

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование химико-технологических процессов**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки

**18.03.01 Химическая технология**  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

**Технология неорганических, органических соединений  
и переработки полимеров**

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Разработчик \_\_\_\_\_  
(подпись)

23.05.2023 г.  
(дата)

Москалев А.С.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ТОСППитБ  
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

23.05.23  
(дата)

Карманова О.В.  
(Ф.И.О.)

## 1 Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» является формирование компетенций обучающегося в следующих областях профессиональной деятельности и сферах профессиональной деятельности:

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производствах продуктов основного и тонкого органического синтеза; производства полимерных материалов);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере организации и проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области химического и химико-технологического производства).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

*научно-исследовательский;*  
*технологический.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 18.03.01 - Химическая технология

## 2 Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД3 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ
2	ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД1 <sub>ОПК-6</sub> – Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД3 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ	Знает: основные понятия моделирования; основные методы математического моделирования для решения задач в области химической технологии
	Умеет: подбирать и применять необходимые методы математического моделирования процессов и объектов на базе MS Excel и Mathcad для решения задач в области химической технологии
	Владеет: навыками работы в MS Excel и Mathcad для решения задач в области химической технологии
ИД1 <sub>ОПК-6</sub> – Осуществляет	Знает: перечень основных информационных технологий

подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности	и современного программного обеспечения необходимого для решения профессиональных задач в области химической технологии
	Умеет: подбирать нужную информационную технологию, программное обеспечение и оптимальный метод при решении конкретной задачи в области химической технологии
	Владеет: навыками работы с необходимым программным обеспечением для решения задач в области химической технологии

### 3 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к *обязательной* части модуля «*Общепрофессиональный*» Блока 1 ООП.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: «Физика», «Математика», «Информатика», «Тепло- и хладотехника», «Процессы и аппараты», «Физическая и коллоидная химия», «Системы управления химико-технологическими процессами», Учебная практика (ознакомительная практика)», «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)».

Дисциплина является предшествующей для изучения: Производственная практика (преддипломная практика), «Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы

Виды учебной работы	Всего часов акад.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		8 семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	<b>48,9</b>	<b>48,9</b>
Лекции	16	16
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные занятия	32	32
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Консультации, текущие	0,8	0,8
<b>Виды аттестации (зачет)</b>	<b>0,1 (зачет)</b>	<b>0,1 (зачет)</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>59,1</b>	<b>59,1</b>
Проработка материалов по конспекту лекций	8	8
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	33,1	33,1
Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам.	10	10
Подготовка к аудиторной контрольной работе	2	2
Домашняя контрольная работа	6	6

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудо-емкость раздела час
1	Основы моделирования	Основные понятия и определения. Методы математического анализа и моделирования. Цели моделирования. Преимущества модели над технологическим расчётом. Виды программ для моделирования химико-технологических процессов (ХТП). Расчеты и использование математической функции в Excel. Оценка качества полимерной продукции.	28
2	Статистический анализ. Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента	Статистический анализ. Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента. Расчет коэффициентов уравнения регрессии. Корреляционный анализ. Линейная однофакторная регрессионная модель. Линейные и нелинейные регрессионные модели.	21
3	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента. Полный факторный эксперимент.	30,1
4	Методы оптимизации химико-технологических процессов	Постановка и планирование эксперимента для оптимизации свойств органических соединений. Основные методы оптимизации ХТП.	28
5	<i>Консультации текущие</i>		0,8
6	<i>Зачет</i>		0,1

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1	Основы моделирования	6	8	14
2	Статистический анализ. Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента	2	8	11
3	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента.	4	8	18,1
4	Методы оптимизации химико-технологических процессов.	4	8	16

#### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудо-емкость, час
1	Основы моделирования	Моделирование: основные понятия и определения. Методы математического анализа и моделирования. Цели моделирования.	2
2		Методология построения математических моделей химико-технологических процессов. Преимущества модели над технологическим расчётом.	2
3		Виды программ для моделирования химико-технологических процессов (ХТП).	2
4	Статистический анализ.	Статистический анализ. Экспериментально-	2

