

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 31.03.2023 19:19:19
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems
/ Применение метода конечных элементов в строительных задачах

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной
профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП
ВО):**

Civil Engineering and Built Environment / Строительная инженерия и
построенная среда (англ.)

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах» заключается в приобретении знаний, умений, навыков и опыта в области расчета конструкций и конструкций, которые характеризуют этапы формирования компетенции и обеспечивают достижение запланированных результатов освоения образовательной программы.

Основными целями дисциплины "Применение метода конечных элементов для решения задач гражданского строительства" являются следующие. МКЭ в расчетах строительных конструкций - это экспериментальная и теоретическая наука, где широко используются экспериментальные данные и теоретические исследования. Различные конструкции и сооружения, проектированием и строительством которых занимается инженер, должны быть рассчитаны на прочность, жесткость, устойчивость. Эта дисциплина учит студента правильному выбору конечных элементов и их размеров для решения конкретных строительных задач с использованием метода сил или перемещений.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины) «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах»

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-2	Разработка проектной продукции по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	ПК-2.1 Способен выполнять инженерно-техническое проектирование и разрабатывать проектную продукцию на строительные конструкции, основания и фундаменты; ПК-2.2 Способен выполнять инженерно-техническое проектирование и разрабатывать проектную продукцию на инженерные системы и инженерные сооружения

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах» относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений* блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
ПК-2	Разработка проектной продукции по результатам инженерно-	Digital technologies in construction / Цифровые технологии в строительстве;	Desin Practice / Проектная практика; Technological Practice / Технологическая практика;

	технического проектирования для градостроительной деятельности	Structural Design in Steel / Проектирование стальных строительных конструкций; Nanotechnology in Civil Engineering / Нанотехнологии в строительстве; Structural Design in Reinforced Concrete: Special Topics / Проектирование железобетонных конструкций: Спецкурс; Structural Dynamics / Динамика сооружений; Structural Design in Reinforced Concrete / Проектирование железобетонных конструкций; Building materials: Special Topics / Строительные материалы: спецкурс; Structural Design in Steel: Special Topics / Проектирование стальных строительных конструкций: Спецкурс; Modelling of Construction Processes / Моделирование строительных процессов	Pre-Graduation Practice / Преддипломная практика
--	--	---	--

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах» составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр(ы)			
		3			
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36	36			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	0	0			

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр(ы)			
		3			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	18			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	45	45			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27	27			
Курсовая работа/проект, зач.ед.		1			
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108		
	зач.ед.	3	3		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Теория плоских напряжений и плоских деформаций	Приближения плоских напряжений и плоских деформаций. Системы координат. Смещение материальных точек. Состояние напряжения. Равновесие напряжений в точке. Тема 1.2. Основные уравнения. Граничные условия. Дифференциальная форма основных уравнений. Метод взвешенных остатков. Интегральная форма основных уравнений.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Введение в метод конечных элементов	Концепция конечных элементов. Описание формы конечного элемента. Четырехугольные элементы. Треугольные элементы. Интерполяция переменных в конечных элементах. - Дифференцирование функций в конечных элементах: Дифференцирование функций формы. Дифференциация поведенческих переменных -Интегрирование функций в конечных элементах: Интегрирование по четырехугольным элементам; Интегрирование по треугольным элементам. - Численное интегрирование. Одномерное интегрирование по Гауссу: интегрирование по Гауссу в четырехугольниках; Интегрирование по Гауссу в треугольниках.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Потенциальная энергия и приближенный анализ.	Этот раздел позволит учащемуся: а) Разработать выражения для энергии деформации, проделанной работы и потенциальной энергии для задач с балками и стержнями	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p>б) Понимать и применять концепцию минимальной потенциальной энергии.</p> <p>в) Понимать метод Рэлея-Ритца как введение в метод конечных элементов</p>	
<p>Раздел 4. Разработка конечных элементов и применение стержневых элементов</p>	<p>Этот раздел позволит учащемуся:</p> <p>а) Распознать поле смещения и функции формы, используемые при формулировке стержневого конечного элемента.</p> <p>б) Вывести матрицу жесткости, а также вектор нагрузки из-за различных условий нагрузки, действующих на стержневой элемент.</p> <p>с) Выполнить анализ методом конечных элементов для задачи о стержне, чтобы вычислить перемещения и напряжения по длине стержня.</p> <p>д) Судить о точности конкретной сетки элементов стержня, используемой для решения определенной задачи</p>	ЛК, СЗ
<p>Раздел 5. Введение в теорию упругости</p>	<p>Этот раздел позволит учащемуся понять основные уравнения равновесия и кинематические уравнения, определяющие соотношения, а также выражение потенциальной энергии для двумерных задач упругости плоских напряжений и плоских деформаций</p>	ЛК, СЗ
<p>Раздел 6. Функции формы для двумерных задач</p>	<p>Этот раздел позволит учащемуся:</p> <p>а) Распознавать различные типы элементов, используемых для решения задач на двумерной плоскости.</p> <p>б) Распознавать естественные системы координат, функции формы, используемые в различных элементах 2-D плоскости.</p> <p>в) Вычислить выражение Якобиана для различных элементов двумерной плоскости</p>	ЛК, СЗ
<p>Раздел 7. Формулировка и применение конечных элементов с помощью треугольного элемента с постоянным напряжением (CST)</p>	<p>Этот раздел позволит учащемуся:</p> <p>а) Вывести матрицу жесткости, а также вектор нагрузки для различных условий нагрузки, действующих на элемент CST.</p> <p>б) Узнать, как справиться с эффектом наклонных границ.</p> <p>с) Выполнить конечно-элементный анализ двумерных задач с использованием элементов CST</p>	ЛК, СЗ
<p>Раздел 8. Полезные соображения при моделировании</p>	<p>Этот раздел позволит учащемуся:</p> <p>а) Учитывать некоторые основные соображения при построении сетки конечных элементов, включая размер элемента и сортировку.</p>	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	б) Знать, как пронумеровать сетку конечных элементов, чтобы оптимизировать память компьютера и время выполнения	

* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 14 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	ПО: SCAD, Лира, Ansys
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается ОБЯЗАТЕЛЬНО!

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Advanced Finite Element Method in Structural Engineering. 2009. Publisher: Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-00316-5
2. Norrie, D.H. A first course in the finite element method. 3(2)1987. 162–163 p. ISBN:0534552986.
3. Cook, R.D., Malkus, D.S., Plesha, M.E., Witt, R.J. Cook, Malkus, Plesha, Witt - Concepts and Application of Finite Element Analysis - 4a. ed. - J. Wiley - 2002 – 733 2002.

Дополнительная литература:

1. Algorithms for Solving the Parametric Self-Adjoint 2D Elliptic Boundary-Value Problem Using High-Accuracy Finite Element Method [Text] = Algorithms for solving the Parametric Self-Adjoint elliptic boundary value problem in a two-dimensional domain by the high-order finite element method

// Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia: Mathematics. Computer science. Physics. - 2017. - no. T. 25 (1). - С. 36-55. <http://dx.doi.org/10.22363/2312-9735-2017-25-1>

2. Gusev Alexander Alexandrovich. Finite Element Method of High-Order Accuracy for solving Two-Dimensional Elliptic Boundary-Value Problems of Two and Three Identical Atoms in a Line : article in English / A. A. Gusev // Bulletin of the Russian University of Friendship of Peoples: Mathematics. Computer science. Physics. - 2018. - no. t. 26 (3). - p. 226-243. <http://journals.rudn.ru/miph/article/view/18988/16003>

3. Solution of the Boundary-Value Problem for a Systems of ODEs of Large Dimension: Benchmark Calculations in the Framework of Kantorovich Method [Text] = Solution of boundary-value problems for systems of ODES of large dimension: reference calculations within the framework of the Kantorovich method. Computer science. Physics. - 2016. - No. 3. - p. 31-37.

<http://journals.rudn.ru/miph/article/view/13387/12817>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в ТУИС!

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering problems / Применение метода конечных элементов в строительных задачах» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

Разработчики:

директор департамента
строительства

должность, БУП



подпись

М.И. Рынковская

Фамилия И.О.

должность, БУП

подпись

Фамилия И.О.

Руководитель БУП

директор департамента
строительства

должность, БУП



подпись

Рынковская М.И.

Фамилия И.О.

Руководитель программы

директор департамента
строительства

должность, БУП



подпись

Рынковская М.И.

Фамилия И.О.