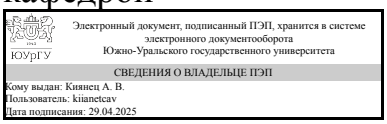
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой



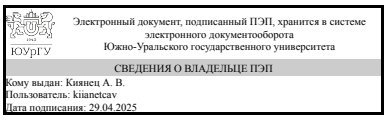
А. В. Киянец

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

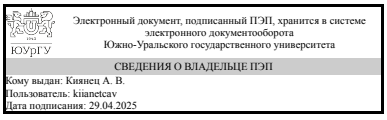
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 482

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



А. В. Киянец

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



А. В. Киянец

Челябинск

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, вырабатывать 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
История и методология науки и техники, Функционально-стоимостной анализ строительных систем, Динамика и устойчивость сооружений, Специальные разделы высшей математики, Производственная практика (технологическая) (2 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Производственная практика (преддипломная) (4 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа) (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 математическойфизики, теории корреляции случайных величини приложения математической статистики, основы теории уравнений математическойфизики, теории корреляции случайных величини приложения математической статистики Умеет: распознавать основные типы начально-краевых задач для уравнений математическойфизики, высчитывать коэффициент корреляции,оценивать вероятностные параметры с помощьюматематической статистики, распознавать основные типы начальнокраевых задач для уравнений математическойфизики, высчитывать коэффициент корреляции,оценивать вероятностные параметры с помощьюматематической статистики Имеет практический опыт: классификации уравненийматематической физики на эллиптические,гиперболические и параболические типы;относить вариационные ряды к той или инойвероятностной модели, классификации уравненийматематической физики на эллиптические,гиперболические и параболические типы;относить вариационные ряды к той или инойвероятностной 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,

	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»
Динамика и устойчивость сооружений	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
История и методология науки и техники	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
Учебная практика (научно-исследовательская работа) (2 семестр)	Знает: основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы об-работки 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 об-работки 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
Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр)	Знает: основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы об-работки 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 научныхисследований; подготовить данные для составления отчетов, научныхпубликаций; осуществлять апробацию ивнедрение 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, организациивнедрения результатов исследований и практических разработок
Производственная практика (технологическая) (2 семестр)	Знает: современные методы исследований, программные комплексы, современное исследовательское оборудование и приборы, методы анализа существующих разработок по данной теме, средства автоматического проектирования, основные положения методологии научных исследований; требования к научно-исследовательским работам; методы постановки и проведения экспериментов, метрологическое обеспечение; методы об-работки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента Умеет: 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, 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: 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, разработки методик, планов и программ проведения научных исследований и разработок; применения методов представления результатов выполненных работ, организации внедрения результатов исследований и практических разработок
Учебная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	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 об-работки и анализа результатов, идентификации теории и эксперимента Умеет: выполнить постановку научно-технической задачи, выбрать методические способы и средства ее решения; применять методы научныхисследований; 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, организациивнедрения 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

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
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,75	35,75
Подготовка к зачету	10	10
контрольное задание № 1: работа с программным обеспечением Matlab.	15	15
контрольное задание № 2: численное моделирование фермы (или балки) при силовом воздействии в математической системе Matlab.	10,75	10.75

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
Подготовка к зачету	1. Основная литература: источники1, 2. 2. Дополнительная литература: источник 1.	3	10
контрольное задание № 1: работа с программным обеспечением Matlab.	1. Основная литература: источники1, 2. 2. Дополнительная литература: источник 1. 3. Методическое пособие для СРС	3	15
контрольное задание № 2: численное моделирование фермы (или балки) при силовом воздействии в математической системе Matlab.	1. Основная литература: источники1, 2. 2. Дополнительная литература: источник 1. 3. Методическое пособие для СРС	3	10,75

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	Учи-тыва-ется 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 контроль	Защита контрольных заданий	1	10	0-6 баллов - ответ неправильный. 7-8 баллов - ответ правильный, но есть незначительные ошибки. 9-10 баллов -	зачет

						ответ правильный, имеется сведения из дополнительного материала СРС.	
6	3	Проме-жуточная 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. 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	Системный блок Intel + монитор LCD – 13 шт., Проектор ASER PD100D,

	(1)	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)