

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(АНО ВО «КИТ Университет»)

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор АНО ВО «КИТ Университет»

\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор В.А. Никулин

\_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины «Математическое моделирование»**

Направление подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профили подготовки: «Сооружение и ремонт объектов и систем трубопроводного транспорта», «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»

Степень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)	
1.1 Цели и задачи освоения дисциплины .....	3
1.2 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).....	3
1.3 Знания, умения, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	3
2. Объем дисциплины (модуля) .....	4
3. Содержание дисциплины (модуля) .....	7
4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	8
5. Лабораторный практикум .....	11
6. Практические занятия .....	11
7. Перечень информационных технологий.....	11
8. Программа самостоятельной работы студентов .....	12
9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	15
10. Ресурсное обеспечение .....	22
11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	22

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучение основных понятий, приемов и методов математического моделирования.

### Задачи дисциплины:

- ознакомить слушателей с важнейшими понятиями математического моделирования и применением основных методов и приемов математического моделирования для исследования явлений различной природы (для исследования механических и физических явлений, для решения технических, химических, экономических задач);
- рассмотреть базовые понятия математического моделирования;
- продемонстрировать основные методы и приемы решения задач.

## Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина "Математическое моделирование" является дисциплиной базовой части математического и естественнонаучного цикла. Она обеспечивает расширение и углубление знаний, умений, навыков и компетенций, сформированных в ходе изучения дисциплин ООП подготовки бакалавра: «Физика» и «Математика». Дисциплина "Математическое моделирование" является основой для последующего изучения дисциплин, а также курсового и дипломного проектирования.

## Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование» направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2).

способностью осуществлять и корректировать технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море, транспорте и хранении углеводородного сырья (ПК-2).

способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов ПК-26).

номер индекс компетенц.	в результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2, ПК-2, ПК-26	основные принципы построения математических моделей; основные методы исследования математических моделей; математические модели физических и технических процессов и явлений.	строить математические модели физических явлений на основе фундаментальных законов природы, вариационных принципов; анализировать полученные результаты, строить иерархическую цепочку моделей; применять основные приемы математического моделирования при решении задач различной природы.	основными навыками и уметь применять основные принципы математического моделирования

## 2. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 час.

2.1 Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	53	53
В том числе:		
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Контроль самостоятельной работы	2	2
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	19	19
В том числе:		
Контрольная работа	2	2
Вид промежуточной аттестации (зачет)		
Общая трудоемкость	72	72
	2	2

2.2 Для заочной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	14	14
В том числе:		
Лекции	2	2
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Контроль самостоятельной работы	2	2
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	58	58
В том числе:		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации (зачет)	4	4
Общая трудоемкость	72	72
	2	2

## 3. Содержание дисциплины

### Содержание разделов дисциплины

#### Тема 1. Общий обзор проблем моделирования

Значение вопросов моделирования в научно-технических исследованиях. Развитие моделирования. Элементы истории. Типовые задачи моделирования систем управления. Классификация моделей. Подобие физических явлений и его признаки. Анализ размерностей. Первая теорема подобия.

## Тема 2. Численные методы решения дифференциальных уравнений

Процесс численного решения. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге – Кутты. Метод Рунге – Кутты для систем дифференциальных уравнений. Общая характеристика одношаговых методов. Многошаговые методы. Методы прогноза и коррекции. Краткая характеристика методов прогноза и коррекции. Выбор шага и погрешность решения. Жесткие задачи.

## Тема 3. Теоретические основы построения математических моделей технических систем

Принципы имитационного моделирования. Объекты моделирования. Динамическая модель технического объекта. Построение имитационных моделей динамических систем. Синтез имитационной модели на основе структурной схемы. Компонентные и топологические уравнения. Компонентные и топологические уравнения механической системы. Компонентные и топологические уравнения электрической системы. Компонентные и топологические уравнения гидравлической системы. Компонентные и топологические уравнения тепловой системы.

### Содержание модулей дисциплины

Наименование модулей	Всего час./зачетн. ед.	Виды учебной работы (в час./ЗЕ)			
		Л. час/ЗЕ	ПЗ час/ЗЕ	ЛЗ час/ЗЕ	СРС час/ЗЕ
Модуль 1.					
Тема 1. Общий обзор проблем моделирования.	18/0,5	5	12	0	19
Модуль 2					
Тема 2. Численные методы решения дифференциальных уравнений	18/0,5	5	12	0	19
Модуль 3					
Тема 3. Теоретические основы построения математических моделей технических систем	36/1	6	12	0	18
ИТОГО	72/2	16/0,4	36/1,0	0	56/1,6

