

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о подписывающем:  
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**

**Математическое моделирование**

---

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МСЧН 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  
Теория и проектирование зданий и сооружений**

---

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Основными задачами дисциплины "Математическое моделирование" являются следующие.

Различные конструкции и сооружения,

проектированием и строительством которых занимается инженер, должны быть правильно рассчитаны с точки зрения математики и физики. Для расчета сложных структур, и особенно при учете временных факторов, знание уравнений в частных производных просто необходимо.

Задача дисциплины-научить студента решать сложные математические задачи, уметь их классифицировать и применять на практике с различными граничными условиями.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Математическое моделирование» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

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

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
		УК-1.2 Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения
		УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов
		УК-1.4 Предлагает варианты решения задачи, анализирует возможные последствия их использования
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выбирает подходящую для решаемой профессиональной задачи математическую модель, задает требуемые параметры, граничные условия
		ОПК-1.2 Решает задачи математического моделирования, используя для этого подходящие аналитические, численные, или численно-аналитические методы

		ОПК-1.3 Решает профессиональные задачи с использованием современных программных комплексов для математического, цифрового моделирования сооружений
ОПК-6	Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-6.2 Способен выбирать подходящие методики выполнения исследования и осуществлять исследование согласно выбранной методике
		ОПК-6.3 Способен проводить обработку, анализ и оформление результатов исследования
ПК-1	Проведение прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	ПК-1.2 Умеет осуществлять, контролировать, получать результаты прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности
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
ПК-11	Подготовка раздела проектной документации на строительные конструкции зданий и сооружений	ПК-11.1 Способен выполнять подготовку раздела проектной документации на бетонные и железобетонные строительные конструкции зданий и сооружений

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» 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 «Математическое моделирование».

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

Шифр	Компетенция	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	-	Метод конечных элементов в расчетах сооружений; Динамика сооружений; Формообразование оболочек в архитектуре

ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	Стержневые пространственные структуры (геометрия, прочность, устойчивость); Проектирование зданий и сооружений, подверженных особым нагрузкам и воздействиям; Компьютерное моделирование несущих систем; Программные комплексы расчета оболочек; Моделирование гидротехнических сооружений
ОПК-6	Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	
ПК-1	Проведение прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	
ПК-2	Разработка проектной продукции по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	
ПК-11	Подготовка раздела проектной документации на строительные конструкции зданий и сооружений	

