

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Вятский государственный университет»
(ВятГУ)
г. Киров

Утверждаю
Директор/Декан Синицына О. В.



Номер регистрации
РПД_3-08.03.01.01_2017_125711
Актуализировано: 17.06.2021

Рабочая программа дисциплины
Метод конечных элементов в строительном проектировании (Модуль 2)

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	08.03.01
	шифр
	Строительство
	наименование
Направленность (профиль)	3-08.03.01.01
	шифр
	Промышленное и гражданское строительство
	наименование
Формы обучения	Заочная, Очная
	наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра строительных конструкций и машин (ОРУ)
	наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра строительного производства (ОРУ)
	наименование

Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Тюкалов Юрий Яковлевич
ФИО

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Цель изучения дисциплины ознакомить студентов с современными методами расчета строительных конструкций
Задачи дисциплины	- изучение основных положений метода конечных элементов - изучение структуры программных комплексов, использующих метод конечных элементов

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция ПК-1

Способен к разработке, планированию и контролю выполнения мероприятий, направленных на выполнение строительных работ		
Знает	Умеет	Владеет
Особенности и принципы применения в расчетах метода конечных элементов	выполнять расчеты конструкций зданий и сооружений с применением метода конечных элементов	Способностью к расчету конструкций зданий и сооружений с применением метода конечных элементов

Компетенция ПК-6

Способен разрабатывать техническую документацию в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности		
Знает	Умеет	Владеет
принципы создания информационной модели здания или конструкции с применением метода конечных элементов, формирование и особенности работы программных комплексов	выполнять расчеты в сфере инженерно-технического проектирования с использованием метода конечных элементов	Способностью читать и разрабатывать техническую документацию в сфере инженерно-технического проектирования с использованием в расчетах метода конечных элементов

Компетенция ПК-7

Способен выполнять необходимые расчеты для составления проектной и рабочей документации в сфере инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности		
Знает	Умеет	Владеет
основные методики и принципы расчетов с применением метода конечных элементов	выполнять расчеты необходимые для составления проектной и рабочей документации	Способностью выполнять необходимые расчеты для составления проектной и рабочей документации в сфере инженерно-технического проектирования

Структура дисциплины
Тематический план

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Теоретические основы метода конечных элементов	ПК-1
2	Программные комплексы	ПК-6, ПК-7
3	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-1, ПК-6, ПК-7

Формы промежуточной аттестации

Зачет	5 семестр (Очная форма обучения) 6 семестр (Заочная форма обучения)
Экзамен	Не предусмотрен (Очная форма обучения) Не предусмотрен (Заочная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	3	5	72	2	51.5	36	18	18	0	20.5		5	
Заочная форма обучения	3	6	72	2	6.5	6	2	4	0	65.5		6	

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Теоретические основы метода конечных элементов»		44.00
Лекции		
Л1.1	Общие положения метода конечных элементов в форме метода перемещений.	2.00
Л1.2	Энергия деформаций, потенциал внешних сил.	2.00
Л1.3	Построение разрешающих уравнений на основе функционала Лагранжа	2.00
Л1.4	Оценка точности решения, получаемого методом конечных элементов в форме перемещений.	2.00
Л1.5	Определение внутренних усилий и напряжений.	2.00
Л1.6	Основные положения метода конечных элементов в напряжениях.	2.00
Л1.7	Формирование разрешающих уравнений на основе функционала Кастилиано.	2.00
Семинары, практические занятия		
П1.1	Получение локальной матрицы жесткости	2.00
П1.2	Получение локально грузового вектора	2.00
П1.3	Формирование глобальной матрицы жесткости	2.00
П1.4	Формирование глобального грузового вектора	2.00
П1.5	Формирование расчетной схемы	2.00
П1.6	Использование МКЭ для расчета стержневых конструкций	2.00
П1.7	Использование МКЭ для расчета плоскостных конструкций	2.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Аппроксимирующие полиномы	3.00
С1.2	Методы решения линейных алгебраических уравнения, используемые в методе конечных элементов	2.00
С1.3	Смешанные функционалы	2.00
С1.4	Зарубежные программные комплексы. Обзор	2.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	7.00
Раздел 2 «Программные комплексы»		24.00
Лекции		
Л2.1	Принципы построения программных комплексов метода конечных элементов	2.00
Л2.2	Презентация программных комплексов	2.00
Семинары, практические занятия		
П2.1	Знакомство с комплексом "Альфа"	2.00
П2.2	Знакомство с комплексом "Лира"	2.00
Самостоятельная работа		

