

Документ подписан и удостоверяется электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 23.05.2023 16:35:55  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Институт экологии**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной  
образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2023 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» является формирование у студентов профессиональных знаний по использованию методов моделирования при проектировании технологических процессов и анализе экспериментальных данных, а так же формирование научного и инженерного подхода к вопросам рационального использования энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» 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
УК-12	Способен к взаимодействию в условиях современной информационной культуры и цифровой экономики с учетом требований информационной безопасности, этических и правовых норм	УК-12.1. Осуществляет поиск нужных источников информации и данных, воспринимает, анализирует, запоминает и передает информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
		УК-12.2. Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных
ОПК-1	Способен использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.1. Знает основные естественнонаучные законы и основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа, моделирования и статистической обработки результатов
		ОПК-1.2. Умеет применять на практике основные законы естественнонаучных дисциплин для понимания окружающего мира, проведения экспериментальных исследований, понимания механизмов химико-технологических и других производственных процессов
		ОПК-1.3. Способен применять на практике методы математического анализа и моделирования химико-технологических процессов, грамотно обрабатывать результаты проведенных исследований и испытаний

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» относится к базовой компоненте блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов».

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-12	Способен к взаимодействию в условиях современной информационной культуры и цифровой экономики с учетом требований информационной безопасности, этических и правовых норм	Информатика	Ресурсосберегающие технологии и управление отходами
ОПК-1	Способен использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира, использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Экология Неорганическая химия Органическая химия Химия окружающей среды Радиоэкология Физическая и коллоидная химия Основы биохимии Биологические методы контроля состояния ОС Аналитическая химия Физико-химические методы контроля загрязняющих веществ Введение в специальность Геологические основы проектирования Геологические основы рационального природопользования	Геохимия Глобальные и региональные изменения климата Техногенные системы и экологический риск Радиационная безопасность

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

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» составляет **4** зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.	108	108	-	-	-
в том числе:					
Лекции (ЛК)	62	62	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Практические/семинарские занятия (СЗ)	54	54	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	18	18	-	-	-
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	10	10	-	-	-
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>	-	-
	зач.ед.	<b>4</b>	<b>4</b>	-	-

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Моделирование: основные понятия и определения	Тема 1.1. Понятие моделирования, модели. Виды моделирования, виды моделей. Классификация моделей.	ЛК
	Тема 1.2. Математическое моделирование, математические модели. Формы представления математических моделей. Структурные схемы и методы их преобразования	ЛК
	Тема 1.3. Построение статических и динамических моделей. Построение эмпирических моделей.	ЛК, СЗ
	Тема 1.4. Методология построения математических моделей химико-технологических процессов.	ЛК
	Тема 1.5. Идентификация математического описания и оптимизация химико-технологических процессов.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов	Тема 2.1. Моделирование структуры потоков в аппаратах.	ЛК, СЗ
	Тема 2.2. Математическое моделирование тепловых процессов. Модели процессов теплообмена: 1.Теплообменник типа «смешение-смешение», 2.Теплообменник типа «вытеснение-вытеснение».	ЛК, СЗ
	Тема 2.3. Моделирование массообменных процессов химической технологии	ЛК, СЗ
	Тема 2.4. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций.	ЛК

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций. Моделирование гомогенных химических реакторов.	
	Тема 2.5. Моделирование кинетики химических реакций.	ЛК, СЗ
	Тема 2.6. Аналитический метод построения моделей технологических процессов.	ЛК, СЗ

\* - 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
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	- Видеопроектор, компьютер, доступ к Интернет-ресурсам, доска
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	- Видеопроектор, компьютер, доступ к Интернет-ресурсам, доска
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. Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий: учебное пособие / В.М. Сутягин, В.Г. Бондалетов, О.С. Кукурина. – 2-изд., перераб. идоп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 184 с.
2. Шкаруппа С.П. Моделирование технологических и природных систем: учеб. пособие / С.П. Шкаруппа. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2018. – 78 с.: ил. 23.

