

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор БФ ФГБОУ ВО КНИТУ  
Р.Ф. Хамидуллин  
«31» \_\_\_\_\_ 2022 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Методы физического и математического моделирования  
Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Профиль подготовки Оборудование нефтегазопереработки  
Квалификация выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения очная/заочная  
Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Кафедра-разработчик рабочей программе ТМО  
Курс, семестр очная форма 2 курс, 4 семестр  
Курс, семестр заочная форма 2 курс, 4 семестр

	Часы (очная форма обучения)	Зачетные единицы	Часы (заочная форма обучения)	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	6	0,17
Практические занятия				
Семинарские занятия				
Лабораторные занятия	36	1	8	0,22
КСР	36	1	20	0,56
Самостоятельная работа	54	1,5	106	2,94
Форма аттестации	зачет с оценкой		зачет с оценкой (4)	0,11
Всего	144	4	144	4

Бугульма, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 728 от 09 августа 2021 г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

Доцент кафедры ТМО

Рашимова

Хакимова А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО, протокол от 30 мая 2022 г. № 9

Зав. кафедрой ТМО

И.А. Мутугуллина

Мутугуллина И.А.

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ТМО, реализующей подготовку основной образовательной программы, от 30 мая 2022 г. № 9

Зав. кафедрой ТМО, доцент

И.А. Мутугуллина

Мутугуллина И.А.

### УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМО, доцент

Ф.К. Ахмедзянова

Ахмедзянова Ф.К.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины *Методы физического и математического моделирования* являются

а) формирование знаний о методах разработки математического описания процессов машин и аппаратов химических, нефтехимических технологий и биотехнологий;

б) обучение технологии получения математических моделей при физическом и математическом моделировании;

в) обучение способам применения математических моделей для расчета технологического оборудования для проведения химических, тепловых и массообменных процессов с использованием вычислительной техники;

г) раскрытие сущности процессов, происходящих на предприятиях химической, нефтехимической и биотехнологической отрасли.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина *Методы физического и математического моделирования* относится к вариативной части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины *Методы физического и математического моделирования* бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.О.11 Информационные технологии

б) Б1.О.13 Высшая математика

в) Б1.О.14 Физика

Дисциплина *Методы физического и математического моделирования* является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.07 Процессы и аппараты химической технологии

б) Б1.В.13 Проведение и обработка эксперимента

Знания, полученные при изучении дисциплины «Термодинамика» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

1. ПК-1. Способен проводить анализ современных проектных решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-1.1. Знает основные процессы, протекающие в оборудовании, их конструкций; методы обработки информации и анализа данных при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-1.2. Умеет разбивать конструкции на узлы, сборочные единицы и детали, устанавливать их взаимодействие и влияние на технологический процесс

ПК-1.3. Владеет навыками анализа конструкторских решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

2. ПК-4. Способен разрабатывать способы планирования и внедрения новой техники и передовой технологии нефтегазопереработки

ПК-4.1. Знает основные тенденции модернизации оборудования и технологии нефтегазопереработки

ПК-4.2. Умеет разрабатывать способы внедрения новой техники и передовой технологии нефтегазопереработки

ПК-4.3. Владеет навыками по внедрению новой техники и технологии нефтегазопереработки

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**1) Знать:**

- а) теоретические основы построения математических моделей;
- б) математические модели типовых процессов химической технологии и элементов конструкций;
- в) машинные методы расчета;
- г) программное обеспечение персонального компьютера (ПК);
- д) технологию решения задач на ПК.

**2) Уметь:**

- а) формулировать математическую постановку задачи;
- б) применять математические модели и методы в решении задач общеинженерных и специальных дисциплин;
- в) разрабатывать вычислительные алгоритмы и программы;
- г) пользоваться программными средствами универсального назначения.

**3) Владеть:**

- а) навыками работы на ПЭВМ;
- б) методами программирования с использованием распространенных «языков».

**4. Структура и содержание дисциплины** Методы физического и математического моделирования

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1.	Введение. Цели и задачи курса.	4	2				6	<i>Опрос на лекции</i>
2.	Классификация систем и процессов в химической технологии.	4	2				6	<i>Опрос на лекции</i>
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	4	2				6	<i>Опрос на лекции</i>
4.	Понятие случайной величины, параметры	4	2		6	6	6	<i>Лабораторная работа</i>

	случайных величин.							
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	4	2		8	6	7	Лабораторная работа
6	Методы планирования эксперимента.	4	2		8	8	7	Лабораторная работа
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	4	2		8	8	8	Лабораторная работа
8	Математические модели основных процессов и устройств.	4	4		6	8	8	Лабораторная работа
Форма аттестации						зачет с оценкой		
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	

Таблица 16

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1.	Введение. Цели и задачи курса.	4	0,5				12	Опрос на лекции
2.	Классификация систем и процессов в химической технологии.	4	0,5				12	Опрос на лекции
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	4	0,5				12	Опрос на лекции

