

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
"Российский университет дружбы народов"*

Инженерная Академия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название дисциплины: Математическое моделирование

Рекомендовано для специальности : 08.04.01 Строительство

Специализация (профиль):

Теория и проектирование зданий и сооружений, Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве, Гидротехническое строительство и технологии водопользования, Городская среда и жилищно-коммунальное хозяйство Умного города

1. Цели и задачи 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.

о

2. Место дисциплины в структуре ЕП ВО:

Дисциплина "Математическое моделирование" относится к вариативной части блока 1 учебного плана. Его изучение основано на материале предыдущих дисциплин, а также является основой для изучения последующих дисциплин учебного плана, перечень которых представлен в таблице 1.

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№	Код и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
		Высшая математика (Избранные главы)	Метод конечных элементов
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1	Информационные технологии в строительстве	Автоматизированный анализ и проектирование конструкций
	ОПК-2	Методы решения научно-технических задач в строительстве	Современные Композиционные материалы
	ОПК-2	Математические методы обработки экспериментальных данных	Управление проектами
		Железобетонные конструкции	Нелинейная строительная механика
		Линейная теория упругости	Diploma practice
Профессиональные компетенции по специальности			

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

ОПК-1 - Дисциплина "Метод конечных элементов для гражданской инфраструктуры" направлена на развитие у студентов следующих компетенций: умение демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин магистерской программы. Курс будет посвящен решению реальных задач с использованием метода конечных элементов, подчеркивая важность выбора правильной математической модели, методов дискретизации и кри-

териев выбора элементов. Наконец, студенты узнают, как судить о качестве численного решения и эффективно повышать точность путем оптимального выбора переменных решения. владение Анализом каркасных конструкций, Жесткостью элементов фермы, Анализом Фермы, Жесткостью Элементов Балки, Анализом конечных элементов Непрерывной Балки, Анализом Плоского Каркаса, Анализом Сетки и Пространственного каркаса В результате изучения дисциплины.

ОПК-2 - Возможность проведения изысканий для оценки состояния природных и природно-техногенных объектов, определения исходных данных для проектирования и обоснования проектирования и мониторинга объектов, повторного патентного поиска, подготовки проектных заданий. знание методов проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, в том числе методов расчетного обоснования, в том числе с использованием универсального и специализированного программного обеспечения и систем автоматизированного проектирования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные теоретические положения дисциплины;
- основные методы математического анализа;
- требования к продукции и качеству информационно-теоретического обеспечения расчетной базы.
- специализированное программное обеспечение и вычислительные комплексы.

Уметь:

- использовать информационные технологии для решения конкретных задач,
- использовать информационные технологии, программное обеспечение и вычислительные системы для решения поставленных задач;
- использование специализированного программного обеспечения и вычислительных комплексов для математического моделирования в области расчета строительных конструкций,

Владеть:

- использованием информационных технологий при расчете математических моделей конструкций и сооружений,
- выполнением грамотного расчета конструкций и сооружений,
- информационным обеспечением поставленных целей.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая нагрузка по дисциплине составляет 4 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
Аудиторная практика по получению профессиональных навыков и профессионального опыта (Научно-исследовательская практика). Занятий (всего)	50	48			
Including:	-	-	-	-	-
Лекции	16	16			
Практические занятия	32	32			
Семинары	-	-			
Лабораторные работы	-	-			
Самостоятельная работа (всего)	60	60			
Общая трудоемкость	108	108			

часов	за- четных единиц	3	3			
-------	----------------------	---	---	--	--	--

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№	Название раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
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>
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>
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 вопросов о проявлениях объектов и явлений и общность моделей. Проверка адекватности математических моделей. Упрощенные модели.</p>
4.	Формирование математических моделей	<p>Тема 4.1. Идеи, используемые в качестве основы математических моделей. Отражение свойств и характеристик объектов в математической модели. Идеализация</p>

		<p>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>
5.	Типы математических моделей	<p>Тема 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. Закрытие математического режима</p>
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.</p> <p>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.</p> <p>Метод Ньютона для решения нелинейных задач. Исследовательские решения. Выбор и контроль точности решения. Контроль размеров. Верификация моделей.</p>
7.	Использование вычислительной техники в математическом моделировании	<p>Тема 7.1. Понятие вычислительного эксперимента. Триада "модель-алгоритм-программа". Численное моделирование. Предварительное исследование 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>
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</p>

		<p>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.</p> <p>Уравнение Навье-Стокса. Волны в жидкости и газе.</p>
9.	Задачи поиска оптимального решения и их математическое моделирование	<p>Тема 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.</p>

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Раздел дисциплины	Лекции	Практика	Лабораторные	Семинары	СРС	Всего часов
1.	Предмет и задачи курса "математическое моделирование пространственных структур"	2	4	0	0	4	10
2.	Основные фундаментальные законы механики	2	4	0	0	4	10
3.	Понятие математической модели	2	4	0	0	4	10
4.	Формирование математических моделей	2	4	0	0	2	5
5.	Типы математических моделей	1	2	0	0	2	5
6.	Методы решения задач, сформулированных с помощью математических моделей	2	4	0	0	5	11
7.	Использование вычислительной техники в математическом моделировании	2	4	0	0	4	10
8.	Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела	2	4	0	0	4	10
9.	Задачи поиска оптимального	1	2	0	0	2	5

решения и их математическое моделирование							
---	--	--	--	--	--	--	--

6. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум не предусмотрен.