	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента	статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента	
5	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента.	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента.	4
6	Методы оптимизации химико-технологических процессов.	Основные понятия и определения. Постановка задачи оптимизации.	2
7		Систематизация методов оптимизации химико-технологических процессов.	4

### 5.2.2. Практические занятия – не предусмотрены

### 5.2.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость, час
1	Основы моделирования	Расчеты и использование математической функции в Excel.	4
2		Оценка качества полимерной продукции.	4
3	Статистический анализ. Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента	Корреляционный анализ. Линейные и нелинейные регрессионные модели.	4
4		Расчет коэффициентов уравнения регрессии.	4
5	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента.	Полный факторный эксперимент.	8
6	Методы оптимизации химико-технологических процессов.	Оптимизация ХТП	8

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудо-емкость, час
1	Основы моделирования	Проработка материалов по конспекту лекций	4
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	8
		Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам.	2
2	Статистический анализ. Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента	Проработка материалов по конспекту лекций	1
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	7
		Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам.	3
3	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента.	Проработка материалов по конспекту лекций	1
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	6,1
		Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам.	3
		Подготовка к аудиторной контрольной работе	2
		Домашняя контрольная работа	6

4	Методы оптимизации химико-технологических процессов.	Проработка материалов по конспекту лекций	2
		Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	12
		Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам.	2

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Закейм А. Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие.- Москва: Логос, 2012 [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=84988](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=84988)

2. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 176 с. <https://e.lanbook.com/book/41014>.

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Клинов А. В. , Мухаметзянова А. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие.- Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009 [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=270540](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=270540)

### 6.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad : учебное пособие : [16+] / Т. В. Лаптева, Н. Н. Зиятдинов, С. А. Лаптев, Д. Д. Первухин ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 248 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612446> .

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://www.window.edu.ru/">http://www.window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов	<a href="http://www.ict.edu.ru/">http://www.ict.edu.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

**6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – н-р, ОС Windows, ОС ALT Linux.

**7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Обеспеченность процесса обучения техническими средствами полностью соответствует требованиям ФГОС по направлению подготовки. Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена во внутренней сети по адресу <http://education.vsu.ru>.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа:

Учебная аудитория № 6-13 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	- Комплект мебели для учебного процесса на 42 места - проектор BenQ MP-512; - экран ScreenMedia MW213*213 настенный; - ПК PENTium - 2048Mb/512Mb/500G/	Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2+Maxima Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
--	--	---

Для проведения практических, лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в распоряжении кафедры имеется:

Учебная аудитория № 6-13 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	- Комплект мебели для учебного процесса на 42 места - проектор BenQ MP-512; - экран ScreenMedia MW213*213 настенный; - ПК PENTium - 2048Mb/512Mb/500G/	Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2+Maxima Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
--	--	---

Аудитория для самостоятельной работы обучающихся

Учебная аудитория № 6-29 для самостоятельной работы студентов	- ПК PENT Pentium Celeron 3.0 МГц /2048Mb/500G/DVDRW – 8 шт - стол компьютерный – 8 шт - стул – 8 шт	Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2+Maxima Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
---	--	---

Дополнительно самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Ресурсный центр	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами	Альт Образование 8.2 + LibreOffice 6.2+Maxima Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
-----------------	---	---

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Оценочные материалы** (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины в виде приложения.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**к рабочей программе**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы

Виды учебной работы	Всего акад. часов акад.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		9 семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>15,8</b>	<b>15,8</b>
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Лабораторные занятия	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	0	0
Консультации текущие	0,9	0,9
Консультации по выполнению контрольной работы	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет с оценкой)	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>
Проработка материалов по конспекту лекций	2	2
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	72,3	72,3
Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по лабораторным работам.	4	4
Контрольная работа	10	10
<b>Контроль (зачет)</b>	<b>3,9</b>	<b>3,9</b>