*Дополнительная литература:*

1. Шкаруппа, С. П. Химико-технологические системы [Текст] : учеб.пособие / С. П. Шкаруппа, Б. Ю. Смирнов, Г. Я. Богомолова ; Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б. и.], 2009. - 105 с. : ил., схем., табл.
2. Бочкарев В.В. Оптимизация химико-технологических процессов: учебное пособие / В.В. Бочкарев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 264 с.
3. Островский, А.С. Моделирование химико-технологических процессов как объектов управления: учебно-исследовательский практикум: учеб.-метод. пособие / А.С. Островский, А.Г. Шумихин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 47 с.
4. «Методика изучения схем и технических средств автоматизации». Самара: РИО Самарск. гос. тех. Ун-та, 2005. – 120 с.

*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 «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- 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 «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов».

2. Методические указания по выполнению и оформлению курсовой работы/проекта по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» (при наличии КР/КП).

\* - 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

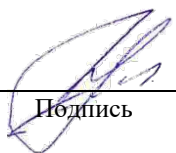
Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН (положения/порядка).

### РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент департамента ЭБиМКП

Должность, БУП



Подпись

**Никulina С.Н.**

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Директор департамента  
ЭБиМКП

Наименование БУП



Подпись

**Савенкова Е.В.**

Фамилия И.О.

### РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент департамента ЭБиМКП

Должность, БУП



Подпись

**Харламова М.Д.**

Фамилия И.О.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по учебной дисциплине  
«Моделирование энерго и ресурсосберегающих процессов»

Направление **18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Квалификация выпускника: **бакалавр**



## **1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Методические указания по организации внеаудиторной самостоятельной работы на занятии способствуют организации последовательного изучения материала, вынесенного на самостоятельное освоение в соответствии с учебным планом, программой учебной дисциплины/профессионального модуля и имеет такую структуру как:

- тема;
- вопросы и содержание материала для самостоятельного изучения;
- форма выполнения задания;
- алгоритм выполнения и оформления самостоятельной работы;
- критерии оценки самостоятельной работы;
- рекомендуемые источники информации (литература основная, дополнительная, нормативная, ресурсы Интернет и др.).

Самостоятельная работа (СР) как вид деятельности студента многогранна. В качестве форм СР при изучении дисциплины предлагаются:

- работа с научной и учебной литературой;
- подготовка доклада к практическому занятию;
- выполнение расчетов аппаратов;
- подготовка к тестированию и зачету;

Задачи самостоятельной работы:

- построение интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения процессов химической технологии;
- выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу.

Технология СР должна обеспечивать овладение знаниями, закрепление и систематизацию знаний, формирование умений и навыков. Апробированная технология характеризуется алгоритмом, который включает следующие логически связанные действия студента:

- чтение текста (учебника, пособия, конспекта лекций);
- конспектирование текста;
- решение задач и упражнений;
- подготовка к деловым играм;
- ответы на контрольные вопросы;
- составление планов и тезисов ответа.

## **2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) см. Приложение 1**

### 3. Паспорт Фонда оценочных средств по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»

Раздел	Тема (лекции, практические занятия, коллоквиумы)	Работа на занятии	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация	Итоговое тестирование	Исследовательская работа	Экзамен
1. Моделирование: основные понятия и определения	Понятие моделирования, модели. Виды моделирования, виды моделей. Классификация моделей	1		1				
	Математическое моделирование, математические модели. Формы представления математических моделей. Структурные схемы и методы их преобразования	1		1				
	Построение статических и динамических моделей. Построение эмпирических моделей.	1						
	Методология построения математических моделей химико-технологических процессов.	1		2				
	Идентификация математического описания и оптимизация химико-технологических процессов.	1		2				
	<b>Рубежное тестирование</b>				<b>10</b>			
2. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов	Моделирование структуры потоков в аппаратах.	2		2				
	Математическое моделирование тепловых процессов. Модели процессов теплообмена: 1.Теплообменник типа «смешение-смешение», 2.Теплообменник типа «вытеснение-вытеснение».	3		3				

	Моделирование массообменных процессов химической технологии	3		3				
	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций	3		3				
	Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций.	1		1				
	Моделирование гомогенных химических реакторов	2		2				
	Моделирование кинетики химических реакций	2		2				
	Аналитический метод построения моделей технологических процессов.	1		1				
	Защита проекта						21	
						10		
Итоговая аттестация								<b>14</b>
<b>ЭКЗАМЕН</b>		<b>18</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>100</b>
<b>ИТОГО</b>								

