

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.

« 25 » _____ 05 _____ 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование в технологических процессах

(наименование в соответствии с РУП)

Направление подготовки (специальность)

18.04.01 Химическая технология

(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль)

Химическая технология неорганических веществ

(наименование профиля/специализации)

Квалификация выпускника

_____ магистр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «**Моделирование в технологических процессах**» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: производства неорганических веществ; производства энергонасыщенных материалов; производства строительных материалов, стекла, стеклокристаллических материалов, функциональной и конструкционной керамики различного назначения; производства элементов электронной аппаратуры и монокристаллов; производства композиционных материалов и нанокompозитов; нановолокнистых, наноструктурированных и наноматериаловразлдичной химической природы; производства редких и редкоземельных элементов)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов: *Научно-исследовательский тип.*

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 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	ПК _е - 1	Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами	ИДЗ _{ПКв-1} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства на базе стандартных пакетов прикладных программ с целью создания материалов с заданными свойствами

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИДЗ _{ПКв-1} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства на базе стандартных пакетов прикладных программ с целью создания материалов с заданными свойствами	Знает: методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства
	Умеет: применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач моделирования и оптимизации процессов химической технологии
	Владеет: стандартными пакетами прикладных программ с целью создания и реализации перспективной и конкурентоспособной продукции

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «**Моделирование в технологических процессах**» входит в блок 1 в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении программы бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Дисциплина является предшествующей для изучения практик:

- производственная практика, преддипломная практика
- производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика
- производственная практика, эксплуатационная практика

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		Семестр 1	Семестр 2
		Акад. ч	Акад.ч
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:	76,1	37,05	39,05
Лекции	36	17	19
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	36	17	19
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	36	17	19
Консультации текущие	1,8	0,85	0,95
Консультации предэкзаменационные	2	2	-
Экзамен	0,2	0,2	-
Зачет	0,1	-	0,1
Вид аттестации (экзамен)	33,8	33,8	-
Самостоятельная работа:	106,1	37,15	68,95
Подготовка к практическим занятиям:			
- проработка конспектов лекций;	25	10	15
- проработка материалов по учебникам	15	5	10
Подготовка к тестовым заданиям:			
- проработка конспектов лекций;	25	10	15
- проработка материалов по учебникам	15	5	10
Подготовка к решению кейс-задания	16,1	7,15	8,95
Реферат	10	-	10

5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1 семестр			
1.	Методология моделирования технологических объектов	Моделирование и модели. Общие вопросы математического описания процессов. Случайные события и случайные величины. Метод наименьших квадратов. Планирование эксперимента.	25
2.	Детерминированный подход к моделированию	Кинетические модели гомогенных химических реакций. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах. Модели тепловых процессов	42,15
2 семестр			
3	Регрессионные модели и оптимизация на их основе.	Метод МНК. Методы аппроксимации экспериментальных данных. Варианты метода МНК, позволяющие проводить процедуры линеаризации зависимостей. Регрессионный анализ. Вариант описания экспериментальных результатов многомерной функцией Тейлора. Ограничение размерности разложения, приводящие к частному виду - уравнению регрессии. Процедура построения матриц эксперимента в общем виде и в варианте с кодированными переменными. Статистические критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Понятия активного и пассивного эксперимента. Матричный метод решения системы уравнений для нахождения коэффициентов уравнения регрессии. Процедура рандомизации эксперимента. Примеры применения методов регрессионного анализа. Оптимизация химико-технологических процессов. Основные виды функций отклика сложной системы на внешние возмущения и методы поиска экстремумов многомерных функций, систематизированные как градиентные и безградиентные методы.	106,95
	<i>Консультации текущие</i>		1,8
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2
	<i>Экзамен</i>		0,2
	<i>Зачет</i>		0,1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРО, час
1 семестр					
1	Методология моделирования технологических объектов	6	9	-	10
2	Детерминированный подход к моделированию	9	6		27,15
2 семестр					
3	Регрессионные модели и оптимизация на их основе.	19	19		68,95
	<i>Консультации текущие</i>				1,8