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/rs10100400000/rs101004445000/rs101004445020/rs101004445020.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 information and telecommunications network»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ПРИЛОЖЕНИЯ, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронная библиотечная система РУДН-ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>
- EBS "Университетская библиотека онлайн" <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- EBS "Студенческий консультант" www.studentlibrary.ru
- ЭБС" Доу " <http://e.lanbook.com/>

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд нормативно-правовой и технической документации <http://docs.cntd.ru/>
- Поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- Поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- База данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

7. Практические занятия (семинары)

№.	Раздел дисциплины№.	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (часов)
1.	Раздел 1. Предмет и задачи курса "математическое моделирование пространственных структур"	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 имитационные модели	2
2.		Тема 1.2. Этапы математического моделирования. Исторический опыт формирования математических моделей и решения практических задач средствами математики. Задача о траектории луча света, отра-	2

		жающегося от зеркала. Задача о траектории преломляющего луча света. Проблема брахистохрона. Модели, основанные на принципе наименьшего действия и принципе равновесия.	
3.	Раздел 2 Основные фундаментальные законы механики	Тема 2.1. Принципы причинно-следственной связи. Уравнения состояния. Постулаты о пространстве и времени. Закон сохранения.	1
4.		Тема 2.2. Наименьшее действие. Принцип Лагранжа. Принцип Гамильтона-Остроградского.	1
5.		Тема 2.3. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Уравнения Эйлера. Принцип д'Аламбера.	2
6.	Раздел 3 Понятие математической модели	Тема 3.1. Понятие модели объекта или явления. Математическая модель. Требование к математической модели.	1
7.		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.	1
8.		Тема 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. Проверьте адекватность математических моделей. Упрощенные модели.	2
9.	Раздел 4 Формирование математических моделей	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.	2
		Тема 4.2. Ковариационные задачи анализа и синтеза. Определение взаимосвязей и эмпирических зависимостей в математических моделях. Размерность величин и формул, выражающих проблему. Упрощение и уточнение математической модели. Размерность задач. Анализ влияния упрощений и разъяснений.	2
10.	Раздел 5 Типы математических моделей	Тема 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. Закрытие математического режима	2
11.	Раздел 6 Методы решения задач, сформулированных с помощью математических моделей.	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	1
12.		Тема 6.2. Краевая задача и задача Коши. Аналитиче-	1

		ское решение. Асимптотические разложения. Метод Рунге. Метод Бунднова-Галеркина. Дискретизация задач. Метод Эйлера. Сведение решения к решению задач линейной алгебры. Метод конечных разностей и метод конечных элементов.	
13.		Тема 6.3. Системы линейных уравнений и их решение. Проблема собственных значений. Поиск экстремума функций и функционала. Метод Ньютона для решения нелинейных задач. Исследовательские решения. Выбор и контроль точности решения - су. Контроль размеров. Верификация моделей.	2
14.	Раздел 7 Использование вычислительной техники в математическом моделировании.	Тема 7.1. Понятие вычислительного эксперимента. Триада "модель-алгоритм-программа". Численное моделирование. Предварительное исследование математических моделей. Качественный анализ. Безразмерный анализ проблемы.	2
15.		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.	2
16.	Раздел 8 Математическое моделирование в задачах механики деформируемого твердого тела	Тема 8.1. Представление твердого тела как 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.	2
		Тема 8.2. Выражение изменения энергии. Постановка и решение задач статики и динамики твердого тела. Двумерные и одномерные задачи теории упругости.	2
		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.	2
	Раздел 9 Задачи поиска оптимального решения и их математическое моделирование	Тема 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	2

		размер консервной банки. Экономические задачи в строительстве. Математическое программирование. Моделирование с помощью целевой функции и неравенств ограничений.	
--	--	---	--

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория со списком оборудования	Расположение
<p>Компьютерный класс № 303 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 корпоративный, Регистрационный код: 86626883 Родительская программа: 86493330 Статус: Активен . (Программное обеспечение РУДН)</p>	<p>Москва, ул. Орджоникидзе, 3</p>

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) Специализированное программное обеспечение для проведения лекционных и практических занятий и самостоятельной работы студентов:

- MS-Office корпоративный, Регистрационный код: 86626883

Родительская программа: 86493330

Статус: Активен .

(Программное обеспечение РУДН)

Родительская программа: 86493330

Статус: Активен .

(Программное обеспечение РУДН)

б) базы данных, справочные 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/>

- Абстрактная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

- Сайт Министерства строительства и жилищно - коммунального хозяйства Российской Федерации

<http://www.minstroyrf.ru/>

- Электронная 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 "Студенческий консультант" www.studentlibrary.ru

- ЭБС " Doe" <http://e.lanbook.com/>

12. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации студентов по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств, формируемый для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине "Математические методы обработки экспериментальных данных ", представлен в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины и включает:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценки компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценки;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценки знаний, умений и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетентности.

Доцент департамента строительства

Е.М. Тупикова

Директор департамента строительства

М.И. Рынковская