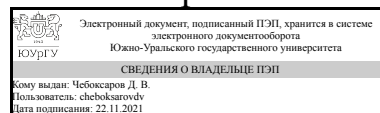


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Машиностроительный



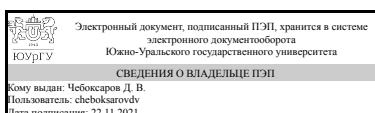
Д. В. Чебоксаров

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

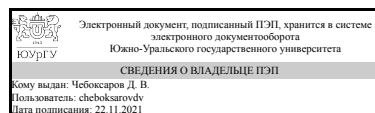
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 481

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



Д. В. Чебоксаров

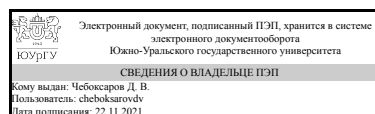
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., заведующий
кафедрой



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, приёмами 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	Железобетонные и каменные конструкции, Металлические конструкции,

	Компьютерные методы расчета и конструирования, Основания и фундаменты, Строительная механика, Практикум по виду профессиональной деятельности, Реконструкция и усиление зданий и сооружений, Механика грунтов, Конструкции из дерева и пластмасс, 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	
Конструктор сечений. Решение задач по теме "Геометрические характеристики плоских фигур"	8	8
SCAD++. Решение задач по теме "Расчеты на прочность при изгибе"	25,75	25.75
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
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 разряженными 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
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
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
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	4	12

	АСВ ; Издательство СКАД СОФТ, 2016. - 242 с.: ил.		
--	---	--	--

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	Учитывается 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	зачет

					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. 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
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
Практические занятия и семинары		Персональные компьютеры с установленным программным комплексом SCAD Office в инженерно-вычислительном центре факультета