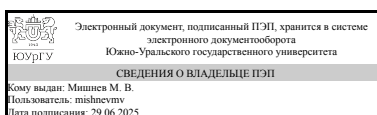
А. В. Киянец

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.03 Специальные задачи метода конечных элементов  
для направления 08.04.01 Строительство  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Строительные конструкции и сооружения

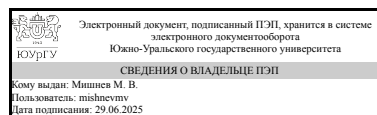
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 482

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



М. В. Мишнев

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



М. В. Мишнев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: - формирование системы профессиональных знаний и практических навыков решения задач механики твердого тела (применительно к инженерному анализу строительных конструкций) с помощью метода конечных элементов. Задачи изучения дисциплины: - освоение знаний и навыков использования метода конечных элементов при проектировании строительных конструкций.

## Краткое содержание дисциплины

Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики. Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред. Матричный метод перемещений для стержневых систем. Метод конечных элементов в механике конструкций. Конечные элементы сплошной среды. Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики. Особенности практических расчетов с использованием пакета конечно-элементного анализа ANSYS.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                  | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук | Знает: современные математические методы и современные прикладные программные средства<br>Умеет: применять технологии математического (компьютерного) моделирования, численные методы решения фундаментальных и прикладных задач<br>Имеет практический опыт: анализа корректности, достоверности и точности получаемых решений |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.О.07 Методы решения научно-технических задач в строительстве | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                                                     | Требования                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.О.07 Методы решения научно-технических задач в строительстве | Знает: алгоритмы разработки методик, планов и программ проведения научных исследований, алгоритмы разработки методик, планов и программ проведения научных исследований, виды задач профессиональной деятельности в строительстве<br>Умеет: готовить задания для |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты, использовать знания дисциплин при решении практических задач<br>Имеет практический опыт: владения методами организации проведения экспериментов и испытаний, анализировать, обобщения их результатов, владения методами организации проведения экспериментов и испытаний, анализировать, обобщения их результатов, использования методов математического моделирования при решении научно-технических задач |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 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                     |
|                                                                            |             | 3                                  |
| 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                              |
| Подготовка к практическим занятиям                                         | 15,75       | 15.75                              |
| Подготовка к зачету                                                        | 20          | 20                                 |
| 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         | Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 2         | Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред              | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 3         | Матричный метод перемещений для стержневых систем                           | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 4         | Метод конечных элементов в механике конструкций                             | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 5         | Конечные элементы сплошной среды                                            | 4                                         | 2 | 2  | 0  |
| 6         | Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики                    | 4                                         | 2 | 2  | 0  |

|   |                                                                                                             |    |   |   |   |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|
| 7 | Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS | 10 | 4 | 6 | 0 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                     | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Матричная формулировка соотношений теории упругости и строительной механики                                 | 2            |
| 2        | 2         | Основные понятия вариационных методов в механике сплошных сред                                              | 2            |
| 3        | 3         | Матричный метод перемещений для стержневых систем                                                           | 2            |
| 4        | 4         | Метод конечных элементов в механике конструкций                                                             | 2            |
| 5        | 5         | Конечные элементы сплошной среды                                                                            | 2            |
| 6        | 6         | Соотношения метода конечных элементов в задачах динамики                                                    | 2            |
| 7, 8     | 7         | Особенности практических расчетов с использованием программного комплекса конечно-элементного анализа ANSYS | 4            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                      | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Составление матрицы жесткости для плоской задачи теории упругости                                                                                                                        | 2            |
| 2         | 3         | Расчет рамной конструкции матричным методом перемещений. Построение геометрической модели конструкции. Системы координат. Матрицы узловых сил и смещений. Решение системы уравнений МКЭ. | 2            |
| 3         | 4         | Расчет ферменной конструкции методом конечных элементов                                                                                                                                  | 2            |
| 4         | 5         | Моделирование с использованием плоских и пространственных конечных элементов                                                                                                             | 2            |
| 5         | 6         | Определение собственных форм и частот конструкции                                                                                                                                        | 2            |
| 7, 8, 9   | 7         | Расчет внутренней аэродинамики и напряженно-деформированного состояния цилиндрической оболочки газохода с учетом термомеханического воздействия                                          | 6            |

### 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 |
| Подготовка к практическим занятиям | 1. Тутынин, В. Ф. Расчет статически определимых стержневых систем Разд. 2 Учеб. пособие к 1-й ч. курса "Строительная механика": Для студ.-заоч. ЧПИ им. Ленин. комсом., Каф. Строит. механики; ЮУрГУ. - Челябинск, 1983. - | 3       | 15,75        |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |    |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|
|                     | 80 с. ил. 2. Ермолаев, И. А. Метод конечных элементов Галеркина в задачах конвекции : учебно-методическое пособие / И. А. Ермолаев. — Саратов : СГУ, 2020. — 36 с. — ISBN 978-5-292-04654-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170592">https://e.lanbook.com/book/170592</a> (дата обращения: 17.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.             |   |    |
| Подготовка к зачету | Солдаткин, А. В. Введение в метод конечных элементов : учебное пособие / А. В. Солдаткин, Е. С. Баранова. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 123 с. — ISBN 978-5-907324-05-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/172238">https://e.lanbook.com/book/172238</a> (дата обращения: 17.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. | 3 | 20 |

