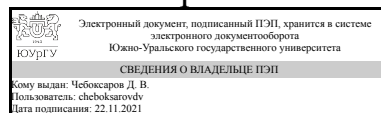


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Машиностроительный



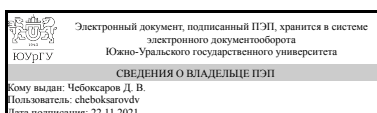
Д. В. Чебоксаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.08 Введение в метод конечных элементов для решения задач в строительстве
для направления 08.03.01 Строительство
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Строительство и реконструкция зданий
форма обучения очная
кафедра-разработчик Строительство

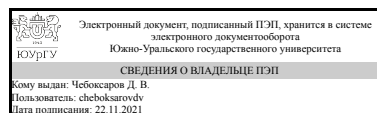
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

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



Д. В. Чебоксаров

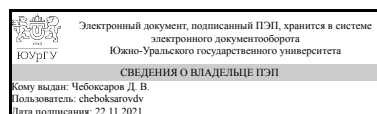
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



Д. В. Чебоксаров

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.техн.н., доц.



Д. В. Чебоксаров

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: Обучение теоретическим и практическим основам метода конечных элементов (МКЭ) и использованию в строительном проектировании современных программных комплексов, реализующих МКЭ (владение основными идеями, приемами их алгоритмизации; практическими навыками выполнения и контроля правильности расчётов, сочетания МКЭ с проектирующими модулями современных программных комплексов). Обучение учащихся навыкам самостоятельного совершенствования своих знаний и практических навыков в области применения метода конечных элементов в строительном проектировании. Задачи: В результате обучения учащиеся должны получить следующие знания и представления: 1. о теоретических и практических вопросах метода конечных элементов и программного обеспечения; 2. об алгоритмизации и компьютерной реализации версии метода конечных элементов в форме метода перемещений; 3. о современном программном обеспечении МКЭ (на примере программного комплекса SCAD Office).

Краткое содержание дисциплины

Введение. Понятие и структура расчётной модели МКЭ. Глубина моделирования. Основные понятия МКЭ. Понятие о конечных элементах(КЭ), типы и атрибуты КЭ. Теоретические основы МКЭ. Матрицы жёсткости КЭ. Локальна и глобальна система координат. Формирование глобальной матрицы жёсткости. Учёт кинематических граничных условий. Теория и расчёт непрерывных (континуальных) систем средствами МКЭ. Программные комплексы на основе МКЭ для расчёта объектов строительства. Практические вопросы построения и реализации конечно-элементных моделей.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-9 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения	Знает: – Методы, приемы и средства численного анализа – Методы математической обработки данных Умеет: – Определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности, их окружения или их частей Имеет практический опыт: – Определения критериев анализа сведений об объекте инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности для выполнения моделирования и расчетного анализа

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Строительная механика, Практикум по виду профессиональной

	деятельности, Компьютерные методы расчета и конструирования, Производственная практика, преддипломная практика (8 семестр), Производственная практика, проектная практика (6 семестр)
--	---

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Кристалл. Решение задач по теме "Эпюры внутренних силовых факторов"	8	8	
SCAD++. Решение задач по теме "Расчеты на прочность при растяжении-сжатии и кручении"	12	12	
SCAD++. Решение задач по теме "Расчеты на прочность при изгибе"	25,75	25.75	
Конструктор сечений. Решение задач по теме "Геометрические характеристики плоских фигур"	8	8	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
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. Понятие и структура расчётной модели МКЭ. Основные понятия МКЭ. Понятие о конечных элементах.	2	2	0	0