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД3 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ
2	ОПК-6	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД1 <sub>ОПК-6</sub> – Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД3 <sub>ОПК-2</sub> – Применяет методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ	Знает: основные понятия моделирования; основные методы математического моделирования для решения задач в области химической технологии
	Умеет: подбирать и применять необходимые методы математического моделирования процессов и объектов на базе MS Excel и Mathcad для решения задач в области химической технологии
	Владеет: навыками работы в MS Excel и Mathcad для решения задач в области химической технологии
ИД1 <sub>ОПК-6</sub> – Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности	Знает: перечень основных информационных технологий и современного программного обеспечения необходимого для решения профессиональных задач в области химической технологии
	Умеет: подбирать нужную информационную технологию, программное обеспечение и оптимальный метод при решении конкретной задачи в области химической технологии
	Владеет: навыками работы с необходимым программным обеспечением для решения задач в области химической технологии

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№ заданий	
1	Основы моделирования	ОПК-2 ИД3 <sub>опк-2</sub>  ОПК-6 ИД1 <sub>опк-6</sub>	тесты	1-10	Бланочное тестирование/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 -74 % - удовл. 75 - 84% -хорошо 85-100% - отлично
			собеседование по контрольным вопросам	36-40	собеседование с преподавателем/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 -74 % - удовл. 75 - 84% -хорошо 85-100% - отлично
2	Статистический анализ. Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных пассивного эксперимента	ОПК-2 ИД3 <sub>опк-2</sub>  ОПК-6 ИД1 <sub>опк-6</sub>	тесты	11-20	Бланочное тестирование/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 -74 % - удовл. 75 - 84% -хорошо 85-100% - отлично
			собеседование по контрольным вопросам	41-50	собеседование с преподавателем/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 -74 % - удовл. 75 - 84% -хорошо 85-100% - отлично
			задачи	61	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
3	Экспериментально-статистические модели, полученные на основе данных активного эксперимента.	ОПК-2 ИД3 <sub>опк-2</sub>  ОПК-6 ИД1 <sub>опк-6</sub>	тесты	21-30	Бланочное тестирование/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 -74 % - удовл. 75 - 84% -хорошо 85-100% - отлично
			собеседование по контрольным вопросам	51-55	собеседование с преподавателем/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 -74 % - удовл. 75 - 84% -хорошо 85-100% - отлично

			задачи	62-64	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
4	Методы оптимизации химико-технологических процессов	ОПК-2 ИД3 <sub>ОПК-2</sub>	тесты	31-35	Бланочное тестирование/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 - 74 % - удовл. 75 - 84 % - хорошо 85-100% - отлично
		ОПК-6 ИД1 <sub>ОПК-6</sub>	собеседование по контрольным вопросам	56-60	собеседование с преподавателем/ Процентная шкала. 0 - 100 %; 0 - 59 % - неуд. 60 - 74 % - удовл. 75 - 84 % - хорошо 85-100% - отлично

### 3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы.

Виды контроля:

- 1) тестирование (аудиторная контрольная работа, зачет);
- 2) собеседование по контрольным вопросам (аудиторная контрольная работа, зачет);
- 3) решение задач (аудиторная контрольная работа, домашняя контрольная работа, зачет).

#### 3.1 Тесты

*ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности*

*ИД3<sub>ОПК-2</sub> – Применяет методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ*

*ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности*

*ИД1<sub>ОПК-6</sub> – Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности*

