

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 26.05.2026 12:50:47  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Инженерная академия**

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **APPLICATIONS OF FINITE ELEMENT METHOD FOR CIVIL ENGINEERING PROBLEMS**

(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):**

#### **СТРОИТЕЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И ПОСТРОЕННАЯ СРЕДА**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering Problems» входит в программу магистратуры «Строительная инженерия и построенная среда» по направлению 08.04.01 «Строительство» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Кафедра технологий строительства и конструкционных материалов. Дисциплина состоит из 8 разделов и 12 тем и направлена на изучение выбора конечных элементов и их размеров для решения конкретных строительных задач методом сил или перемещений.

Целью освоения дисциплины является получение знаний, умений, навыков и опыта в области расчета конструкций и сооружений, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение запланированных результатов освоения образовательной программы.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering Problems» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

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» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering Problems».

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-технического проектирования для градостроительной деятельности	Digital technologies in construction: Special Topic; Digital technologies in construction; Structural Design in Reinforced Concrete: Special Topics**; Structural Design in Steel**; Nanotechnology in Civil Engineering**; Structural Design in Reinforced Concrete**; Building materials: Special Topics**;	Design Practice; Pre-Graduation Practice; Technological practice;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		Structural Dynamics**; Structural Design in Steel: Special Topics**; Modelling of construction processes**;	

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Applications of Finite Element Method for Civil Engineering Problems» составляет «3» зачетные единицы  
Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
<i>Контактная работа, ак.ч</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	45		45
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
<b>Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы\*

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Теория плоского напряжения и плоской деформации	1.1	Приближения плоского напряженного состояния и плоской деформации. Системы координат. Перемещение материальных точек. Состояние деформации. Состояние напряжения. Равновесие напряжений в точке	Приближения плоского напряженного состояния и плоской деформации. Системы координат. Перемещение материальных точек. Состояние деформации. Состояние напряжения. Равновесие напряжений в точке	ЛК, СЗ
		1.2	Уравнения состояния. Граничные условия. Дифференциальная форма основных уравнений. Метод взвешенных невязок. Интегральная форма основных уравнений	Уравнения состояния. Граничные условия. Дифференциальная форма основных уравнений. Метод взвешенных невязок. Интегральная форма основных уравнений	ЛК, СЗ
Раздел 2	Введение в метод конечных элементов	2.1	Понятие конечного элемента. Описание формы конечного элемента. Четырехугольные элементы. Треугольные элементы. Интерполяция переменных в конечных элементах	Понятие конечного элемента. Описание формы конечного элемента. Четырехугольные элементы. Треугольные элементы. Интерполяция переменных в конечных элементах	ЛК, СЗ
		2.2	Дифференцирование функций в конечных элементах: Дифференцирование функций формы. Дифференцирование поведенческих переменных	Дифференцирование функций в конечных элементах: Дифференцирование функций формы. Дифференцирование поведенческих переменных	ЛК, СЗ
		2.3	Интегрирование функций по конечным элементам: Интегрирование по четырехугольным элементам; Интегрирование по треугольным элементам	Интегрирование функций по конечным элементам: Интегрирование по четырехугольным элементам; Интегрирование по треугольным элементам	ЛК, СЗ
		2.4	Численное интегрирование.	Численное интегрирование. Одномерное интегрирование Гаусса: Интегрирование	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*
		Одномерное интегрирование Гаусса: Интегрирование Гаусса в четырехугольниках; Интегрирование Гаусса в треугольниках	Гаусса в четырехугольниках; Интегрирование Гаусса в треугольниках	
Раздел 3	Потенциальная энергия и приближительный анализ	3.1 Этот раздел позволит студенту: а) Разработать выражения для энергии деформации, проделанной работы и потенциальной энергии для задач балок и стержней. б) Понять и применять концепцию минимальной потенциальной энергии. в) Понимать метод Рэлея-Ритца как введение в метод конечных элементов.	Этот раздел позволит студенту: а) Разработайте выражения для энергии деформации, проделанной работы и потенциальной энергии для задач балок и стержней. б) Понять и применять концепцию минимальной потенциальной энергии. в) Понимать метод Рэлея-Ритца как введение в метод конечных элементов.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Конечно-элементная формулировка и применение стержневых элементов	4.1 Этот раздел позволит студенту: а) Распознать поле перемещений и функции формы, используемые при формулировании конечного элемента стержня. б) Вывести матрицу жесткости, а также вектор нагрузки, обусловленный различными условиями нагрузки, действующими на стержневой элемент. с) Выполнить конечно-элементный анализ для полной задачи стержня, чтобы оценить перемещения и напряжения по длине стержня. г) Оцените точность сетки конкретного стержневого элемента, используемого для решения определенной стержневой задачи.	Этот раздел позволит студенту: а) Распознать поле перемещений и функции формы, используемые при формулировании конечного элемента стержня. б) Вывести матрицу жесткости, а также вектор нагрузки, обусловленный различными условиями нагрузки, действующими на стержневой элемент. с) Выполнить конечно-элементный анализ для полной задачи стержня, чтобы оценить перемещения и напряжения по длине стержня. г) Оцените точность сетки конкретного стержневого элемента, используемого для решения определенной стержневой задачи.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 5	Введение в теорию упругости	5.1	Этот раздел позволит студенту понять основные положения равновесия. и кинематические уравнения, определяющие соотношения, а также выражение потенциальной энергии для двумерной плоскости проблемы упругости напряжения и плоской деформации	Этот раздел позволит студенту понять основные положения равновесия. и кинематические уравнения, определяющие соотношения, а также выражение потенциальной энергии для двумерной плоскости проблемы упругости напряжения и плоской деформации	ЛК, СЗ
Раздел 6	Функции формы для двумерных задач	6.1	Этот раздел позволит студенту: а) Распознавать различные типы элементов, используемых для решения плоских двумерных задач. б) Распознавать естественные системы координат, функции формы, используемые в различных элементах двумерной плоскости. в) Оценить выражение Якоби для различных элементов двумерной плоскости.	Этот раздел позволит студенту: а) Распознавать различные типы элементов, используемых для решения плоских двумерных задач. б) Распознавать естественные системы координат, функции формы, используемые в различных элементах двумерной плоскости. в) Оцените выражение Якоби для различных элементов двумерной плоскости.	ЛК, СЗ
Раздел 7	Формулировка и применение метода конечных элементов с использованием треугольного элемента постоянного напряжения (CST)	7.1	Этот раздел позволит студенту: а) Вывести матрицу жесткости, а также вектор нагрузки из-за различных условий нагрузки, действующих на CST элемент. б) Знать, как справляться с эффектом наклонных границ. в) Выполнить конечно-элементный анализ двумерных задач с использованием элементов CST.	Этот раздел позволит студенту: а) Вывести матрицу жесткости, а также вектор нагрузки из-за различных условий нагрузки, действующих на CST элемент. б) Знать, как справляться с эффектом наклонных границ. в) Выполнить конечно-элементный анализ двумерных задач с использованием элементов CST.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 8	Практические соображения при моделировании	8.1	<p>Этот раздел позволит студенту:</p> <p>а) Определите некоторые основные соображения, которые следует учитывать при построении сетки конечных элементов, включая размер элемента и оценка.</p> <p>б) Знать, как нумеровать сетку конечных элементов, чтобы оптимизировать память компьютера и время выполнения.</p>	<p>Этот раздел позволит студенту: а) Определите некоторые основные соображения, которые следует учитывать при построении сетки конечных элементов, включая размер элемента и оценка. б) Знать, как нумеровать сетку конечных элементов, чтобы оптимизировать память компьютера и время выполнения.</p>	ЛК, СЗ

\* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/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.	
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.	Программное обеспечение: Офис SCAD, Лира, Ансис
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.	
Для самостоятельной работы	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. Расширенный метод конечных элементов в строительной инженерии. 2019. Издатель: Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-00316-5

2. Норри, Д. Х. Первый курс по методу конечных элементов. 3(2)1987. 162–163 стр. ISBN:0534552986.

3. Кук, РД, Малкус, ДС, Плеша, МЭ, Витт, Р. Дж. Кук, Малкус, Плеша, Витт - Концепции и Применение конечно-элементного анализа - 4а. изд. - J. Wiley - 2022 – 733 2022.

### Дополнительная литература:

1. Алгоритмы решения параметрической самосопряженной эллиптической краевой задачи 2D с использованием метода конечных элементов высокого порядка [Текст] = Алгоритмы решения параметрической самосопряженной эллиптической краевой задачи в двумерной области методом конечных элементов высокого порядка// Вестник Российского университета дружбы народов: Математика. Информатика. Физика. - 2017. - № Т. 25 (1). - С. 36-55.  
<http://dx.doi.org/10.22363/2312-9735-2017-25-1>

2. Гусев Александр Александрович. Метод конечных элементов высокого порядка точности для решения двумерных эллиптических краевых задач двух и трех одинаковых атомов в ряд : статья на английском языке / А.А. Гусев // Вестник Российского университета дружбы народов: Математика. Информатика. Физика. - 2018. - № т. 26 (3). - С. 226-243.  
<http://journals.rudn.ru/miph/article/view/18988/16003>

3. Решение краевой задачи для систем ОДУ большой размерности: эталонные расчеты в рамках метода Канторовича [Текст] = Решение краевых задач для систем ОДУ большой размерности: эталонные расчеты в рамках метода Канторовича. Информатика. Физика. - 2016. - № 3. - С. 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 <https://mega.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](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>
- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- Наукометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

*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».

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

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Доцент

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Доцент

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

Должность

Рынкoвская М.И.

Фамилия И.О

Рынкoвская М.И.

Фамилия И.О

Языев С.Б.

Фамилия И.О