C2.1	Знакомство с программным комплексом "SCAD"	8.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	8.00
Раздел 3 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		4.00
33.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
КВР3.1	Сдача зачета	0.50
ИТОГО		72.00

Заочная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Теоретические основы метода конечных элементов»		50.00
Лекции		
Л1.1	Общие положения метода конечных элементов в форме метода перемещений.	2.00
Л1.2	Энергия деформаций, потенциал внешних сил.	
Л1.3	Построение разрешающих уравнений на основе функционала Лагранжа	
Л1.4	Оценка точности решения, получаемого методом конечных элементов в форме перемещений.	
Л1.5	Определение внутренних усилий и напряжений.	
Л1.6	Основные положения метода конечных элементов в напряжениях.	
Л1.7	Формирование разрешающих уравнений на основе функционала Кастилиано.	
Семинары, практические занятия		
П1.1	Получение локальной матрицы жесткости	2.00
П1.2	Получение локально грузового вектора	2.00
П1.3	Формирование глобальной матрицы жесткости	
П1.4	Формирование глобального грузового вектора	
П1.5	Формирование расчетной схемы	
П1.6	Использование МКЭ для расчета стержневых конструкций	
П1.7	Использование МКЭ для расчета плоскостных конструкций	
Самостоятельная работа		
С1.1	Аппроксимирующие полиномы	10.00
С1.2	Методы решения линейных алгебраических уравнения, используемые в методе конечных элементов	20.00
С1.3	Смешанные функционалы	12.00
С1.4	Зарубежные программные комплексы. Обзор	2.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	
Раздел 2 «Программные комплексы»		18.00
Лекции		

Л2.1	Принципы построения программных комплексов метода конечных элементов	
Л2.2	Презентация программных комплексов	
Семинары, практические занятия		
П2.1	Знакомство с комплексом "Альфа"	
П2.2	Знакомство с комплексом "Лира"	
Самостоятельная работа		
С2.1	Знакомство с программным комплексом "SCAD"	18.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	
Раздел 3 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		4.00
З3.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
КВР3.1	Сдача зачета	0.50
ИТОГО		72.00

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Учебная литература (основная)

1) Сегерлинд, Л. Применение метода конечных элементов / Л. Сегерлинд. - Москва : Мир, 1979. - 392 с. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457056/> (дата обращения: 03.03.2021). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

2) Деклу, Ж. Метод конечных элементов / Ж. Деклу. - Москва : Мир, 1976. - 95 с. - Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456946/> (дата обращения: 03.03.2021). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

Учебная литература (дополнительная)

1) 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 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172238> (дата обращения: 20.04.2021). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

2) Даутов, Р. З. Программная реализация метода конечных элементов в MATLAB / Р. З. Даутов. - Казань : КФУ, 2014. - 106 с. - ISBN 978-5-00019-313-6 : Б. ц. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72805 (дата обращения: 20.04.2021). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

Учебно-методические издания

1) Программный комплекс "Альфа" : метод. указания к выполнению лабор. работ по курсу "Автоматизация строительного проектирования" для студентов дневного обучения спец. 270102 "Промышленное и гражданское строительство": спец. 270105 "Городское строительное хозяйство" / ВятГУ, ФСА, каф. СК ; сост. Ю. Я. Тюкалов. - Киров : ВятГУ, 2010. - х. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Мельчаков, Михаил Александрович. Расчеты на прочность с использованием метода конечных элементов : учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных, практических работ и самостоятельной работы студентов направлений для всех технических направлений всех форм обучения / М. А. Мельчаков, С. М. Поляков ; ВятГУ, КирПИ, ФТИД, каф. МОК. - Киров : ВятГУ, 2021. - 52 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 12.02.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

Электронные образовательные ресурсы

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-08.03.01.01
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru)
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-A141V С ЭКРАНОМ НАСТЕННЫМ 180*180СМ, ШТАТИВОМ PROFFIX 63-100СМ И КАБЕЛЕМ VGA 15.2М
НОУТБУК HP 4530s Intel Core i3-2350M/15.6 HD AG LED SVA

Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР ICL SAFERAY S171

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:
https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=125711