№	Вопрос
1	<p>Модель:</p> <p><b>а) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий существенные с точки зрения цели исследования свойства изучаемого объекта, явления или процесса</b></p> <p>б) материальный или абстрактный заменитель объекта, отражающий его пространственно-временные характеристики</p> <p>в) любой объект окружающего мира</p> <p>г) объект полностью соответствующий оригиналу</p>
2	<p>Моделирование:</p> <p>а) формальное описание процессов и явлений</p> <p>б) процесс выявления существенных признаков рассматриваемого объекта</p> <p><b>в) метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей</b></p> <p>г) поиск оптимальных значение параметров</p>
3	<p>Последовательность этапов моделирования:</p> <p><b>а) цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение</b></p> <p>б) объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование</p> <p>в) цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта</p> <p>г) цель, объект, модель, эксперимент, метод, алгоритм, программа анализ</p>
4	<p>Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:</p> <p>а) иерархические информационные модели</p> <p>б) математические модели</p> <p><b>в) графические информационные модели</b></p> <p>г) графические математические модели</p>
5	<p>Математическая модель объекта:</p> <p>а) совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы</p> <p>б) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала</p> <p><b>в) совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение</b></p> <p>г) модель построенная с помощью формальных языков</p>
6	<p>Может ли один объект иметь множество моделей:</p> <p><b>а) да</b></p> <p>б) нет</p> <p>в) да, если речь идёт о создании материальной модели объекта</p>
7	<p>Могут ли разные объекты быть описаны одной моделью:</p> <p><b>а) да</b></p> <p>б) нет</p> <p>в) зависит от моделей</p>
8	<p>Что обозначает термин «имитационная модель»?</p> <p>а) аналоговая модель сложного динамического объекта</p> <p>б) совокупность взаимосвязанных кортежей преобразования информации</p> <p><b>в) специальный программный комплекс, который имитирует деятельность сложного объекта</b></p> <p>г) структурная модель производственного процесса</p>
9	<p>Что называется транзактом при моделировании процесса?</p> <p>а) время обслуживания</p> <p>б) средства для формализованного описания дискретных компонентов</p> <p><b>в) это формальный запрос на какое-либо обслуживание, является динамической единицей любой модели</b></p> <p>г) момент выхода из узла обслуживания</p>
10	<p>Что называется модельным временем?</p> <p>а) шаг моделирования</p> <p><b>б) виртуальное время, в котором упорядочиваются все события</b></p> <p>в) функциональные преобразования</p> <p>г) время между двумя последовательными событиями</p>

11	<p>При подборе линии тренда (описании корреляции величин) наиболее точно можно описать любую зависимость</p> <p>а) при помощи линейной функции  б) при помощи функции, которую подберет программа расчета  в) любой функцией, но необходимо учитывать величину коэффициента аппроксимации  <b>г) полиномами не менее четвертой степени</b></p>
12	<p>Сила связи экспериментальных данных характеризуется:</p> <p><b>а) коэффициентом корреляции</b>  б) числом степеней свободы  в) коэффициентом Стьюдента  г) законом Гаусса</p>
13	<p>Дискретизация модели - это процедура</p> <p>а) отображения состояния объекта в заданные моменты времени  б) которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную  <b>в) разделении целого на части</b>  г) приведения динамического процесса к множеству статических состояний</p>
14	<p>Какие численные методы решения дифференциальных уравнений вам известны?</p> <p>а) Методы Ньютона  <b>б) Методы Эйлера</b>  <b>в) Методы Рунге-Кутты</b>  г) Методы Лагранжа</p>
15	<p>Выберите правильное выражение для скорости химической реакции <math>A + 2B \rightarrow C</math></p> <p>а) <math>w = kC_A</math>  <b>б) <math>w = kC_A C_B^2</math></b>  в) <math>w = kC_B^2</math>  г) <math>w = kC_A^2 C_B</math></p>
16	<p>Укажите, какие встроенные функции MathCAD можно использовать при численном решении систем дифференциальных уравнений:</p> <p><b>а) rkfixed</b>  б) interp  <b>в) rkadapt</b>  г) expand</p>
17	<p>Константа химической реакции зависит от температуры по закону:</p> <p>а) Менделеева-Клапейрона  б) Клаузиуса  <b>в) Аррениуса</b>  г) Вант-Гоффа</p>
18	<p>Что такое система?</p> <p>а) совокупность элементов, из которых она состоит.  б) совокупность элементов, которые связаны друг с другом.  <b>в) совокупность элементов и связей между ними.</b>  г) совокупность элементов, выполняющих одну задачу</p>
19	<p>Какие виды графов Вам известны?</p> <p>а) Технологические графы.  <b>б) Сигнальные графы</b>  в) Топологические графы  г) <b>Информационно-потокосые</b></p>
20	<p>Замкнутые технологические схемы, это схемы в которых:</p> <p>а) <b>технологические потоки проходят через любой элемент системы не один раз</b>  б) технологические потоки проходят через любой элемент системы только один раз  <b>в) содержащие хотя бы одну обратную связь по потокам</b>  г) технологические потоки проходят через любой элемент системы два раза</p>
	3 раздел
21	<p>Что относится к пассивному эксперименту?</p> <p><b>а) ставится большая серия опытов с поочередным варьированием каждой из переменных</b>  <b>б) сбор исходного статистического материала на действующем промышленном объекте при его нормальной эксплуатации</b>  в) ставится по заранее составленному плану.  г) предусматривается одновременное изменение всех параметров, влияющих на процесс</p>
22	Что относится к активному эксперименту?

