

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.05.2024 14:39:33  
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**

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

(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):**

#### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическое моделирование» входит в программу магистратуры «Проектирование зданий и специальных сооружений» по направлению 08.04.01 «Строительство» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра технологий строительства и конструкционных материалов. Дисциплина состоит из 9 разделов и 20 тем и направлена на изучение различных конструкций и сооружений, 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

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

## 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)*

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, выделяет ее составляющие и связи между ними; УК-1.2 Собирает, систематизирует и анализирует информацию для решения поставленной задачи; УК-1.3 Выбирает способы 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-3	Способен ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения	ОПК-3.1 Способен ставить и решать научно-технические задачи в области проектирования строительных конструкций;
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;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к обязательной части 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 «Математическое моделирование».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		Геоинформационные системы и их применение; Ознакомительная практика; Технологическая практика; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Научно-исследовательская работа; Проектная практика; Преддипломная практика;
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук		Научно-исследовательская работа; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Проектная практика;
ОПК-3	Способен ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения		Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Научно-исследовательская работа; Проектная практика; Технологическая практика; Project management; BIM технологии в организации и управлении строительством;
ОПК-6	Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства		Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Научно-исследовательская работа; Геоинформационные системы и их применение;

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

\*\* - элективные дисциплины /практики

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

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование» 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)
			1
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	18		18
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	72		72
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	0		0
<b>Общая трудоемкость дисциплины</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	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Предмет и задачи курса "математическое моделирование пространственных структур	1.1	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, ЛР
		1.2	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	ЛК, ЛР
Раздел 2	Основные фундаментальные законы механики	2.1	Принципы причинно-следственной связи. Уравнения состояния. Постулаты о пространстве и времени. Закон сохранения	ЛК, ЛР
		2.2	Наименьшее действие. Принцип Лагранжа. Принцип Гамильтона-Остроградского	ЛК, ЛР
		2.3	Устойчивое и неустойчивое равновесие. Уравнения Эйлера. Принцип д'Аламбера	ЛК, ЛР
Раздел 3	Понятие математической модели	3.1	Понятие модели объекта или явления. Математическая модель. Требование для математической модели	ЛК, ЛР
		3.2	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	ЛК, ЛР
		3.3	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	ЛК, ЛР
Раздел 4	Формирование математических моделей	4.1	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, ЛР
		4.2	Ковариационные задачи анализа и синтеза. Определение взаимосвязей и эмпирических зависимостей в математических моделях. Измерение количеств и формул, выражающих	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
			проблему. Упрощение и уточнение математической модели. Размерность задач. Анализ влияния упрощений и уточнений	
Раздел 5	Формирование Типы математических моделей	5.1	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, ЛР
Раздел 6	Методы решения задач, сформулированных с помощью математических моделей	6.1	Исследование математической задачи, порожденной созданной математической моделью. Существование, множественность и уникальность решений. Выбор математических методов решения поставленной задачи. Точное и близкое решение. Вариационные задачи	ЛК, ЛР
		6.2	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	ЛК, ЛР
		6.3	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	ЛК, ЛР
Раздел 7	Использование вычислительной техники в математическом моделировании	7.1	Понятие вычислительного эксперимента. Триада "модель-алгоритм-программа". Численное моделирование. Предварительное исследование математических моделей. Качественный анализ. Безразмерный анализ проблемы	ЛК, ЛР
		7.2	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	ЛК, ЛР
Раздел 8	Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела	8.1	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, ЛР
		8.2	Выражение изменения энергии. Постановка и решение задач статики и динамики твердого тела. Двумерный и одномерные задачи теории упругости	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
		8.3	Построение математических моделей и решение задач механики жидкостей и газов. Идеальная несжимаемая жидкость. Вязкая жидкость. Идеальный газ. Постановка целей. Уравнение Эйлера для движения идеальной жидкости. Задачи гидростатики. Эффективное движение жидкости и движение вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Волны в жидкости и газе	ЛК, ЛР
Раздел 9	Задачи поиска оптимального решения и их математическое моделирование	9.1	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, ЛР

\* - 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.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
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: MS Office MathCAD Lira CAIP SCAD Office
Для самостоятельной	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для	

работы	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>

2.

*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 с. ISBN 9783038971665 URL:

<http://www.mdpi.com/books/pdfview/book/754> Resources of the Internet in-formation and telecommunications network»:

2.

*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»

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 «Математическое моделирование».

\* - 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

«Математическое моделирование» 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*

Эльшейх А.М.

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Доцент

*Должность БУП*

*Подпись*

Соловьёва Анна

Викторовна

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Рынкoвская Марина

Игоревна

*Фамилия И.О.*