4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	4	0,5		1	4	14	Лабораторная работа	
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	4	1		2	4	14	Лабораторная работа	
6	Методы планирования эксперимента.	4	1		2	4	14	Лабораторная работа	
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	4	1		2	4	14	Лабораторная работа	
8	Математические модели основных процессов и устройств.	4	1		1	4	14	Лабораторная работа	
Форма аттестации					зачет с оценкой (4ч.)				
<b>ИТОГО</b>			<b>6</b>		<b>8</b>	<b>20</b>	<b>106</b>		

5. Содержание лекционных занятий по темам (таблица 2 а – очная форма, таблица 2 б – заочная форма) с указанием формируемых компетенций

Таблица 2 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Цели и задачи курса.	2	Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний.	Введение. Цели и задачи курса. Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний. Основные сведения об информатике	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

2	Классификация систем и процессов в химической технологии.	2	Классификация систем и процессов в химической технологии	Классификация систем и процессов в химической технологии. Моделирование в химической технологи. Физическое, математическое моделирование	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
3	Теоретические основы построения математических моделей.	2	Теоретические основы построения математических моделей.	Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Статистические модели.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
4	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	2	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	Случайная величина, ее параметры. Понятие дисперсного анализа. Воспроизводимось экспериментальных данных. Основы статистического эксперимента. Кривые отклика (С -и F- кривые). Регрессионный анализ.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	2	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	Постановка задачи. Построение уравнений регрессии методом наименьших квадратов. Проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнений.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
6	Методы планирования эксперимента.	2	Методы планирования эксперимента.	Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия. Планирование эксперимента	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	2	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>

8	Математические модели основных процессов и устройств.	4	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.	Модель идеального вытеснения. Модель идеального смешения. Диффузионные модели. Ячеечная модель. Комбинированные модели.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
---	---	---	--	---	---

Таблица 2 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Цели и задачи курса.	0,5	Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний.	Введение. Цели и задачи курса. Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний. Основные сведения об информатике	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
2	Классификация систем и процессов в химической технологии.	0,5	Классификация систем и процессов в химической технологии	Классификация систем и процессов в химической технологии. Моделирование в химической технологи. Физическое, математическое моделирование	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
3	Теоретические основы построения математических моделей.	0,5	Теоретические основы построения математических моделей.	Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Статистические модели.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>



4	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	0,5	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	Случайная величина, ее параметры. Понятие дисперсного анализа. Воспроизводимось экспериментальных данных. Основы статистического эксперимента. Кривые отклика (С -и F- кривые). Регрессионный анализ.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	1	Построение математических моделей экспериментально-статистическим и методами.	Постановка задачи. Построение уравнений регрессии методом наименьших квадратов. Проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнений.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
6	Методы планирования эксперимента.	1	Методы планирования эксперимента.	Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия. Планирование эксперимента	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	1	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
8	Математические модели основных процессов и устройств.	1	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.	Модель идеального вытеснения. Модель идеального смешения. Диффузионные модели. Ячеечная модель. Комбинированные модели.	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>

#### **6. Содержание практических занятий**

Не предусмотрено учебным планом.

**7. Содержание лабораторных занятий** (таблица 3 а – очная форма, таблица 3 б – заочная форма)

Цель проведения лабораторных занятий – приобретение опыта использования программных средств универсального и специального назначения.

Таблица 3 а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Формируемые компетенции
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	6	Расчет линейной регрессии в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально - статистическими методами.	8	Построение математической модели по результатам активного эксперимента по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
6	Методы планирования эксперимента.	8	Программирование по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	8	Решение транспортной задачи по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
8	Математические модели основных процессов и устройств.	6	Построение математических моделей основных процессов по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>

Таблица 3 б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Формируемые компетенции
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	1	Расчет линейной регрессии в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
5	Построение математических моделей экспериментально - статистическими методами.	2	Построение математической модели по результатам активного эксперимента по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
6	Методы планирования эксперимента.	2	Программирование по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	2	Решение транспортной задачи по индивидуальному заданию в системе MahtCAD	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3</i>

8	Математические модели основных процессов и устройств.	1	Построение математических моделей основных процессов по индивидуальному заданию в системе MathCAD	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
---	---	---	---	--

8. Самостоятельная работа бакалавра (таблица 4 а – очная форма, таблица 4 б – заочная форма)

Таблица 4 а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1.	Введение. Цели и задачи курса.	6	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2.	Классификация систем и процессов в химической технологии.	6	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	6	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	6	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5.	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	7	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6.	Методы планирования эксперимента.	7	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7.	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	8	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8.	Математические модели основных процессов и устройств.	8	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