## 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    | 3        | Текущий контроль | Контрольный опрос №1              | 1   | 5          | Студент должен ответить на случайный вопрос, относящийся к контролируемым темам. Время на ответ 10 мин.<br>5 баллов - полный ответ, дан без обращения к конспекту лекций;<br>4 балла - ответ в целом верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности;<br>3 балла - ответ частично верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит значительные неточности; либо полный ответ, но после обращения к конспекту лекций;<br>2 балла - ответ в целом верный, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности, дан после обращения к конспекту лекций;<br>1 балл - ответ частично верный, раскрыт не полностью или содержит значительные | зачет            |

|   |   |                  |                      |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |
|---|---|------------------|----------------------|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                      |   |    | <p>неточности, дан после обращения к конспекту лекций.</p> <p>0 баллов - ответ не дан либо содержит грубые ошибки, показывающие, что студент не овладел материалом.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Контрольный опрос №2 | 1 | 5  | <p>Студент должен ответить на случайный вопрос, относящийся к контролируемым темам. Время на ответ 10 мин.</p> <p>5 баллов - полный ответ, дан без обращения к конспекту лекций;</p> <p>4 балла - ответ в целом верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности;</p> <p>3 балла - ответ частично верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит значительные неточности; либо полный ответ, но после обращения к конспекту лекций;</p> <p>2 балла - ответ в целом верный, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности, дан после обращения к конспекту лекций;</p> <p>1 балл - ответ частично верный, раскрыт не полностью или содержит значительные неточности, дан после обращения к конспекту лекций.</p> <p>0 баллов - ответ не дан либо содержит грубые ошибки, показывающие, что студент не овладел материалом.</p> | зачет |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Контрольный опрос №3 | 1 | 5  | <p>Студент должен ответить на случайный вопрос, относящийся к контролируемым темам. Время на ответ 10 мин.</p> <p>5 баллов - полный ответ, дан без обращения к конспекту лекций;</p> <p>4 балла - ответ в целом верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности;</p> <p>3 балла - ответ частично верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит значительные неточности; либо полный ответ, но после обращения к конспекту лекций;</p> <p>2 балла - ответ в целом верный, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности, дан после обращения к конспекту лекций;</p> <p>1 балл - ответ частично верный, раскрыт не полностью или содержит значительные неточности, дан после обращения к конспекту лекций.</p> <p>0 баллов - ответ не дан либо содержит грубые ошибки, показывающие, что студент не овладел материалом.</p> | зачет |
| 4 | 3 | Проме-           | Зачет                | - | 10 | За один вопрос: 5 баллов - полный ответ, дан                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет |

|  |  |                     |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|--|--|---------------------|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | жуточная аттестация |  |  | без обращения к конспекту лекций; 4 балла - ответ в целом верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности; 3 балла - ответ частично верный, дан без обращения к конспекту лекций, но раскрыт не полностью или содержит значительные неточности; либо полный ответ, но после обращения к конспекту лекций; 2 балла - ответ в целом верный, но раскрыт не полностью или содержит незначительные неточности, дан после обращения к конспекту лекций; 1 балл - ответ частично верный, раскрыт не полностью или содержит значительные неточности, дан после обращения к конспекту лекций. 0 баллов - ответ не дан либо содержит грубые ошибки, показывающие, что студент не овладел материалом. |  |
|--|--|---------------------|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                              | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | Зачет выставляется если набрано 15 баллов (с учетом текущего контроля). Студент должен ответить письменно на билет с двумя вопросами. Время на ответ 20 мин. Максимально можно набрать 10 баллов. | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                    | № КМ |   |   |   |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                        | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-1       | Знает: современные математические методы и современные прикладные программные средства                                                 | +    | + | + | + |
| ОПК-1       | Умеет: применять технологии математического (компьютерного) моделирования, численные методы решения фундаментальных и прикладных задач | +    | + | + | + |
| ОПК-1       | Имеет практический опыт: анализа корректности, достоверности и точности получаемых решений                                             | +    | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

- Щурова, А. В. Расчет инструментов методом конечных элементов Учеб. пособие А. В. Щурова; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Станки и инструмент; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2005. - 37,[1] с.

б) *дополнительная литература:*

1. Тутынин, В. Ф. Расчет статически определимых стержневых систем Разд. 2 Учеб. пособие к 1-й ч. курса "Строительная механика": Для студ.-заоч. ЧПИ им. Ленин. комсом., Каф. Строит. механики; ЮУрГУ. - Челябинск, 1983. - 80 с. ил.

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

Не предусмотрены

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

1. -

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

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. EBSCO Information Services-EBSCOhost Research Databases(28.02.2017)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий                     | № ауд.     | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                               |
|---------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 428<br>(1) | Компьютер, проектор, документ-камера, предустановленное программное обеспечение - Microsoft – Windows (бессрочно), Microsoft-Office (бессрочно)                                                                                                |
| Практические занятия и семинары | 607<br>(1) | Персональные компьютеры с установленным программным обеспечением (академическая версия ANSYS), компьютер, проектор, документ-камера, предустановленное программное обеспечение - Microsoft – Windows (бессрочно), Microsoft-Office (бессрочно) |