### Содержание модулей дисциплины (поставить +)

Наименование модулей	Компетенции (число столбцов зависит от количества компетенций осваиваемых по дисциплине)				
	ОПК-2	ПК-2	ПК-26		общее количество компетенций
Модуль 1.					
Тема 1. Общий обзор проблем моделирования.	+	+	+		3
Модуль 2					
Тема 2. Численные методы решения дифференциальных уравнений	+	+	+		3
Модуль 3					
Тема 3. Теоретические основы построения математических моделей технических систем	+	+	+		3
ИТОГО	+				3

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

##### **Вопросы для экзамена**

1. Общие принципы построения математических моделей.
2. Принцип применения фундаментальных законов при построении модели. Примеры.
3. Модели, основанные на законе сохранения энергии.
4. Модели закона сохранения массы.
5. Модели закона сохранения импульса.
6. Принцип вариационности при построении моделей. Примеры.
7. Принцип аналогий при построении моделей. Примеры.
8. Универсальность математических моделей разнородных физических процессов.
9. Принцип иерархичности при построении моделей. Примеры.
10. Принцип суперпозиции при построении математических моделей. Примеры.
11. Учет нелинейности физических процессов на моделях.
12. Основные этапы формулирования математической модели.
13. Модели, использующие несколько фундаментальных законов.
14. Ограничения на простую формализацию моделей.
15. Универсальность моделей применительно к разным техническим объектам.
16. Проверка правильности построения математической модели.
17. Обобщенные координаты при математическом моделировании.
18. Принцип Гамильтона при построении математических моделей.
19. Учет диссипации в математических моделях технических систем.
20. Влияние нелинейности на качество процесса. Система аттракторов.
21. Анализ размерностей.
22. Групповой анализ моделей.
23. Автомодельные процессы.
24. Возмущения в нелинейных средах.
25. Принцип максимума.
26. Режимы с обострением.
27. Способы осреднения.
28. Понятие разностных схем.
29. Понятие начальных и граничных условий.
30. Понятие дискретизации, ее необходимость.

## 5. Лабораторный практикум

№ п/п	Название темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час)/ЗЕ
Итого			

## 6. Практические занятия

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час./ЗЕ)
1.	Тема 1. Общий обзор проблем моделирования.	1. Моделирование разгона автомобиля.	12
2.	Тема 2. Численные методы решения дифференциальных уравнений.	2. Моделирование опорожнения газового баллона	12
3	Тема 3. Теоретические основы построения математических моделей технических систем	3. Моделирование гидравлического переходного процесса	12
		Итого	36/1

## 7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 1. Лекционные занятия

Комплект электронных презентаций;

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук);

### 2. Лабораторные работы

—

### 3. Практические занятия

Компьютерный класс;

Презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

## 8. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов (из РУП)
1	1, Л; 2, Л; 3, Л	Мозговой штурм, подготовка презентаций по различной тематике, конспекты лекций с использованием логических схем и рисунков, мультимедийных презентаций	4/0,11
2	1, Л; 2, Л; 3, Л	Работа в микро-группах и в паре	6/0,17
3	1, ПЗ; 2, ПЗ; 3, ПЗ	Работа в микро-группах	6/0,17
4	1, ПЗ; 2, ПЗ; 3, ПЗ	Экскурсии на предприятия	4/0,11
Всего			20/0,56

### Условия организации самостоятельной работы студента

Для организации самостоятельной работы каждый обучающийся обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронно-образовательной среде НОУ ВПО «КИГИТ». Информационно-образовательная среда НОУ ВПО «КИГИТ» обеспечивает возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне его.

Компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости осуществляется на базе электронных обучающих тестов с применением системы электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle, а так же на базе информационного портала i-exam в рамках проекта «Интернет-тренажеры в сфере образования».

### Структура СРС

Код формирующей компетенции	Тема	Вид	Форма отчетности	Объем учебной работы (часов)	Учебно-методические материалы
ОПК-2	Тема 1. Общий обзор проблем моделирования.	Подготовка к пр№1	Пр№1	18	М. у. по выполнению практич. работ
ОПК-2	Тема 2. Численные методы решения дифференциальных уравнений.	Подготовка к пр№2	Пр№2	18	М. у. по выполнению практич. работ
ОПК-2	Тема 1. Общий обзор проблем моделирования.	Подготовка к пр№2	Пр№2	18	М. у. по выполнению практич. работ

### Контроль освоения дисциплины



Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся в НОУ ВПО «Камский университет гуманитарных и инженерных технологий».

**Текущий контроль** студентов проводится в следующих формах:

- Тестирование;
- Защита выполненных практических работ;

**Промежуточный контроль** по результатам семестра по дисциплине проходят в форме устного или письменного экзамена (включающие в себя ответы на теоретические вопросы и решение задач) либо в форме компьютерного тестирования.