2	Теоретические основы МКЭ.	4	2	2	0
3	Матрицы жёсткости КЭ. Локальна и глобальна система координат. Учет кинематических граничных условий.	8	4	4	0
4	Теория и расчёт непрерывных систем средствами МКЭ	4	4	0	0
5	Программные комплексы на основе МКЭ для расчета зданий	2	2	0	0
6	Практические вопросы построения и реализации конечно-элементных моделей.	28	2	26	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Понятие и структура расчётной модели МКЭ. Основные понятия МКЭ. Понятие о конечных элементах.	2
2	2	Основные понятия вариационного исчисления. Уравнения теории упругости в векторно-матричной форме. Принцип возможных перемещений для идеального линейно-упругого тела. Вариационный принцип Лагранжа.	2
3	3	Матрица жёсткости стержневого конечного элемента на примере стержня с двумя степенями свободы в узле (вывод записей всех членов матрицы). Способ получения членов матрицы при помощи функции перемещений в форме степенных полиномов. Записи матриц жёсткости для стержневых конечных элементов с тремя, пятью степенями свободы. Формирование глобальной системы уравнений на примере плоской стержневой системы: общие положения, общая и местная системы координат, формирование уравнений равновесия узлов, заполнение глобальной матрицы жёсткости. Понятие о МКЭ как о матричной форме метода перемещений. Универсальная схема решения задач МКЭ: матрица жёсткости конечного элемента – переход от местных к общей системе координат – формирование глобальной матрицы жёсткости. О ленточной структуре глобальной матрицы жёсткости.	4
4	4	Конечные элементы континуальных систем: понятие, определение, классификация. Членение расчётных схем на конечные элементы. Связь МКЭ континуальных систем с методом перемещений. Аппроксимация функций перемещений степенными полиномами. Построение матриц жёсткости треугольного и прямоугольных четырёх - и восьмиузловых плоских конечных элементов. Формирование глобальной матрицы жёсткости: общий подход, практическая реализация на примерах. Характеристика современных континуальных конечных элементов (таблица, пояснения). Теория и практика конечноэлементной схематизации проектируемых объектов. Примеры решения научных и практических задач	4
5	5	Общие принципы построения. Программный комплекс «SCAD Office»: технические возможности, библиотеки конечных элементов, функциональные модули. Входная и выходная информация. Проектные (аналитические и конструкторские) программы. Работа пользователя.	2
6	6	Источники погрешностей и ошибок МКЭ. Методы решения линейных алгебраических уравнений с разреженными матрицами коэффициентов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Основы теории матриц.	2

2-3	3	Пример ручного расчёта плоской стержневой системы МКЭ	4
4-5	6	Вспомогательная программа "Конструктор сечений". Решение задач №№1-2 курса Техническая механика	4
6-7	6	Проектно-аналитическая программа "Кристалл". Построение эпюр. Решение задач №№ 3-6 курса Техническая механика.	4
8-10	6	Студенты под руководством преподавателя моделируют плоскую шарнирно-стержневую систему. Самостоятельное моделирование плоской шарнирно-стержневой системы по вариантам (задача №7 курса Техническая механика)	6
11-12	6	Студенты под руководством преподавателя моделируют вал переменного сечения. Самостоятельное моделирование вала переменного сечения по вариантам (задача №8 курса Техническая механика)	4
13-15	6	Студенты под руководством преподавателя моделируют плоскую статически определимую балку. Самостоятельное моделирование плоской статически определимой балки по вариантам (задача №9 курса Техническая механика)	6
16	6	Создание отчетов по решенным задачам внутренними методами SCAD Office. Редактирование и оформление отчетов	2

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
Кристалл. Решение задач по теме "Эпюры внутренних силовых факторов"	Вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Статический расчет : учебное пособие /А.И.Габитов, А.А.Семенов и др. - М.: Издательство АСВ ; Издательство СКАД СОФТ, 2016. - 242 с.:ил.	4	8
SCAD++. Решение задач по теме "Расчеты на прочность при растяжении-сжатии и кручении"	Вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Статический расчет : учебное пособие /А.И.Габитов, А.А.Семенов и др. - М.: Издательство АСВ ; Издательство СКАД СОФТ, 2016. - 242 с.: ил.	4	12
SCAD++. Решение задач по теме "Расчеты на прочность при изгибе"	Вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Статический расчет : учебное пособие /А.И.Габитов, А.А.Семенов и др. - М.: Издательство АСВ ; Издательство СКАД СОФТ, 2016. - 242 с.: ил.	4	25,75
Конструктор сечений. Решение задач по теме "Геометрические характеристики плоских фигур"	Вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Статический расчет : учебное пособие /А.И.Габитов, А.А.Семенов и др. - М.: Издательство АСВ ; Издательство СКАД СОФТ, 2016. - 242 с.:ил.	4	8

