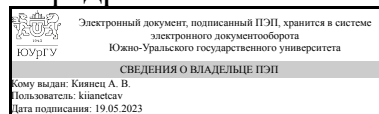


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



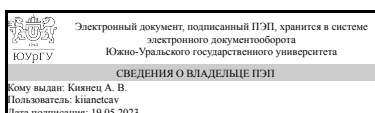
А. В. Киянец

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М1.14.02 Основы метода конечных элементов
для направления 08.04.01 Строительство
уровень Магистратура
магистерская программа Промышленное и гражданское строительство
форма обучения очная
кафедра-разработчик Строительное производство и теория сооружений

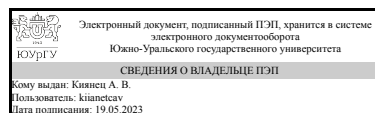
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 482

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



А. В. Киянец

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



А. В. Киянец

1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать знания по направлению подготовки 08.04.01, "Строительство", по профилю "Промышленное и гражданское строительство" в области теории и расчета конструкций зданий и сооружений
Задачи дисциплины: - сбор и систематизация информационных и исходных данных для построения расчетной модели сооружения - расчет элементов и узлов конструкции с использованием метода конечных элементов (МКЭ); - использование стандартных программных комплексов по численным методам расчета конструкций

Краткое содержание дисциплины

Учебная дисциплина «Основы метода конечных элементов» изучается в блоке дисциплин по выбору студента, устанавливаемых вузом в соответствии с Государственным образовательным стандартом (ГОС). Эта дисциплина изучается в 4-м семестре 2-го курса и знакомит с основами численного МКЭ при расчете конструкций. В данной дисциплине излагаются основы и идея МКЭ на примере плоских стержневых систем: рам, ферм, балок, комбинированных конструкций. Расчеты выполняются при различных воздействиях: силовых, кинематических (напр., осадка опор) и температурных. Вводятся понятия и способы численного моделирования поведения упругой сплошной среды при помощи программного обеспечения Matlab. Дается информация по построению матриц жесткости для элементов с различными условиями закрепления на концах. Осуществляется переход к построению матрицы жесткости всей системы. Приводятся примеры расчета стержневых систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий | Знает: понятия перемещений, деформаций, напряжений, усилий; понятия конечного элемента его функций формы; Умеет: численно решать задачи моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния ферменных конструкций из упругого материала; Имеет практический опыт: решения задач с граничными условиями для систем дифференциальных уравнений. |
| ПК-4 Способен выполнять и организовывать научные исследования в сфере промышленного и гражданского строительства | Знает: понятия перемещений, деформаций, напряжений, усилий; понятия конечного элемента его функций формы Умеет: численно решать задачи моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния конструкций из упругого материала Имеет практический опыт: решением задач с граничными условиями для систем дифференциальных уравнений |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|--|
| Специальные разделы высшей математики, Динамика и устойчивость сооружений, Функционально-стоимостной анализ строительных систем, История и методология науки и техники, Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр), Производственная практика (технологическая) (2 семестр) | Учебная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр), Производственная практика (преддипломная) (4 семестр) |

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

| Дисциплина | Требования |
|--|---|
| Специальные разделы высшей математики | Знает: основы теории уравнений математической физики, теории корреляции случайных величины приложения математической статистики, основы теории уравнений математической физики, теории корреляции случайных величины приложения математической статистики Умеет: распознавать основные типы начально-краевых задач для уравнений математической физики, высчитывать коэффициент корреляции, оценивать вероятностные параметры с помощью математической статистики, распознавать основные типы начально-краевых задач для уравнений математической физики, высчитывать коэффициент корреляции, оценивать вероятностные параметры с помощью математической статистики Имеет практический опыт: классификации уравнений математической физики на эллиптические, гиперболические и параболические типы; относить вариационные ряды к той или иной вероятностной модели, классификации уравнений математической физики на эллиптические, гиперболические и параболические типы; относить вариационные ряды к той или иной вероятностной модели |
| Функционально-стоимостной анализ строительных систем | Знает: основные этапы проведения ФСА, особенности проведения ФСА конструкций и технологий, основные этапы проведения ФСА, особенности проведения ФСА конструкций и технологий Умеет: провести информационный этап ФСА строительной конструкции и строительной технологии, вести сравнение различных направлений развития системы, выбирать актуальные темы исследований, |

