

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Назюта Сергей Викторович

Должность: первый проректор - проректор по экономической деятельности

Дата подписания: 31.03.2023 19:19:19

Уникальный программный ключ:

0b7f75ca34c8c12874aa8fb3c049525d319059c5

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

Инженерная академия

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Mathematical Modelling / 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):

**Civil Engineering and Built Environment / Строительная инженерия и
построенная среда (англ.)**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Mathematical Modelling / 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 «Mathematical Modelling / 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) «Mathematical Modelling / 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, 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	ОПК-6.2 Способен выбирать подходящие методики выполнения исследования и осуществлять исследование согласно выбранной методике;

строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-6.3 Способен проводить обработку, анализ и оформление результатов исследования
---	--

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Mathematical Modelling / Математическое моделирование» относится к *обязательной части* блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Mathematical Modelling / 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, выработать стратегию действий		Geoinformation Systems and Applications / Геоинформационные системы и их применение; Independent Research Work (obtaining basic skills of research work) / Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Introductory Practice / Ознакомительная практика; Desin Practice / Проектная практика; Technological Practice / Технологическая практика; Independent Research Work / Научно-исследовательская работа
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук		Independent Research Work (obtaining basic skills of research work) / Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Desin Practice / Проектная практика; Independent Research Work / Научно-исследовательская работа
ОПК-3	Способен ставить и решать научно-технические задачи в области строительства, строительной		BIM-Technology in Construction Management / BIM-технологии в управлении строительством; Independent Research Work

	индустрии и жилищно-коммунального хозяйства на основе знания проблем отрасли и опыта их решения		(obtaining basic skills of research work) / Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Desin Practice / Проектная практика; Technological Practice / Технологическая практика; Independent Research Work / Научно-исследовательская работа
ОПК-6	Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства		Geoinformation Systems and Applications / Геоинформационные системы и их применение; Independent Research Work (obtaining basic skills of research work) / Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Independent Research Work / Научно-исследовательская работа

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Mathematical Modelling / 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(ы)			
		1			
Контактная работа, ак.ч.	36	36			
в том числе:					
Лекции (ЛК)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0	0			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	72	72			
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0	0			
Курсовая работа/проект, зач.ед.					

Вид учебной работы		Всего часов	Семестр(ы)			
			1			
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"	<p>Тема 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.</p> <p>Тема 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.</p>	ЛК, ЛР
Раздел 2. Основные фундаментальные законы механики	<p>Тема 2.1 Принципы причинно-следственной связи. Уравнения состояния. Постулаты о пространстве и времени. Закон сохранения.</p> <p>Тема 2.2 Наименьшее действие. Принцип Лагранжа. Принцип Гамильтона-Остроградского.</p> <p>Тема 2.3 Устойчивое и неустойчивое равновесие. Уравнения Эйлера. Принцип д'Аламбера.</p>	ЛК, ЛР
Раздел 3. Понятие математической модели	<p>Тема 3.1 Понятие модели объекта или явления. Математическая модель. Требования для математической модели.</p> <p>Тема 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.</p> <p>Тема 3.3 Проверка математической модели-это оценка состояния объекта. Модели управления параметрами объектов и явлений. Множественность</p>	ЛК, СЗ ЛК, СЗ ЛК, СЗ ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	вопросов о проявлениях объектов и явлений и общность моделей. Проверка адекватности математических моделей. Упрощенные модели.	
Раздел 4. Формирование математических моделей	<p>Тема 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</p> <p>Тема 4.2 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.</p>	ЛК, ЛР
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. Закрытие математического режима	ЛК, ЛР
Раздел 6. Методы решения задач, сформулированных с помощью математических моделей	<p>Тема 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.</p> <p>Тема 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.</p> <p>Тема 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.</p>	ЛК, ЛР
Раздел 7. Использование вычисли-тельной	Тема 7.1 Понятие вычислительного эксперимента. Триада "модель-алгоритм-программа". Численное моделирование. Предварительное исследование	ЛК, ЛР

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
техники в математическом моделировании	<p>математических моделей. Качественный анализ. Безразмерный анализ проблемы.</p> <p>Тема 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.</p>	
Раздел 8. Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела	<p>Тема 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 совместимости деформаций.</p> <p>Тема 8.2 Выражение изменения энергии. Постановка и решение задач статики и динамики твердого тела. Двумерный и одномерные задачи теории упругости.</p> <p>Тема 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.</p>	ЛК, ЛР
Раздел 9. Задачи поиска оптимального решения и их математическое моделирование	<p>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.</p>	ЛК, ЛР

* - 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.	
Лаборатория	Компьютерный класс с предустановленным ПО.	
Компьютерный класс	Комплект специализированной мебели: классная доска, интерактивная доска, системный 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).	MS Office MathCAD Lira 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. 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/rs101004445020/rs101004445020.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>

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 «Mathematical Modelling / 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 «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.

должность, БУП

подпись

Фамилия И.О.

Руководитель БУП
директор департамента
строительства
должность, БУП


подпись

Рынкoвская М.И.
Фамилия И.О.

Руководитель программы
директор департамента
строительства
должность, БУП


подпись

Рынкoвская М.И.
Фамилия И.О.