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

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» 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
			1
Контактная работа, ак.ч.		36	36
в том числе:			
Лекции (ЛК)		18	18
Лабораторные работы (ЛР)		18	18
Практические/семинарские занятия (СЗ)		-	-
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.		72	72
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.		-	-
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. Предмет и задачи курса "математическое моделирование пространственных структур	Место, назначение и преимущества математического моделирования в процессе познания объектов и явлений природы. Модель, как инструмент исследования объектов и явлений и как инструмент управления ими. Предпосылки для успешного применения математического моделирования. Абстрактная модель Р. Калмана. Классификация объектов по типу поведения. Аналитические и аналогичные модели.	ЛК,СЗ
	Этапы математического моделирования. Его практический опыт в формировании математических моделей и решении практических задач с помощью математика. Задача о траектории луча света, отражающегося от зеркала. Задача о траектории рефракционной задачи брахистохрона. Модели, основанные на принципе наименьшего действия и принципе равновесия.	
Раздел 2. Основные фундаментальные законы механики	Принципы причинно-следственной связи. Уравнения состояния. Постулаты о пространстве и времени. Закон сохранения.	ЛК,СЗ
	Наименьшее действие. Принцип Лагранжа. Принцип Гамильтона-Остроградского.	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Устойчивое и неустойчивое равновесие. Уравнения Эйлера. Принцип д'Аламбера.	
Раздел 3. Понятие математической модели	Понятие модели объекта или явления. Математическая модель. Требование для математической модели.	ЛК,СЗ
	Общая технология решения практических задач с использованием математики. Последовательность построения и проверки математических моделей на примерах простейших задач механики: растяжения и сжатия балки. Изгиб балки, потеря устойчивости балки.	
	Проверка математической модели-это оценка состояния объекта. Модели управления параметрами объектов и явлений. Множественность вопросов о проявлениях объектов и явлений и общность моделей. Проверка адекватности математических моделей. Упрощенные модели.	
Раздел 4. Формирование математических моделей	Идеи, используемые в качестве основы математических моделей. Отражение свойств и характеристик объектов в математической модели. Идеализация и абстракция. Математический язык формирования практической задачи. Характерные понятия для описания объектов и явлений ((энергия, масса, сила, пространство, время и т.д.) и качественное и количественное представление в моделях.	ЛК,СЗ
	Ковариационные задачи анализа и синтеза. Определение взаимосвязей и эмпирических зависимостей в математических моделях. Измерение количеств и формул, выражающих проблему. Упрощение и уточнение математической модели. Размерность задач. Анализ влияния упрощений и уточнений.	
Раздел 5. Формирование Типы математических моделей	Структурные и функциональные модели. Дискретные и непрерывные, линейные и нелинейные модели. Моделирование уравнений в частных производных. Проблема формы зеркала прожектора. Линеаризация. Вариационные модели. Вероятные модели. Другие типы моделей. Иерархия математических моделей. Закрывание математического режима	ЛК,СЗ
Раздел 6. Методы решения задач, сформулированных с	Исследование математической задачи, порожденной созданной математической моделью. Существование, множественность и	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
помощью математических моделей	уникальность решений. Выбор математических методов решения поставленной задачи. Точное и близкое решение. Вариационные задачи.	ЛК,СЗ
	Краевая задача и задача Коши. Аналитическое решение. Асимптотические разложения. Метод Рунге. Метод Бунднова-Галеркина - од. Дискретизация задач. Метод Эйлера. Сведение решения к решению задач линейной алгебры. Метод конечных разностей и метод конечных элементов.	
	Системы линейных уравнений и их решение. Проблема собственных значений. Поиск экстремума функций и функционалов. Метод Ньютона для решения нелинейных задач. Исследовательские решения. Выбор и контроль точности решения. Контроль размеров. Верификация моделей.	
Раздел 7. Использование вычислительной техники в математическом моделировании	Понятие вычислительного эксперимента. Триада "модель-алгоритм-программа". Численное моделирование. Предварительное исследование математических моделей. Качественный анализ. Безразмерный анализ проблемы.	ЛК,СЗ
	Приближенные решения. Точные решения. Алгоритмические решения. Программное обеспечение для программирования и решения проблем. Проведение компьютерных расчетов и их анализ. Плановые расчеты. Обработка результатов расчетов. Уточнение вычислительных моделей.	
Раздел 8. Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела	Представление твердого тела в виде континуума. Другие упрощающие гипотезы и предположения. Упругое тело Пластическое тело Внутренние силы, напряжения, деформации, перемещения. Напряженно-деформированное состояние твердого тела. Тензор деформаций, тензор напряжений и главное напряжение. Закон Гука как уравнение состояния. Уравнения статического равновесия и уравнения равновесия в движении. Уравнения совместности деформаций.	ЛК,СЗ
	Выражение изменения энергии. Постановка и решение задач статики и динамики твердого тела. Двумерный и одномерные задачи теории упругости.	
	Построение математических моделей и решение задач механики жидкостей и газов. Идеальная несжимаемая жидкость. Вязкая жидкость. Идеальный газ. Постановка целей.	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Уравнение Эйлера для движения идеальной жидкости. Задачи гидростатики. Эффективное движение жидкости и движение вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Волны в жидкости и газе.	
Раздел 9. Задачи поиска оптимального решения и их математическое моделирование	Идеи, участвующие в построении математических моделей задач оптимизации. Вариационные задачи. Постановка и решение проблемы брахистохрона. Простейшие задачи поиска оптимального решения и их математического решения. Задания на лучший размер консервной банки. Экономические задачи в строительстве. Математическое программирование. Моделирование с помощью целевой функции и неравенств ограничений.	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.	
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	Аудитория для проведения лабораторных занятий Комплект специализированной мебели: классная доска, интерактивная доска, системный	MS Office MathCAD Lira CAIP SCAD Office



Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	блок P430. 0/i945/2G10/ SATA11/256Mb/FDD/KB+M - 14 шт., Samsung 19”TFT монитор 2x1.5 Вт-14 шт., плоттер DesignJet 430 (A1.4 Mb струйный плоттер).	
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. Jódar L., Carlos Cortés, Juan, Rodríguez L. A. Mathematical Modelling in Engineering & Human Behaviour 2018 ISBN 9783038978046 URL:<https://mdpi.com/books/pdfview/book/1233>

*Дополнительная литература:*

1. Alder M. An Introduction to Mathematical Modelling //Heavenforbooks. com. – 2001 <http://www.mtm.ufsc.br/~daniel/matap/IntMatMod.pdf>
2. Knox, Gordon D. Engineering / by Gordon D. Knox ; edited by Ellison Hawes 275p. URL:<http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004445000/rsl01004445020/rsl01004445020.pdf>
3. Jurgita Antuchevičienė (Ed.), Edmundas Kazimieras Zavadskas (Ed.), Jonas Šaparauskas (Ed.). Sustainability in Construction Engineering 2018 1 c. ISBN 9783038971665 URL: <http://www.mdpi.com/books/pdfview/book/754> Resources of the Internet in-information and telecommunications network»:

*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 «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.elsevier.com/locate/scopus/>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Mathematical Modelling / Математическое моделирование».

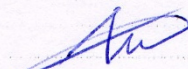
## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Mathematical Modelling / Математическое моделирование» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

**Разработчики:**

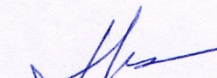
доцент департамента строительства  
должность, БУП

  
подпись

Эльшейх А.М.  
Фамилия И.О.

**Руководитель БУП**

директор департамента строительства  
Наименование БУП

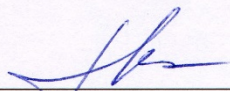
  
подпись

Рынкoвская М.И.  
Фамилия И.О.

**Руководитель ОП ВО:**

*Теория и проектирование зданий и сооружений:*

Директор департамента  
строительства  
Должность, БУП

  
Подпись

Рынкoвская М.И.  
Фамилия И.О.

*Гидротехническое строительство и технологии водопользования:*

Доцент департамента  
строительства

Должность, БУП



Подпись

Пономарев Н.К.

Фамилия И.О.