	Консультации перед экзаменом	2
	Экзамен	0,2
	Зачет	0,1

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1 семестр			
1.	Методология моделирования технологических объектов	Моделирование и модели. Общие вопросы математического описания процессов. Случайные события и случайные величины. Метод наименьших квадратов. Планирование эксперимента.	6
2.	Детерминированный подход к моделированию	Кинетические модели гомогенных химических реакций. Краткие сведения из химической кинетики, скорость химической реакции, закон действующих масс. Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы численной реализации. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах. Уравнения баланса вещества, энергии, импульса. Структура потоков - гидродинамическая основа математических моделей. Процессы переноса вещества и тепла, основные законы диффузии и массопередачи. Модель идеального перемешивания, идеального вытеснения, диффузионные модели, комбинированные гидродинамические модели. Адекватность моделей структуры потоков. Экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов. Методы решения уравнений. Модели тепловых процессов. Основные уравнения тепловых процессов. Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания. Исследование процессов аналитическими и численными методами. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи. Моделирование процессов сушки.	9
2 семестр			
3	Регрессионные модели и оптимизация на их основе.	Метод МНК. Методы аппроксимации экспериментальных данных. Варианты метода МНК, позволяющие проводить процедуры линеаризации зависимостей. Регрессионный анализ. Вариант описания экспериментальных результатов много-	19

		мерной функцией Тейлора. Ограничение размерности разложения, приводящие к частному виду - уравнению регрессии. Процедура построения матриц эксперимента в общем виде и в варианте с кодированными переменными. Статистические критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Понятия активного и пассивного эксперимента. Матричный метод решения системы уравнений для нахождения коэффициентов уравнения регрессии. Процедура рандомизации эксперимента. Примеры применения методов регрессионного анализа. Оптимизация химико-технологических процессов. Основные виды функций отклика сложной системы на внешние возмущения и методы поиска экстремумов многомерных функций, систематизированные как градиентные и безградиентные методы.	
	<i>Консультации текущие</i>	1,8	
	<i>Консультации перед экзаменом</i>	2	
	<i>Экзамен</i>	0,2	
	<i>Зачет</i>	0,1	

5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
1 семестр			
1	Методология моделирования технологических объектов	Основы работы и программирования в системе MathCad *	9
2	Детерминированный подход к моделированию	Расчёт констант скорости сложной химической реакции методом минимизации функционала* Решение системы дифференциальных уравнений в частных производных методом сеток*	2 4
2 семестр			
3	Регрессионные модели и оптимизация на их основе.	Вычисление коэффициентов уравнения регрессии на основании ортогонального плана эксперимента, оценка воспроизводимости, адекватности и значимости коэффициентов * Подбор многофакторного уравнения регрессии на основании имеющихся экспериментальных данных и оценка его адекватности * Поиск экстремума заданной целевой функции симплекс-методом. Определение экстремума градиентным методом * Поиск экстремумов заданной целевой функции в условиях ограничения значений параметров с использова-	6 4 5 4

		нием стандартных процедур *	
	<i>Консультации текущие</i>		1,8
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2
	<i>Экзамен</i>		0,2
	<i>Зачет</i>		0,1

*в форме практической подготовки

5.2.3 Лабораторный практикум

не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость, час
1 семестр			
1	Методология моделирования технологических объектов	Подготовка к тестовым заданиям	2
		Подготовка к практическим занятиям	5
		Подготовка к решению кейс-задания	3
2	Детерминированный подход к моделированию	Подготовка к тестовым заданиям	13
		Подготовка к практическим занятиям	10
		Подготовка к решению кейс-задания	4,15
2 семестр			
3	Регрессионные модели и оптимизация на их основе.	Реферат	10
		Подготовка к тестовым заданиям	25
		Подготовка к практическим занятиям	25
		Подготовка к решению кейс-задания	8,95

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1533-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168613>

2. Прокофьев, В. Ю. Моделирование химико-технологических процессов в производстве неорганических веществ : учебное пособие / В. Ю. Прокофьев, А. В. Кунин, Н. Е. Гордина. — Иваново: ИГХТУ, 2019. — 127 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171817>

6.2 Дополнительная литература

1. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Логос, 2009. — 304 с.

2. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Текст] / Т.Н. Гартман: учебное пособие для студ. вузов. - М. : Академкнига, 2008. - 416 с.

3. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. [Электронный ресурс] : учеб.пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с. <http://e.lanbook.com/book/41014>

4. Mathcad [Текст] Е.Г. Макаров: учебный курс. - СПб. : Питер, 2011. - 400 с.

5. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов". [Электронный ресурс] : учеб.пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 176 с.<http://e.lanbook.com/book/37356>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Кравцова, М. В. Моделирование технических и природных систем : учебно-методическое пособие / М. В. Кравцова. — Тольятти : ТГУ, 2019. — 271 с. — ISBN 978-5-8259-1410-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139925>

2. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения лабораторных работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/course/view.php?id=859>.