**Дескрипторы по оценке уровня освоения компетенций (по индикаторам):**

<b>Дескриптор</b>	<b>Качественное описание уровня освоения</b>	<b>Количественная оценка</b>
1	Данный уровень компетенции, в рамках индикаторов компетенции, совсем не освоен. Диагностируется полное отсутствие необходимых знаний, навыков владения материалом, анализа и обобщения информации, отсутствует основа для практического применения идей	0-20%
2	Диагностируется недостаточная степень освоения данного уровня компетенции, в рамках заданных индикаторов, знаний и навыков недостаточно для достижения основных целей обучения, допускаются значительные ошибки.	20-50%
3	Минимально допустимая степень освоения уровня компетенции, необходимая для достижения основных целей обучения. Могут допускаться ошибки, не имеющие решающего значения для освоения данного уровня. Владение минимальным объемом знаний, допускается ряд ошибок, но в целом диагностируется способность решать поставленную задачу.	50-70%
4	Данный уровень компетенции в целом освоен, достаточно полное владение основным материалом с некоторыми погрешностями, диагностируется способность решения широкого круга стандартных (учебных) задач, способность к интеграции знаний и построению заключений на основе полной информации	70-90%
5	Уровень компетенции освоен полностью. Освоение существенно выше обязательных требований, демонстрируются качества, связанные с проявлением данного уровня компетенции в широком диапазоне. Проявляется связь с другими компетенциями. Диагностируется свободное владение основным и дополнительным материалом (набором знаний) без ошибок и погрешностей.	90-100%

	Диагностируется умение решать вновь поставленные задачи (промышленный проект) с использованием полученных знаний и инструментов анализа, выбора решения, реализации замысла.	
--	--	--

**Общие критерии оценивания и БРС оценки знаний студентов по дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов»**

Оценка всех результатов освоения компетенций проводится в соответствии со шкалой международной балльно-рейтинговой системы ECTS. В соответствии с рассчитанной системой оценивания (\*см. паспорт ФОС), учащийся набирает необходимые баллы.

**Работа на занятии:** макс 1 балл. Оценка выставляется за присутствие и активную работу на семинаре или на лекции (лекции проводятся в интерактивной форме) – ответы на текущие вопросы, конспектирование, обсуждение.

**Самостоятельная подготовка к занятию:** макс 1 балла за каждую тему. Тема подготовлена, есть презентация, результаты расчетов, студент свободно отвечает на вопросы - 1 балла; студент присутствует на занятии, участвует в обсуждении, но затрудняется ответить на вопросы или студент отсутствует или задание не подготовлено – 0 баллов

**Подготовка и защита реферата** Реферат по теме, выбираемой студентом из списка тем или по теме, предложенной студентом самостоятельно в рамках тематики курса. Подготовка реферата осуществляется в течении всего семестра. Работа над рефератом включает подготовку текста, презентации, устного доклада и ответов на вопросы. Оценивается каждая составляющая часть работы.

**Итоговая аттестация в формате тестирования:**

Оценка производится в процентах от общего количества проверенных заданий, с последующим переводом процентов в баллы в соответствии с утвержденной БРС. Например, студент ответил правильно на 10 тестовых вопросов из 15, следовательно, он набрал 67%. Максимальный балл за рубежную аттестацию – 9, умножаем 0,67 на 9, получаем 6 баллов. Данный балл выставляется в общую ведомость и суммируется с остальными баллами. Студент считается успешно прошедшим итоговую аттестацию, если сумма баллов за все виды деятельности на момент аттестации **превышает 50%** от максимально возможного балла. Итоговый экзамен студент проходит добровольно, если им набран минимально возможный для аттестации балл – **51 балл**. В остальных случаях экзамен является обязательным и оценивается максимально в **14 баллов**, в результате суммарный балл выводится с учетом результата сдачи экзамена и итоговая оценка соответствует международной шкале ECTS. Если на экзамене студент набирает менее **7 баллов**, то зачет/экзамен считается не сданным и студент может сдать его повторно (пройти переекзаменовку).