	<p>а) ставится большая серия опытов с поочередным варьированием каждой из переменных</p> <p>б) сбор исходного статистического материала на действующем промышленном объекте при его нормальной эксплуатации</p> <p><b>в) ставится по заранее составленному плану</b></p> <p><b>г) предусматривается одновременное изменение всех параметров, влияющих на процесс</b></p>
23	<p>Что такое функция отклика?</p> <p><b>а) математическая модель, чаще всего связывающая интересующие нас величины (y) с переменными параметрами (<math>x_1, x_2, \dots, x_n</math>), которыми экспериментатор варьирует при проведении опытов</b></p> <p>б) физическая модель, чаще всего связывающая интересующие нас величины (y) с переменными параметрами (<math>x_1, x_2, \dots, x_n</math>), которыми экспериментатор варьирует при проведении опытов</p> <p>в) техническая модель, чаще всего связывающая интересующие нас величины (y) с переменными параметрами (<math>x_1, x_2, \dots, x_n</math>), которыми экспериментатор варьирует при проведении опытов</p>
24	<p>Какой метод определения коэффициентов математической модели используется:</p> <p>а) Метод средних.</p> <p>б) Симплексный метод</p> <p>в) Метод наискорейшего спуска</p> <p><b>г) Метод наименьших квадратов</b></p>
25	<p>Математическая модель адекватно описывает экспериментальные данные если:</p> <p>а) расчётное значение критерия Фишера больше табличного</p> <p>б) расчётное значение критерия Стьюдента меньше табличного</p> <p><b>в) расчётное значение критерия Фишера меньше табличного</b></p> <p>г) расчётное значение критерия Стьюдента больше табличного</p>
26	<p>Планирование эксперимента необходимо для:</p> <p>а) точного предписания действий в процессе моделирования</p> <p><b>б) выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью;</b></p> <p>в) выполнения плана экспериментирования на модели</p> <p><b>г) сокращения количества опытов</b></p>
27	<p>Назовите первый и последний алгоритма этап планирования эксперимента:</p> <p>а) Расчет коэффициентов полинома, расчет поверхности отклика</p> <p>б) Выбор плана эксперимента, проверка значимости коэффициентов полинома</p> <p><b>в) Постановка задачи исследования, проверка адекватности модели</b></p> <p><b>г) Расчет поверхности отклика, проверка адекватности модели</b></p>
28	<p>Величина дисперсии воспроизводимости результатов позволяет:</p> <p>а) Правильно провести проверку значимости коэффициентов полинома</p> <p>б) В целом ни на что не влияет</p> <p><b>в) Чем меньше дисперсия, тем точнее математическая модель</b></p> <p>г) Без нее невозможно провести расчет поверхности отклика</p>
29	<p>Применение методов планирования эксперимента позволяет:</p> <p>а) провести даже «мысленный» эксперимент, не прибегая к опытам и измерениям</p> <p><b>б) существенно уменьшить трудозатраты исследователя при проведении поисковых работ</b></p> <p>в) получить результат только в случае соблюдения специальных условий измерений</p> <p>г) применять эти методы для любых видов экспериментов</p>
30	<p>Прямолинейные зависимости свойств от факторов:</p> <p>а) получаются только в результате реализации полнофакторных планов эксперимента</p> <p><b>б) не всегда точно отражают реальные физико-химические процессы эксперимента</b></p> <p>в) можно использовать только для получения «прикидочных» данных</p> <p>г) получаются в любом случае, т.к. все описывается полиномами</p>
31	<p>Какие методы оптимизации Вам известны:</p> <p>а) Метод секущих</p> <p><b>б) Метод наискорейшего спуска</b></p> <p><b>в) Метод симплексов</b></p> <p><b>г) Метод градиента</b></p>
32	<p>Оптимизация на ЭВМ в индивидуальном задании «оптимизация рецептуры эластомерных композитов» проводится с помощью пакета:</p>