3. Данылиев, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 32 с. <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	https://www.edu.ru/
Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp?
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	https://niks.su/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	https://minobrnauki.gov.ru/
Портал открытого on-line образования	https://npoed.ru/
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	https://education.vsu.ru/

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

1. Тестовые задания в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/>.

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение – MicrosoftWindowsXP; MicrosoftWindows 2008 R2 Server; MicrosoftOffice 2007 Professional 07.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Необходимый для реализации образовательной программы перечень материально-технического обеспечения включает:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций; средствами звуковоспроизведения; экраном; имеющие выход в Интернет);

- помещения для проведения семинарских, лабораторных и практических занятий (оборудованные учебной мебелью);
- библиотеку (имеющую рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет);
- компьютерные классы.

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 №37 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной и итоговой аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса на 150 мест Проектор Epson EB-955WH белый Микшерный пульт с USB-интерфейсом BehringerXenyx X1204USB Активная акустическая система Behringer B112D Eurolive Акустическая стойка Tempo SPS-280 Комплект из 3 микрофонов в кейсе Behringer XM1800S Ultravoice Микрофонная стойка Proel RSM180 15.6" НоутбукAcerExtensaEX2520G-51P0 черныq Веб-камераLogitechConferenceCamBCC950 (USB) Экранэлектроприводом CLASSIC SOLUTION Classic Lyra (16:9) 308x220	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. http://eopen.microsoft.com Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com AdobeReaderXI(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
--	---	--

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

Учебная аудитория № 020 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Экран проекционный Мультимедийный проектор BenQMW 519 Ноутбук IntelCore 2–1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя.	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#47881748 от 24.12.2010г. http://eopen.microsoft.com Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Учебная аудитория № 025 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций,	Комплект мебели для учебного процесса Печь муфельная ЭКПС 10-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет

текущего контроля и промежуточной аттестации.		
Учебная аудитория № 027 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Шкаф сушильный ШС-80-01-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 029 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Шкаф сушильный тип. 23 151- 1 шт, Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 016 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Магнитная мешалка типа ММ-4- 1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет
Учебная аудитория № 022 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Комплект мебели для учебного процесса Акводистиллятор ДЭ-15-1 шт, Термостат электрический суховоздушный охлаждающий ТСО-1/80-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет

Аудитория для самостоятельной работы студентов

Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 033.	Комплект мебели для учебного процесса Кондуктометр DDS-11C (COND-51) – 1 шт., Весы НСВ 123 – 1 шт., Весы ВК-300.1 – 1 шт., Весы аналитические HR-250 AZG Водонепроницаемый стандартный погружной/проникающий зонд тип TD=5 – 2 шт., Компьютер CeleronD 320-1 шт, Высокотемпературный измерительный прибор с памятью данных Testo 735-2 – 1 шт., Иономер И-160МИ 0-14рН(рХ) – 1 шт., Источник питания постоянного тока АК ИП Б5.30/10 – 1 шт., Спектрофотометр ПЭ-5300 В– 1 шт., Компьютер IntelCore 2DuoE7300-1 шт., Микроскоп Ievenhuk – 1 шт; Сосуд криобилолгический (Дьюра) Х-40-СКП; Прибор рН-метр РНер-4 – 1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы.	Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
---	---	--

	Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	
Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 39.	Комплект мебели для учебного процесса Компьютер CeleronD 2.8 -3 шт. Персональный компьютер IntelCore 2 –1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 024.	Комплект мебели для учебного процесса, Микроколориметр МИД-200-1 шт Плакаты, наглядные пособия, схемы. Рабочие места по количеству обучающихся. Рабочее место преподавателя	ПО нет

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

Читальные залы библиотеки.	Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.	Microsoft Office Professional Plus 2010 Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от17.05.2011 г. http://eopen.microsoft.com Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com Microsoft Windows XP, Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com . AdobeReader XI, (бесплатноеПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
----------------------------	--	--

Помещение для хранения реактивов, химической посуды и обслуживания лабораторных занятий по органической химии

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования № 031	Ноутбук LenovoG 575 – 1 шт, Ph-метр PH-150 МИ – 1 шт, Холодильник NORD- 1 шт, Ксерокс XeroxWorkCentre 3119- 1шт.	Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 http://eopen.microsoft.com Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. http://eopen.microsoft.com AdobeReaderXI (бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
---	---	--

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 в виде отдельного документа и входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) 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 очно-заочной формы обучения