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	4	Текущий контроль	Отчеты по расчету геометрических характеристик. Задачи №1-2	1	1	Если отчет выполнен в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ 04-2008 и результаты расчета совпали с "ручным" расчетом, выполненным в курсе "Техническая механика", то студент получает 1 балл	зачет
2	4	Текущий контроль	Отчеты по расчету эпюр ВСФ. Задачи №3-6	1	1	Если отчет выполнен в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ 04-2008 и результаты расчета совпали с "ручным" расчетом, выполненным в курсе "Техническая механика", то студент получает 1 балл	зачет
3	4	Текущий контроль	Отчет по расчету прочности стержней при растяжении-сжатии. Задача №7	1	1	Если отчет выполнен в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ 04-2008 и результаты расчета совпали с "ручным" расчетом, выполненным в курсе "Техническая механика", то студент получает 1 балл	зачет
4	4	Текущий контроль	Отчет по расчету прочности стержней при кручении. Задача №8	1	1	Если отчет выполнен в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ 04-2008 и результаты расчета совпали с "ручным" расчетом, выполненным в курсе "Техническая механика", то студент получает 1 балл	зачет
5	4	Текущий контроль	Отчет по расчету прочности стержней при изгибе. Задача №9-11	1	3	Если отчет выполнен в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ 04-2008 и результаты расчета совпали с "ручным" расчетом, выполненным в курсе "Техническая механика", то студент получает 1 балл	зачет
6	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	1	Оценивание ответов: 2 балла – схема полностью или практически полностью смоделирована; 1 балл – схема смоделирована, но имеются ошибки в нагрузках, условиях закрепления, назначении жесткостей, шарниров, жестких вставок; 0 – схема не уходит на расчет или смоделирована другая расчетная схема. Если обучающийся набирает 0 баллов, то получает "не зачтено". Если набирает 2 балла, то получает "зачтено". Если студент набрал 2 балл – проходит дополнительное устное собеседование.	зачет

					Устное собеседование Преподаватель задаёт по очереди до трёх дополнительных вопросов по моделированию предложенной расчетной схемы, на которые обучающемуся необходимо ответить. За каждый правильный ответ студент получает 1 балл. Если в сумме с баллами за письменные ответы студент набирает 2 балла, то получает "зачтено". В противном случае – "не зачтено".	
--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	К зачёту по дисциплине допускаются обучающиеся, выполнившие все требования рабочей программы дисциплины. При явке на зачёт обучающиеся обязаны иметь при себе зачётную книжку. Приём зачёта у студента без зачётной книжки не допускается. Зачёт является недифференцированным. Т.е по результатам сдачи студент получает "зачтено" или "не зачтено". Если в течение семестра обучающийся сдал все задания, то зачет выставляется по результатам работы в семестре. Если обучающийся в течение семестра сдал менее 60% заданий, то он до зачета не допускается. Если обучающийся в течение семестра сдал более 60, но менее 100% заданий, то он сдает зачет. В процессе зачёта обучающиеся 40 минут моделируют в ПК SCAD Office предложенную расчетную схему. Затем преподаватель проверяет работы	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ПК-9	Знает: – Методы, приемы и средства численного анализа – Методы математической обработки данных	+	+	+	+	+	+
ПК-9	Умеет: – Определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности, их окружения или их частей	+	+	+	+	+	+
ПК-9	Имеет практический опыт: – Определения критериев анализа сведений об объекте инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности для выполнения моделирования и расчетного анализа	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Габитов, А.И. Вычислительный комплекс SCAD в учебном процессе. Статический расчет : учебное пособие /А.И.Габитов, А.А.Семенов - М.: Издательство АСВ ; Издательство СКАД СОФТ, 2013. - 248 с.:ил.

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Пример содержания отчета

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Пример содержания отчета

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кашеварова, Г. Г. Основы автоматизации проектирования в строительстве : учебное пособие / Г. Г. Кашеварова. — Пермь : ПНИПУ, 2007. — 300 с. — ISBN 978-5-88151-828-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160426 (дата обращения: 26.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Грудцина, Г. А. Использование ПБК SCAD при расчёте несущих конструкций : учебное пособие / Г. А. Грудцина, Д. А. Батуркин. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/175935 (дата обращения: 26.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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		Персональные компьютеры с установленным программным

и семинары		комплексом SCAD Office в инженерно-вычислительном центре факультета
Самостоятельная работа студента		Персональные компьютеры с установленным программным комплексом SCAD Office в инженерно-вычислительном центре факультета
Лекции		Мультимедиа-проектор, персональный компьютер с установленным программным комплексом SCAD Office