	а) Mathcad <b>б) Microsoft Excel</b> в) Microsoft Access г) Matlab
33	Верно ли утверждение: Оптимизация – это целенаправленная деятельность, которая заключается в наиболее быстром по времени получении результатов, (значений параметров объектов) входящих в доверительный интервал при соответствующих условиях.  <b>не верно</b>
34	При оптимизации методом дихотомии интервал неопределенности разбивают на а) два отрезка в соотношении один к двум <b>б) два равных отрезка</b> в) три неравных отрезка г) два отрезка в соотношении золотого сечения
35	Требования к критерию оптимальности а) Критерий оптимальности должен выражаться нелинейно зависимостью б) Критерий оптимальности должен содержать не менее двух переменных <b>в) Критерий оптимальности должен быть единственным</b> г) Критерий оптимальности должен выражаться числом

### 3.2 Контрольные вопросы

*ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности*

*ИДЗ<sub>ОПК-2</sub> – Применяет методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ*

*ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности*

*ИД1<sub>ОПК-6</sub> – Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности*

№	Вопрос
36	Дайте определение понятиям «модель», «моделирование». Назовите два основных вида математических моделей. Приведите примеры.
37	Перечислите виды моделирования, проанализируйте возможности их применения в химической технологии. В чем заключается основная сложность моделирования химико-технологических процессов?
38	В чем отличие стохастических моделей от детерминированных?
39	Перечислите основные этапы математического моделирования.
40	К каким этапам моделирования необходимо вернуться, если расчет на модели показал неадекватный результат?
41	Описать методику нахождения неизвестных коэффициентов моделей в среде MS Excel с использованием надстройки «Поиск решения».
42	Описать методику проверки выпадающих испытаний в среде MS Excel с использованием надстройки «Анализ данных».
43	Описать методику проверки достоверности моделей в среде MS Excel с использованием критерия Пирсона, что он показывает, его крайние значения.
44	Каков общий вид статистических моделей?
45	В чем разница между пассивным и активным экспериментом?
46	Для чего проводят корреляционный анализ?
47	Какова основная характеристика корреляционного анализа?
48	Какова суть регрессионного анализа?

49	Перечислите виды регрессии, привести примеры.
50	Какова последовательность статистического (регрессионного) анализа?
51	В чем суть планирования эксперимента?
52	Благодаря чему упрощается расчет коэффициентов регрессии?
53	В чем суть дробного факторного эксперимента и его недостатки?
54	Перечислите основные этапы статистического (регрессионного) анализа в полном и дробном факторном эксперименте.
55	Каковы ваши действия в случае получения адекватного или неадекватного уравнения регрессии?
56	Дайте понятие оптимизации, критерия оптимальности, оптимизирующих параметров, ограничений.
57	Что включает постановка задачи оптимизации?
58	В каких случаях применяют статистические методы оптимизации?
59	Стратегия метода крутого восхождения по поверхности отклика
60	В каких случаях для поиска оптимума применяются аналитические методы?

### 3.3 Задачи

*ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности*

*ИДЗ<sub>ОПК-2</sub> – Применяет методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ*

*ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности*

*ИД1<sub>ОПК-6</sub> – Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности*

#### Задача 61.

На выходы бензина  $y_1$  (% мас.) и газа  $y_2$  (% мас.) при каталитическом крекинге влияют температура процесса  $x_1$  ( $t - 440$  °С), объемная скорость подачи сырья  $x_2$  ( $ч^{-1}$ ), кратность циркуляции катализатора  $x_3$  (кг/кг). Результаты экспериментов приведены в таблице:

№ опыта	$x_1 = (t - 440)$ , °С	$x_2$ , $ч^{-1}$	$x_3$ , кг/кг	$y_1$ , % мас.	$y_2$ , % мас.
1	10	1,0	1,6	32,8	5,3
2	0	1,2	1,6	34,9	5,9
3	0	1,2	1,4	35,5	7,0
4	10	1,2	1,4	35,5	7,0
5	15	1,0	1,7	34,9	7,1
6	20	1,4	1,5	34,8	7,7

Используя инструмент «Регрессия» надстройки «Анализ данных» пакета Excel, определить:

а) коэффициенты уравнения регрессии  $y_1 = f(x_1, x_2, x_3)$  и  $y_2 = f(x_1, x_2, x_3)$  2-го порядка, не содержащего квадратичных членов;

б) коэффициенты уравнений регрессии 2-го порядка, например,  $y_1 = f(x_1, x_2)$  и  $y_1 = f(x_2, x_3)$ . (Индивидуальные задания выдаются преподавателем).

в) определить относительную ошибку результатов расчета по полученному уравнению по сравнению с экспериментальными данными.

### Задача 62.

Математическая модель для расчета октанового числа товарного бензина, полученного смешением нескольких компонентов  
 получение уравнения регрессии для расчета октанового числа (ОЧ) бензина на основе симплекс-решетчатого плана (СРП) эксперимента.

Товарный бензин получают смешением 7 компонентов. Для получения регрессионной модели в виде неполного полинома второй степени, описывающей зависимость октанового числа (ОЧ) бензина от содержания компонентов, реализован симплекс-решетчатый план (СРП). Данные СРП приведены в таблице:

№ опыта	Содержание компонента в смеси, доли							y	b <sub>расч.</sub>
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>		
1	1							73,4	b <sub>1</sub> =73,4
2		1						74,9	b <sub>2</sub> =74,9
3			1					58,1	b <sub>3</sub> =58,1
4				1				50,6	b <sub>4</sub> =50,6
5					1			70,0	b <sub>5</sub> =70,0
6						1		57,5	b <sub>6</sub> =57,5
7							1	83,9	b <sub>7</sub> =83,9
8	0,5	0,5						78,1	b <sub>12</sub> =
9	0,5		0,5					66,4	b <sub>13</sub> =
10	0,5			0,5				62,8	b <sub>14</sub> =
11	0,5				0,5			72,3	b <sub>15</sub> =
12	0,5					0,5		65,6	b <sub>16</sub> =
13	0,5						0,5	81,0	b <sub>17</sub> =
14		0,5	0,5					66,0	b <sub>23</sub> =
15		0,5		0,5				63,4	b <sub>24</sub> =
16		0,5			0,5			72,5	b <sub>25</sub> =
17		0,5				0,5		66,0	b <sub>26</sub> =
18		0,5					0,5	80,8	b <sub>27</sub> =
19			0,5	0,5				54,2	b <sub>34</sub> =
20			0,5		0,5			66,5	b <sub>35</sub> =

1) Рассчитать ОЧ товарного бензина при x<sub>1</sub>=0,5; x<sub>2</sub>=0,15; x<sub>3</sub>=0,2; x<sub>4</sub>=0,15. Сравнить с экспериментальным значением 70,5.

2) Сравнить число опытов СРП с числом опытов ПФП.

Задача 63.

1) Построить матрицу полного факторного эксперимента для 3 входных параметров со следующими интервалами  $15 \leq X_1 \leq 65$ ,  $10 \leq X_2 \leq 14$ ,  $150 \leq X_3 \leq 200$ , дополнить план натуральными значениями параметров.

2) Построить матрицу полного факторного эксперимента для 3 входных параметров со следующими интервалами  $25 \leq X_1 \leq 45$ ,  $3 \leq X_2 \leq 4$ ,  $100 \leq X_3 \leq 200$ , дополнить план натуральными значениями параметров.

3) Построить матрицу полного факторного эксперимента для 3 входных параметров со следующими интервалами  $45 \leq X_1 \leq 65$ ,  $4 \leq X_2 \leq 14$ ,  $450 \leq X_3 \leq 650$ , дополнить план натуральными значениями параметров.

Задача 64.

Построить план крутого восхождения для модели, заданной уравнением –  $Y = 125 - 5X_1 + 15X_2 - 2X_3$ .

Построить план крутого восхождения для модели, заданной уравнением –  $Y = 125 - 5X_1 + 3,5X_2 - 1,2X_3$ .

Построить план крутого восхождения для модели, заданной уравнением –  $Y = 25 - 5X_1 + 3,5X_2 - 12X_3$

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено / незачтено)	Уровень освоения компетенции
<i>ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</i>					
Знать: основные понятия моделирования; основные методы математического моделирования для решения задач в области химической технологии	собеседование по контрольным вопросам	Ответ на вопросы	Критерии и шкалы оценки: - оценка <b>«отлично»</b> выставляется студенту, если он ответил правильно не менее, чем на 85 % вопросов - оценка <b>«хорошо»</b> , выставляется студенту, если он ответил правильно на 75–84 % вопросов - оценка <b>«удовлетворительно»</b> , выставляется студенту, если он ответил правильно на 60 – 74 % вопросов - оценка <b>«неудовлетворительно»</b> , выставляется студенту, если он ответил правильно менее чем на 60 % вопросов	Отлично	Освоена (повышенный)
				Хорошо	Освоена (повышенный)
				Удовлетвор.	Освоена (базовый)
				Неудовлетв.	Не освоена (недостаточный)
Уметь: подбирать и применять необходимые методы математического моделирования процессов и объектов на базе MS Excel и Mathcad для решения задач в области химической технологии	Тесты	Ответы на вопросы теста	Критерии и шкалы оценки: а) при результате «85 -100» процентов - оценка «отлично»; б) при результате «75-84,99» процентов - оценка «хорошо»; в) при результате «60-74,99» процентов - оценка «удовлетворительно»; г) при результате ниже 60 процентов - оценка «неудовлетворительно»	Отлично	Освоена (повышенный)
				Хорошо	Освоена (повышенный)
				Удовлетвор.	Освоена (базовый)
				Неудовлетв.	Не освоена (недостаточный)
Владеть: навыками работы в MS Excel и Mathcad для решения задач в области химической технологии деятельности	Задачи	Содержание решения	Студент воспользовался всеми необходимыми инструментами прикладных программ для решения задачи	зачтено	Освоена (базовый)
			Студент не использовал необходимые инструменты прикладных программ для решения задачи	не зачтено	Не освоена (недостаточный)

ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности					
Знать: перечень основных информационных технологий и современного программного обеспечения необходимого для решения профессиональных задач в области химической технологии	тесты	Ответы на вопросы теста	Критерии и шкалы оценки: а) при результате «85 -100» процентов - оценка «отлично»; б) при результате «75-84,99» процентов - оценка «хорошо»; в) при результате «60-74,99» процентов - оценка «удовлетворительно»; г) при результате ниже 60 процентов - оценка «неудовлетворительно»	Отлично	Освоена (повышенный)
				Хорошо	Освоена (повышенный)
				Удовлетвор.	Освоена (базовый)
				Неудовлетв.	Не освоена (недостаточный)
Уметь: подбирать нужную информационную технологию, программное обеспечение и оптимальный метод при решении конкретной задачи в области химической технологии	собеседование по контрольным вопросам	Ответ на вопросы	Критерии и шкалы оценки: - оценка <b>«отлично»</b> выставляется студенту, если он ответил правильно не менее, чем на 85 % вопросов - оценка <b>«хорошо»</b> , выставляется студенту, если он ответил правильно на 75–84 % вопросов - оценка <b>«удовлетворительно»</b> , выставляется студенту, если он ответил правильно на 60 – 74 % вопросов - оценка <b>«неудовлетворительно»</b> , выставляется студенту, если он ответил правильно менее чем на 60 % вопросов	Отлично	Освоена (повышенный)
				Хорошо	Освоена (повышенный)
				Удовлетвор.	Освоена (базовый)
				Неудовлетв.	Не освоена (недостаточный)
Владеть: навыками работы с необходимым программным обеспечением для решения задач в области химической технологии	Задачи	Содержание решения	Студент верно решил задачу соблюдая необходимый алгоритм решения	зачтено	Освоена (базовый)
				не зачтено	Не освоена (недостаточный)