**Итоговая оценка за семестр** складывается как сумма баллов за все виды деятельности студента (\*см. паспорт ФОС) и может составить максимально **86 баллов**.

Вид задания	Число заданий	Кол-во баллов	Сумма баллов
Тестирование	2	10	20
Работа на занятии (лекции)	18	1	18

Самостоятельная работа	11	1	11
Домашние задания (СР)	6	3/2	16
Выполнение и защита проекта	1	21	21
Экзамен/зачёт	1	14	14
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F

### ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Математическое моделирование – это средство для
  - a. изучения свойств реальных объектов в рамках поставленной задачи;
  - b. упрощения поставленной задачи;
  - c. поиска физической модели;
  - d. корреляционный анализ.
  
2. Какой модели быть не может?
  - a. вещественной, физической;
  - b. идеальной, физической;**
  - c. вещественной, математической;
  - d. идеальной, математической.
  
3. По поведению математических моделей во времени их разделяют на:
  - a. детерминированные и стохастические;
  - b. статистические и динамические;**
  - c. непрерывные и дискретные;
  - d. аналитические и имитационные.
  
4. Как называется замещаемый моделью объект?
  - a. копия;
  - b. оригинал;**
  - c. шаблон;
  - d. макет.
  
5. Что такое математическая модель?
  - a. точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала;

- b. точное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала;
- c. приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в математических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала;**
- d. приближенное представление реальных объектов, процессов или систем, выраженное в физических терминах и сохраняющее существенные черты оригинала.

6. Какие виды математических моделей получаются при разделении их по принципам построения?

- a. аналитические, имитационные;**
- b. детерминированные, стохастические;
- c. стохастические, аналитические;
- d. детерминированные, имитационные.

7. На какой язык должна быть «переведена» прикладная задача для ее решения с использованием ЭВМ?

- a. неформальный математический язык;
- b. формальный математический язык;**
- c. формальный физический язык;
- d. неформальный физический язык.

8. Транспортная задача - это?

- a. математическая задача линейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения однородных объектов из аккумулятора к приемникам с минимизацией затрат на перемещение;**
- b. математическая задача нелинейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения однородных объектов из аккумулятора к приемникам с минимизацией затрат на перемещение;
- c. математическая задача дробно-линейного программирования специального вида о поиске оптимального распределения однородных объектов из аккумулятора к приемникам с минимизацией затрат на перемещение;
- d. нет правильного ответа.

9. Какая математическая модель не относится к стохастическим?

- a. идеальный газ;
- b. квантовый осциллятор;
- c. материальная точка;**
- d. ни одна из предложенных.

10. Материальная точка – это не только математическая, но и ...

- a. натурная модель;
- b. физическая модель;
- c. наглядная модель;**
- d. знаковая модель.

11. Критерий Фишера – это:

- a. критерий воспроизводимости эксперимента;

- b. критерий адекватности;
- c. критерий значимости коэффициентов;
- d. критерий статистической проверки гипотез.**

12. Какое максимальное количество моделей одного объекта можно составить?

- a. любое количество;**
- b. 1;
- c. 3;
- d. 7.

13. Какие модели относятся к классу вещественных моделей:

- a. физические, натурные;**
- b. идеальные, физические;
- c. наглядные идеальные;
- d. натурные, идеальные.

14. Какие модели входят в состав идеальных математических моделей:

- a. аналитические, функциональные, имитационные, комбинированные;**
- b. аналоговые, структурные, геометрические, графические, цифровые и кибернетические;
- c. символы, алфавит, языки программирования, упорядоченная запись, сетевое представление;
- d. нет правильного ответа.

15. В чем заключается построение математической модели?

