

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о подписанном документе:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.06.2022 12:58:11
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

Метод конечных элементов в расчетах сооружений

(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):

Теория и проектирование зданий и сооружений,

Гидротехническое строительство и технологии водопользования

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Метод конечных элементов в расчетах сооружений» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области расчета сооружений методом конечных элементов, необходимых для формирования установленных компетенций, и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Метод конечных элементов в расчетах сооружений» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины) «Метод конечных элементов в расчетах сооружений»

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

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Метод конечных элементов в расчетах сооружений» 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 «Метод конечных элементов в расчетах сооружений».

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	Численные и численно-аналитические методы в строительных задачах; Математическое моделирование	Строительные конструкции (железобетонные); Проектирование деревянных и композитных конструкций; Проектирование металлических конструкций зданий и сооружений; Программные комплексы расчета оболочек; Стержневые пространственные структуры (геометрия, прочность, устойчивость); Проектирование зданий и сооружений, подверженных

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
			особым нагрузкам и воздействиям; Компьютерное моделирование несущих систем

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Метод конечных элементов в расчетах сооружений» составляет 5 зачетных единицы.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр(ы)	
		1	
Контактная работа, ак.ч.	36	36	
в том числе:			
Лекции (ЛК)	18	18	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	18	
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	117	117	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27	27	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Теоретические основы метода конечных элементов	Математическая модель сооружения. Этапы математического моделирования. Использование фундаментальных законов природы. Принцип минимума в механике. Вариационный принцип и вариационная модель. Описание напряжённо-деформированного состояния упругого тела. Матричное представление компонент перемещений, деформаций, напряжений. Основные уравнения Механики деформируемого твердого тела и граничные условия. Типы краевых задач.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Математические модели сооружений	Изменение потенциальной энергии твёрдого тела при его деформировании. Условия минимума изменения энергии конструкции при её деформировании. Подход к нахождению минимума функции. Условие экстремума функционала. Условия	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p>минимума энергии деформирования твёрдого тела. Условия минимума в вариационном исчислении.</p> <p>Простейшая задача вариационного исчисления.</p> <p>Вариационный подход к выявлению условий минимума изменения энергии</p>	
Раздел 3. Численный расчёт конструкций	<p>Метод Рунге. Дискретный вариант метода Рунге.</p> <p>Идея метода конечных элементов. Дискретизация задачи. Конечно-элементная расчётная схема.</p> <p>Понятие функций формы. Математическая формулировка.</p> <p>Переход к дискретному аналогу. Условие минимума дискретного функционала. Метод конечных элементов как развитие метода Рунге.</p> <p>Конечно-элементная расчётная схема конструкции. Сетка конечных элементов. Узлы расчётной схемы</p> <p>Степени свободы. Конечные элементы. Типы конечных элементов. Конечные элементы для построения трёхмерных расчётных схем.</p> <p>Конечные элементы для построения двумерных расчётных схем. Конечный элемент для построения одномерных расчётных схем.</p>	ЛК, СЗ
Раздел 4. Алгоритмы метода конечных элементов в расчетах строительных конструкций	<p>Формулировка задачи. Аппроксимация математической формулировки в МКЭ. Переход от континуальной формулировки задачи к дискретной. Восполнение узловых перемещений по конечному элементу. Функция формы.</p> <p>Глобальная система координат расчётной схемы. Локальная система координат конечного элемента. Перемещения узлов и внутренних точек элементов в локальных и глобальных системах координат.</p> <p>Способы закрепления расчётной схемы конструкции. Задание внешней нагрузки.</p> <p>Узловые силы. Энергия деформирования множества (ансамбля) конечных элементов в локальных системах координат. Энергия деформирования расчётной схемы, как энергия деформирования ансамбля конечных элементов в общей глобальной системе координат. Решение задачи из условий минимума энергии деформирования расчётной схемы.</p> <p>Формирование глобальной матрицы жёсткости расчётной схемы конструкции. Учёт граничных условий. Решение системы линейных уравнений.</p> <p>Вычисление перемещений и напряжений.</p>	ЛК, СЗ

* - 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.	
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.	Лира-САПР SCAD Office
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. Б.Е. Победри ; пер. с англ. А.А. Шестакова. - Москва : Мир, 1979. - 392 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457056> (17.09.2018).

2. Присекин, В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел : учебник / В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2009. - 240 с. : табл., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр.: с. 232. - ISBN 978-5-7782-1287-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436040> (17.09.2018).

3. Яманин А. И. Компьютерно-информационные технологии в двигателестроении : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 140500- "Энергомашиностроение" и специальности 140501-"Двигатели внутрен. сгорания / А. И. Яманин [и др.] ; под ред. А. И. Яманина [Электронный ресурс]. - М. : Машиностроение, 2005. 479 с. ISBN 5-217-03301-0 (в пер.) URL: <http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002757000/rsl01002757370/rsl01002757370.pdf>

Дополнительная литература:

1. Треногин, В.А. Функциональный анализ : учебник / В.А. Треногин. - 3-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2002. - 488 с. - ISBN 5-9221-0272-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82613> (17.09.2018).

2. Нелинейная строительная механика стержневых систем: Основы теории. Примеры расчета : учебное пособие / В.А. Игнатъев, А.В. Игнатъев, В.В. Галишникова, Е.В. Онищенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 98 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 987-5-98276-724-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434821> (17.09.2018).

3. Маковкин, Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела : учебное пособие / Г.А. Маковкин, С.Ю. Лихачева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ФГБОУ ВПО ННГАСУ). - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2012. - Ч. 1. - 72 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427425> (17.09.2018).

4. Коновалов, В.Д. Расчёт напряжённо-деформированного состояния в плоской прямоугольной пластине методом конечных разностей : выпускная квалификационная работа / В.Д. Коновалов ; Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина, Математический факультет, Кафедра математического моделирования и кибернетики. - Сыктывкар : , 2018. - 29 с. : граф., ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492088> (17.09.2018).

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 «Метод конечных элементов в расчетах сооружений».

* - 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 «Метод конечных элементов в расчетах сооружений» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

Разработчики:

Доцент департамента строи-
тельства

Должность, БУП


Подпись


Никитин К.Е.

Фамилия И.О.

Руководитель БУП

Директор департамента
строительства

Должность, БУП


Подпись

Рынковская М.И.


Фамилия И.О.

Руководитель ОП ВО:

Теория и проектирование зданий и сооружений:

Директор департамента
строительства

Должность, БУП


Подпись


Рынковская М.И.

Фамилия И.О.

Гидротехническое строительство и технологии водопользования:

Доцент департамента
строительства

Должность, БУП


Подпись

Пономарев Н.К.

Фамилия И.О.