Таблица 4 б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1.	Введение. Цели и задачи курса.	12	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2.	Классификация систем и процессов в химической технологии.	12	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3.	Теоретические основы построения математических моделей.	12	Проработка материала, подготовка к опросу на лекции	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	14	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5.	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	14	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6.	Методы планирования эксперимента.	14	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7.	Методы оптимизации в инженерных расчетах.	14	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8.	Математические модели основных процессов и устройств.	14	Проработка материала, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

8.1 Контроль самостоятельной работы (таблица 5а – очная форма, таблица 5б – заочная форма)

Таблица 5а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КРС	Формируемые компетенции
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	6	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

5.	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	6	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6.	Методы планирования эксперимента.	8	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7.	Методы оптимизации инженерных расчетах. в	8	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8.	Математические модели основных процессов и устройств.	8	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

Таблица 5б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КРС	Формируемые компетенции
4.	Понятие случайной величины, параметры случайных величин.	4	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5.	Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.	4	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6.	Методы планирования эксперимента.	4	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7.	Методы оптимизации инженерных расчетах. в	4	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8.	Математические модели основных процессов и устройств.	4	<i>Прием лабораторной работы и проверка отчета</i>	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК- 4, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

### **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.**

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Методы физического и математического моделирования» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы

определяются их сложностью. 4 семестр завершается зачетом с проставлением оценки и соответствующего ей числа на зачете (60÷73-удовл., 74÷86- хор., 87÷100-отл).

При изучении дисциплины предусматривается зачет с проставлением оценки, лабораторные работы, собеседования. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторные работы	5	45	70
Опросы на лекции	3	15	30
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Методы физического и математического моделирования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования: учебник и практикум для вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Чоудери. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05365-4.	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/452264">https://urait.ru/bcode/452264</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Моделирование систем и процессов: учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.]; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8.	ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/450218">https://urait.ru/bcode/450218</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Моделирование систем и процессов. Практикум: учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.]; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 295 с.	ЭБС Юрайт <a href="https://urait.ru/bcode/451288">https://urait.ru/bcode/451288</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Рейзлин, В. И. Математическое моделирование: учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 126 с.	ЭБС Юрайт <a href="https://urait.ru/bcode/451402">https://urait.ru/bcode/451402</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с

	компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Кэрт, Б. Э. Математическое моделирование и экспериментальная отработка систем разделения реактивных снарядов в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / Б. Э. Кэрт, В. И. Козлов, Н. А. Макаровец ; под редакцией Н. А. Макаровца. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 240 с.	ЭБС Юрайт <a href="https://urait.ru/bcode/453078">https://urait.ru/bcode/453078</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 403 с.	ЭБС Юрайт <a href="https://urait.ru/bcode/455050">https://urait.ru/bcode/455050</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Методы физического и математического моделирования: Метод. указания/Казан. гос. технол. ун-т; Сост.: В.А. Булкин и др. Казань, 2006. 28 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Методы физического и математического моделирования» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ZNANIUM.COM» - режим доступа: <http://znanium.com/>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
4. Электронный ресурс «Физическая энциклопедия». Форма доступа - [http://femto.com.ua/articles/part\\_2/4051.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/4051.html)
5. Электронный ресурс «Наука и техника». Форма доступа – <http://encyclopaedia.big.ru/enc/science and technology/TERMODINAMIKA.html>
6. Электронный ресурс «Энергетика». Форма доступа - <http://forca.ru/>
7. Электронная библиотека «Юрайт» - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

Согласовано:

Библиотекарь

*Зусмутдинов*

*Зусмутдинов, А. В*

### 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Учебные столы, стулья;
2. Доска;
3. Стол преподавателя;
4. Компьютерные столы, стулья;

Техническими средствами обучения:

1. Персональные компьютеры (с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ);
2. Сеть Интернет;
3. Мультимедиа-проектор.
4. Установка для изучения термодинамических процессов во влажном воздухе
5. Установка для определения удельной теплоемкости воздуха
6. Установка для определения отклонения теплоемкости воздуха.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональный компьютер;

2. Столы компьютерные;
3. Учебные столы, стулья.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины

«Техническая термодинамика и теплотехника»:

MOODLE – Виртуальная среда обучения КНИТУ;

MS Teams: <https://products.office.com/ru-ru/microsoft-teams/download-app>;

Операционные системы, установленные на компьютерах;

Командная строка операционной системы.

### **13. Образовательные технологии**

- Лекции с разбором конкретных ситуаций, с заранее запланированными ошибками. При чтении лекций используется мультимедиа-проектор.
- Лабораторные занятия (расчетные работы).
- При организации самостоятельной работы используется самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, практикумам).



## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Методы физического и математического моделирования»

по направлению 15.03.01 «Технологические машины и оборудование»

для профиля «Оборудование нефтегазопереработки»

для набора обучающихся 2022 года

пересмотрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование

п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от __. __20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО