

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.05.2024 11:41:35  
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**

### **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):**

#### **ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Метод конечных элементов в расчетах сооружений» входит в программу магистратуры «Гидротехническое строительство и технологии водопользования» по направлению 08.04.01 «Строительство» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра технологий строительства и конструкционных материалов. Дисциплина состоит из 4 разделов и 8 тем и направлена на изучение навыков в области расчета сооружений методом конечных элементов.

Целью освоения дисциплины 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)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Проведение научных исследований в области гидротехнического строительства и технологий водопользования	ПК-1.4 Умеет оформлять, согласовывать, представлять результаты выполненных научных исследований;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Метод конечных элементов в расчетах сооружений» 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 «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-1	Проведение научных исследований в области гидротехнического строительства и технологий водопользования		Строительные конструкции (железобетонные)**; Специальные речные и подземные сооружения**; Технология строительства специальных речных и подземных сооружений**; Моделирование

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
			<p>гидротехнических сооружений**;  Сейсмостойкость гидротехнических сооружений**;  Компьютерное моделирование несущих систем**;  Проектирование металлических конструкций зданий и сооружений**;  Управление и рациональное использование водной энергии**;  Портовые гидротехнические сооружения**;  Инженерная мелиорация**;  Специальные речные и подземные сооружения (спекурс)**;  Водохозяйственные системы и водопользование**;  Проектирование и строительство морских и речных трубопроводов**;  Проектирование инженерных сооружений**;  Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);  Научно-исследовательская работа;  Преддипломная практика;</p>

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

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

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)
			1
<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>	117		117
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Теоретические основы метода конечных элементов.	1.1	Математическая модель сооружения. Этапы математического моделирования. Использование фундаментальных законов природы. Принцип минимума в механике. Вариационный принцип и вариационная модель.	ЛК, СЗ
		1.2	Описание напряжённо-деформированного состояния упругого тела. Матричное представление компонент перемещений, деформаций, напряжений. Основные уравнения Механики деформируемого твёрдого тела и граничные условия. Типы краевых задач.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Математические модели сооружений.	2.1	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 минимума энергии деформирования твёрдого тела. Условия минимума в вариационном исчислении.	ЛК, СЗ
		2.2	Простейшая задача вариационного исчисления. Вариационный подход к выявлению условий минимума изменения энергии.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Численный расчёт конструкций.	3.1	Метод Рунге. Дискретный вариант метода Рунге. Идея метода конечных элементов. Дискретизация задачи. Конечно-элементная расчётная схема. Понятие функций формы. Математическая формулировка. Переход к дискретному аналогу. Условие минимума дискретного функционала. Метод конечных элементов как развитие метода Рунге.	ЛК, СЗ
		3.2	Конечно-элементная расчётная схема конструкции. Сетка конечных элементов. Узлы расчётной схемы. Степени свободы. Конечные элементы. Типы конечных элементов. Конечные элементы для построения трёхмерных расчётных схем. Конечные элементы для построения двумерных расчётных схем. Конечный элемент для построения одномерных расчётных схем.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Алгоритмы метода конечных элементов в расчетах строительных конструкций.	4.1	Формулировка задачи. Аппроксимация математической формулировки в МКЭ. Переход от континуальной формулировки задачи к дискретной. Восполнение узловых перемещений по конечному элементу. Функция формы. Глобальная система координат расчётной схемы. Локальная система координат конечного элемента. Перемещения узлов и внутренних точек элементов в локальных и глобальных системах координат. Способы закрепления расчётной схемы конструкции. Задание внешней нагрузки. 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	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			системе координат.	
		4.2	Решение задачи из условий минимума энергии деформирования расчётной схемы. Формирование глобальной матрицы жёсткости расчётной схемы конструкции. Учёт граничных условий. Решение системы линейных уравнений. Вычисление перемещений и напряжений.	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.	Лира-САПР, SCAD Office
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. Б.Е. Победри ; пер. с англ. А.А. Шестакова. - Москва : Мир, 1979. - 392 с.
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
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.)

*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
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
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.
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

*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](http://www.studentlibrary.ru)
  - ЭБС «Троицкий мост»
  - 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.



**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Пономарёв Николай  
Константинович

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Доцент

*Должность БУП*

*Подпись*

Соловьёва Анна  
Викторовна

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Пономарёв Николай  
Константинович

*Фамилия И.О.*