### График СРС

#### 3 семестр

недели форма отчетности	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Письменная	ВК			РК1	Пр1			РК2	Пр2			РК3	Пр3	РК4	

\*ВК- входной контроль

\*РК- рубежный контроль

Пр -практические работы

\*КОЗ – контроль остаточных знаний, проводится после изучения дисциплины через 1-2 семестра, согласно утверждённого графика.

### Учебная карта

самостоятельной работы студента \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ гр. \_\_\_\_\_ формы обучения

Учебная дисциплина \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

Раздел	Вид самостоятельной работы	Плановые сроки выполнения	Форма отчетности	Фактические сроки выполнения	Сумма баллов

Модуль	Вид самостоятельной работы	Плановые сроки выполнения	Форма отчетности	Фактические сроки выполнения	Сумма баллов
1	Подготовка к РК№1, решение задач	4 неделя	РК№1		25
2	Подготовка к РК№2, решение задач	8 неделя	РК№2		25

<b>3</b>	Подготовка к РК№3, решение задач	12 неделя	РК№3		25
	Зачет		РК№ 4		25
	Итого:				100

Подпись преподавателя:

Подпись студента:

дата

Сумма баллов по СРС, включаемая в итоговую оценку по дисциплине:

Подпись преподавателя:

дата

## 9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### Текущий контроль 1.

Реализовать задачу, рассмотренную в практической работе № 1 другим методом интегрирования.

### Текущий контроль 2.

Реализовать задачу, рассматриваемую в практической работе № 2 другим методом интегрирования.

### Текущий контроль 3.

Реализовать задачу, рассматриваемую в практической работе № 3 другим методом интегрирования.

### Текущий контроль 4.

Произвести усложнение математической модели в виде учета неучтенных факторов, рассмотренной в одной из практических работ. Решить эту задачу.

## 10. Ресурсное обеспечение

### а) основная литература

Блинов Ю.Ф., Иванцов В.В., Серба П.В. Методы математического моделирования. Ч.1. Электронное учебное пособие. Таганрог, ТТИ ЮФУ, 2012. – 42 с. (<http://fep.tti.sfedu.ru/russian/tmina/education/literatura/mmm1.pdf>)

Блинов Ю.Ф., Иванцов В.В., Серба П.В. Методы математического моделирования. Ч.2. Электронное учебное пособие. Таганрог, ТТИ ЮФУ, 2012. – 47 с. (<http://fep.tti.sfedu.ru/russian/tmina/education/literatura/mmm2.pdf>)

### б) дополнительная литература

*Самарский А.А., Михайлов А.П.* Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.

*Краснощеков П.С., Петров А.А.* Принципы построения моделей. – М.: ФАЗИС, 2000. – 412 с.

Введение в математическое моделирование / Под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, 2000. – 336 с.

*Степанова Л.В.* Математическое моделирование. Теория. Задачи и упражнения. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2003. – 96 с.

*Алешков Ю.З.* Математическое моделирование физических процессов. – СПб: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2001. – 264 с.

*Амелькин В.В., Садовский А.П.* Математические модели и дифференциальные уравнения. – Минск: Высшая школа, 1982. – 272 с.

*Амелькин В.В.* Дифференциальные уравнения в приложениях. – М.: УРСС, 2003. – 208 с.

*Арнольд В.И.* "Жесткие" и "мягкие" математические модели. – М.: МЦНМО, 2000. – 32 с.

*Баренблатт Г.И.* Подобие, автомодельность, промежуточные асимптотики. – Л.: Гидрометиздат, 1982. – 208 с.

*Бордовский Г.А., Кондратьев А.С., Чоудери А.Д.Р.* Физические основы математического моделирования. – М.: Издательский центр "Академия", 2005. – 320 с.

*Векуа Н.П.* Некоторые вопросы теории дифференциальных уравнений и приложения к механике. – М.: Наука, 1991. – 256 с.

*Горстко А.Б.* Познакомьтесь с математическим моделированием. – М.: Знание, 1991. – 160 с.

Математическое моделирование / под. ред. Дж. Эндрюса, Р. Мак-Лоуна. – М.: Мир, 1979. – 400 с.

*Мышкис А.Д.* Элементы теории математических моделей. – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 192 с.

*Пономарев К.К.* Составление дифференциальных уравнений. – Минск: Высшая школа, 1973. – 560 с.

*Тарасевич Ю.Ю.* Математическое и компьютерное моделирование. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 144 с.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (рекомендуемые)

1. *Митюков Н.В., Петухов А.Н.* Математическое моделирование технических систем: Задания к контрольной работе с методическими указаниями к выполнению. – Ижевск: НОУ КИТ, 2015. – 12 с.