- a. в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста математическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат;
- b. в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат;
- c. в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста математическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат;
- d. в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат.**

**Проверка компетенций:** УК-12.1, 12.2; ОПК-1.1, 1.2, 1.3.



## Критерии оценки ответов на вопросы теста\*

Критерии оценки ответа	Баллы		
	Ответ не соответствует критерию	Ответ частично соответствует критерию	Ответ полностью соответствует критерию
Ответ является верным	0	0,5	1

\*Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 1 баллов:

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

1. Химико-технологическая система как объект моделирования.
2. Методология построения математических моделей химик-технологических процессов.
3. Назовите основные отличия стохастических и детерминированных моделей.
4. Понятия «система» и «моделирование». Виды системы. Цели моделирования.
5. Математическая модель. Иерархическая структура математической модели.
6. Понятие «система». Внешние связи (входы и выходы) системы.
7. Раскройте основные этапы математического моделирования.
8. Порядок действий при получении в расчете модели неадекватного результата.
9. Опишите типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.
10. Опишите модели идеального вытеснения и смешения.
11. Дайте характеристику диффузной, ячеечной и комбинированной моделям.
12. Основные закономерности теплообмена.
13. Математические модели теплообменных аппаратов.
14. Перечислите параметры математической модели теплообменных аппаратов и их размерности.
15. Основные принципы составления уравнений тепловых балансов.
16. Охарактеризуйте математическую модель теплообменного аппарата типа «смешение-смешение», «вытеснение-вытеснение» и «перемешивание-вытеснение».
17. Математическое описание равновесия в системах «жидкость-жидкость» и «жидкость-пар».
18. Моделирование процесса массопередачи.
19. Моделирование процесса сепарации.
20. Какие фундаментальные законы лежат в основе описания массообменных процессов.
21. Дайте определение фазовому равновесию. Назовите методы расчета констант фазового равновесия.
22. Дайте определение массопередаче и массоотдаче. Как связаны между собой коэффициенты массопередачи и массоотдачи.
23. Математическое описание процесса адсорбции.
24. Моделирование кинетики гомогенных и гетерогенных химических реакций.
25. Назовите основные концепции формальной кинетики.
26. Что такое скорость химической реакции. Как она определяется

27. Дайте классификацию химических реакторов.
28. Какие конструкции гомогенных реакторов применяются в химической технологии. Приведите примеры гомогенных реакторов.
29. В чем состоит сущность иерархического построения математической модели химического реактора.
30. Каково практическое применение результатов математического моделирования химических реакторов.
31. Какие численные методы применяются для исследования математических моделей гомогенных химических реакторов. Назовите принципы построения математических моделей изотермических реакторов
32. Охарактеризуйте уравнения теплового баланса реакторов, имеющих адиабатический и политермический режим работы.
33. Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента.
34. Статистические модели объектов на основе активного эксперимента.
35. Статистические модели оптимальной области объекта исследования.
36. Какова последовательность статистического анализа?
37. Перечислите основные этапы статистического (регрессионного) анализа в полном и дробном факторном эксперименте.
38. Общий вид статистических моделей?
39. Каковы действия в случае получения адекватного или неадекватного уравнения регрессии.
40. Каким образом можно определить, что пришли в оптимальную область?
41. Систематизация методов оптимизации.
42. Что включает постановка задачи оптимизации.
43. Опишите поиск оптимума методом покоординатного спуска.
44. Предложите математическое описание структуры потоков.
45. Укажите типовые модели аппаратов.

### **ТЕМЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТА**

1. Математическая модель химической реакции.
2. Математическая модель химико-технологических процессов.
3. Математическое описание процессов теплообмена в технологических аппаратах.
4. Построение статистической модели.
5. Модель теплового баланса химико-технологического объекта.
6. Структура математической модели химико-технологического объекта.
7. Модель идеальное смешение.
8. Математическое описание структуры потоков в аппарате (гидродинамика).
9. Построение модели очистки газовой смеси.

**Критерии оценки:**

Каждый проект оценивается от 0 до 21 баллов.

<b>Критерии оценки ответа</b>	<b>Баллы</b>		
	<b>Ответ не соответствует критерию</b>	<b>Ответ частично соответствует критерию</b>	<b>Ответ полностью соответствует критерию</b>
Работа показывает понимание обучающимся связей между предметом вопроса и другими разделами дисциплины и/или другими дисциплинами	0-2	3-6	7
Работа показывает уверенное владение обучающего терминологическим и методологическим аппаратом дисциплины	0-2	3-6	7
Работа имеет четкую логичную структуру, выводы соответствуют поставленным задачам анализа	0-2	3-6	7