| | |
|---|---|
| | <p>провести информационный этап ФСА строительной конструкции и строительной технологии, вести сравнение различных направлений развития системы, выбирать актуальные темы исследований Имеет практический опыт: методиками совершенствования систем с использованием ФСА, в том числе с применением программного продукта «Анализ и синтез систем, методиками совершенствования систем с использованием ФСА, в том числе с применением программного продукта «Анализ и синтез систем»</p> |
| Динамика и устойчивость сооружений | <p>Знает: Основные методы расчётов строительных конструкций, методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений Умеет: Выбирать необходимый метод расчёта в конкретной ситуации, составить расчетную схему для сложных инженерных конструкций и их элементов при выполнении динамических расчетов; анализировать и оценивать получаемые на ЭВМ результаты расчетов Имеет практический опыт: применения методов расчёта строительных конструкций, применения методов и приёмов проектирования зданий и сооружений, в т.ч. на ЭВМ</p> |
| История и методология науки и техники | <p>Знает: величины, характеризующие современный технический уровень и основные этапы развития строительной науки, основные тенденции развития современного строительства; виды и методы проведения исследований Умеет: анализировать текущий уровень развития техники, выявлять проблемы и задачи строительной отрасли, самостоятельно обучаться новым методам исследования, оперативно реагировать на изменение научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, изменения социокультурных и социальных условий деятельности Имеет практический опыт: владения методиками и программами проведения научных исследований, экспериментов, испытаний, анализировать и обобщать их результаты, проведения современных методов исследований</p> |
| Производственная практика (технологическая) (2 семестр) | <p>Знает: основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента, современные методы исследований, программные комплексы, современное исследовательское оборудование и приборы, методы анализа существующих разработок по данной теме, средства автоматического проектирования Умеет:</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования, проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований, анализировать, синтезировать и резюмировать информацию, уметь проводить патентные исследования, разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований, организовывать проведение экспериментов, анализировать и обобщать их результаты, вести сбор, анализ и систематизацию информации по теме исследования, готовить обзоры, публикации по теме исследования. Имеет практический опыт: разработки методик, планов и программ проведения научных исследований и разработок; применения методов представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок, осознать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в схожих задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов, способностью обрамлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы, способами фиксации и защиты объектов интеллектуальной собственности, управления результатами научно-исследовательской деятельности</p> |
| <p>Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)</p> | <p>Знает: основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента, основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента. Умеет: выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования, выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований;</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования Имеет практический опыт: разработки методик, планов и программ проведения научных исследований и разработок; применения методов представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок, разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок; методами представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок</p> |
| <p>Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)</p> | <p>Знает: основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента, основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента Умеет: выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования, выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования Имеет практический опыт: разработки методик, планов и программ проведения научных исследований и разработок; применения методов представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок, разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок; методами представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок</p> |
| <p>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)</p> | <p>Знает: основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>эксперимента, основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы обработки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента Умеет: выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования, выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научных исследований; подготовить данные для составления отчетов, научных публикаций; осуществлять апробацию и внедрение результатов исследования Имеет практический опыт: разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок; методами представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок, разработки методик, планов и программ проведения научных исследований и разработок; применения методов представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок</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 |
| | | 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 |
| контрольное задание № 2: численное моделирование фермы (или балки) при силовом воздействии в математической системе Matlab. | 10,75 | 10.75 |
| Подготовка к зачету | 10 | 10 |

| | | |
|--|------|-------|
| контрольное задание № 1: работа с программным обеспечением Matlab. | 15 | 15 |
| 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 | Введение | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | Формирование матрицы жёсткости стержневого конечного элемента (КЭ) в местной и глобальной системах координат | 10 | 6 | 4 | 0 |
| 3 | Формирование матрицы жёсткости системы, матрицы правых частей, разрешение задачи | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 4 | Компьютерная реализация алгоритма МКЭ | 12 | 4 | 8 | 0 |

5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1 | 1 | Общая идея метода конечных элементов (МКЭ). Термины и определения. Постановка задачи и предпосылки расчёта. Понятие направляющих косинусов | 2 |
| 2 | 2 | Формирование матрицы жёсткости КЭ стержня, работающего в условиях центрального растяжения-сжатия (в местной системе координат) | 2 |
| 3 | 2 | Формирование кинематической и статической матриц | 2 |
| 4 | 2 | Формирование матрицы жёсткости КЭ стержня, работающего в условиях прямого изгиба (в местной системе координат) | 2 |
| 5 | 3 | Формирование глобальной матрицы жёсткости системы | 2 |
| 6 | 3 | Формирование матрицы правых частей и разрешение задачи | 2 |
| 7 | 4 | Реализация алгоритма МКЭ на ЭВМ (начало) | 2 |
| 8 | 4 | Реализация алгоритма МКЭ на ЭВМ (окончание) | 2 |

5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1 | 2 | Построение матрицы жесткости для расчёта плоской решётчатой стержневой конструкции (стропильной или мостовой фермы) | 4 |
| 2 | 3 | Построение матрицы жесткости для расчёта стержневой конструкции (балка в условиях прямого изгиба) | 2 |
| 3 | 3 | Расчет стержневых систем на температурное воздействие | 2 |
| 4 | 4 | Статический расчёт плоской стержневой конструкции | 4 |
| 5 | 4 | Статический расчёт плоской комбинированной стержневой конструкции (шпренгельная балка) | 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 |
| контрольное задание № 2: численное моделирование фермы (или балки) при силовом воздействии в математической системе Matlab. | 1. Основная литература: источники 1, 2. 2. Дополнительная литература: источник 1. 3. Методическое пособие для СРС | 3 | 10,75 |
| Подготовка к зачету | 1. Основная литература: источники 1, 2. 2. Дополнительная литература: источник 1. | 3 | 10 |
| контрольное задание № 1: работа с программным обеспечением Matlab. | 1. Основная литература: источники 1, 2. 2. Дополнительная литература: источник 1. 3. Методическое пособие для СРС | 3 | 15 |

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 | Контрольная работа по разделу 1 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС | зачет |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Контрольная работа по разделу 2 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС | зачет |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Контрольная работа по разделу 3 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС. | зачет |
| 4 | 3 | Текущий контроль | Контрольная работа по разделу 4 | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС | зачет |
| 5 | 3 | Текущий | Защита | 1 | 10 | 0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 | зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|---------------------|---|-----|---|-------|
| | | контроль | контрольных заданий | | | баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов - ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС. | |
| 6 | 3 | Промежуточная аттестация | Зачет | - | 100 | 85...100 баллов - Полные правильные ответы на вопросы и правильное решение задач. 75...84 балла - Неполные, но правильные ответы на вопросы и правильное решение задач, либо полные правильные ответы на вопросы и небольшие ошибки в задачах. 60...74 - Неполные, но правильные ответы на вопросы и небольшие ошибки в задачах, либо полные правильные ответы на вопросы и неверно решенные задачи. 0...59 - Неверные ответы на вопросы и небольшие ошибки в задачах | зачет |

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|--|---|
| зачет | Письменный экзамен (1 теоретический вопрос и 1 задача) | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | | | | |
|-------------|--|------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| УК-1 | Знает: понятия перемещений, деформаций, напряжений, усилий; понятия конечного элемента его функций формы; | | | | | + | + | + | + |
| УК-1 | Умеет: численно решать задачи моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния ферменных конструкций из упругого материала; | | | | | + | + | + | + |
| УК-1 | Имеет практический опыт: решения задач с граничными условиями для систем дифференциальных уравнений. | | | | | + | + | + | + |
| ПК-4 | Знает: понятия перемещений, деформаций, напряжений, усилий; понятия конечного элемента его функций формы | + | + | + | | | | | |
| ПК-4 | Умеет: численно решать задачи моделирования и анализа напряженно-деформированного состояния конструкций из упругого материала | + | + | + | | | | | |
| ПК-4 | Имеет практический опыт: решением задач с граничными условиями для систем дифференциальных уравнений | + | + | + | | | | | |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Карякин, А. А. Численные методы решения задач строительства [Текст] Ч. 1 курс лекций для всех форм обучения по направлению "Стр-во" А. Карякин, И. С. Дербенцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. конструкции

и сооружения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2017. - 44, [1] с. ил. электрон. версия

2. Каханер, Д. Численные методы и программное обеспечение Д. Каханер, К. Моулер, С. Нэш; Пер. с англ. под ред. Х. Д. Икрамова. - 2-е изд., стер. - М.: Мир, 2001. - 575 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Потапов, А. Н. Математическая система MATLAB [Текст] Ч. 1 учеб. пособие для самостоят. работы А. Н. Потапов, Е. М. Уфимцев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строительная механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 73, [2] с. ил. электрон. версия

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Расчет статически неопределимых рам с учетом пластических зон методом перемещений: методические указания / Сост. А.Н. Потапов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 55 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Расчет статически неопределимых рам с учетом пластических зон методом перемещений: методические указания / Сост. А.Н. Потапов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 55 с.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. Microsoft-Office(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 |
|---------------------------------|---------|--|
| Практические занятия и семинары | 604 (1) | Системный блок Intel + монитор LCD – 13 шт., Проектор ASER PD100D, мультимедийная система: Колонки JetBalanceJB-3812x30Вт-2шт, микрофон SHURE C606-N-динамический с выкл.и кабелем, мультимедийный информационный комплекс: документ-камера ASER Video CP300, монитор ASER 19», специализированный рабочий стол преподавателя, пульт управления видеокоммутатором, принтер лазерный HP6L, Microsoft- |

| | | |
|--------|------------|--|
| | | Windows(бессрочно) |
| Лекции | 604 (1) | Системный блок Intel + монитор LCD – 13 шт., Проектор ASER PD100D, мультимедийная система: Колонки JetBalanceJB-3812x30Вт-2шт, микрофон SHURE C606-N-динамический с выкл.и кабелем, мультимедийный информационный комплекс: документ-камера ASER Video CP300, монитор ASER 19», специализированный рабочий стол преподавателя, пульт управления видеокоммутатором, принтер лазерный HP6L, Microsoft-Windows(бессрочно) |