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

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, академ.ч	
		Семестр	
		2	3
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
<i>Контактная работа, в т.ч. аудиторские занятия:</i>	35,1	20,65	14,45
Лекции	16	9	7
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	16	9	7
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	16	9	7
Консультации текущие	0,8	0,45	0,35
Консультации предэкзаменационные	2	2	-
Экзамен	0,2	0,2	-
Зачет	0,1	-	0,1
Вид аттестации (экзамен)	33,8	33,8	-
<i>Самостоятельная работа:</i>	147,1	53,55	93,55
Подготовка к практическим занятиям (проработка конспектов лекций; проработка материалов по учебникам)	56	13	43
Подготовка к тестовым заданиям (проработка конспектов лекций; проработка материалов по учебникам)	56,1	13,05	43,05
Подготовка к решению кейс-задания	20	7,5	7,5
Контрольная работа	20	7,5	7,5

**АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**
«Моделирование в технологических процессах»
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у магистров следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПК ₈ - 1	Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами	ИДЗ _{ПК8-1} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства на базе стандартных пакетов прикладных программ с целью создания материалов с заданными свойствами

В результате освоения дисциплины магистр должен:

Знать: методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства

Уметь: применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач моделирования и оптимизации процессов химической технологии

Владеть: стандартными пакетами прикладных программ с целью создания и реализации перспективной и конкурентоспособной продукции

Содержание разделов дисциплины: Моделирование и модели. Общие вопросы математического описания процессов. Случайные события и случайные величины. Метод наименьших квадратов. Планирование эксперимента. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Краткие сведения из химической кинетики, скорость химической реакции, закон действующих масс. Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы численной реализации. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах. Уравнения баланса вещества, энергии, импульса. Структура потоков - гидродинамическая основа математических моделей. Процессы переноса вещества и тепла, основные законы диффузии и массопередачи. Модель идеального перемешивания, идеального вытеснения, диффузионные модели, комбинированные гидродинамические модели. Адекватность моделей структуры потоков. Экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов. Методы решения уравнений. Модели тепловых процессов. Основные уравнения тепловых процессов. Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания. Исследование процессов аналитическими и численными методами. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи. Моделирование процессов сушки. Метод МНК. Методы аппроксимации экспериментальных данных. Варианты метода МНК, позволяющие проводить процедуры линеаризации зависимостей. Регрессионный анализ. Вариант описания экспериментальных результатов многомерной функцией Тейлора. Ограничение размерности разложения, приводящие к частному виду - уравнению регрессии. Процедура построения матриц эксперимента в общем виде и в варианте с кодированными переменными. Статистические критерии воспроизводимости, адекватности и значимости. Понятия активного и пассивного эксперимента. Матричный метод решения системы уравнений для нахождения коэффициентов уравнения регрессии. Процедура рандомизации эксперимента. Примеры применения методов регрессионного анализа. Оптимизация химико-технологических процессов. Основные виды функций отклика сложной системы на внешние возмущения и методы поиска экстремумов многомерных функций, систематизированные как градиентные и безградиентные методы.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Моделирование в технологических процессах

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПК _е - 1	Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами	ИДЗ _{ПКв-1} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства на базе стандартных пакетов прикладных программ с целью создания материалов с заданными свойствами

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИДЗ _{ПКв-1} - Применяет методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства на базе стандартных пакетов прикладных программ с целью создания материалов с заданными свойствами	Знает: методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства
	Умеет: применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач моделирования и оптимизации процессов химической технологии
	Владеет: стандартными пакетами прикладных программ с целью создания и реализации перспективной и конкурентоспособной продукции

2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Технология оценки (способ контроля)		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Методология моделирования технологических объектов	ПК _е - 1	Тест	44-54	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование	1-15	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	41	Проверка преподавателем
2.	Детерминированный подход к моделированию	ПК _е - 1	Тест	55-62	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование	16-22	Контроль преподавателем
			Кейс-задача	42	Проверка преподавателем
3.	Регрессионные модели и оптимизация на их основе.	ПК _е - 1	Тест	63-67	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование	23-30	Контроль преподавателем
			Реферат	31-40	Проверка преподавателем
			Кейс-задача	43	Проверка преподавателем

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (1 семестр - экзамен, 2 семестр - зачет)

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (экзамена -1 сем, и зачета – 2 сем).

Каждый вариант теста включает 10 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 4 контрольных заданий на проверку умений;
- 1 контрольное задание на проверку навыков.

3.1 Вопросы к собеседованию (текущие опросы к практическим работам, экзамену, зачету)

3.1.1 Шифр и наименование компетенции ПК₆ – 1 - Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами

№ задания	Формулировка задания
1.	Моделирование, система, подсистема – определение и примеры
2.	Внешние связи системы
3.	Классификация входов системы
4.	Охарактеризуйте два подхода к описанию систем
5.	Случайные события и случайные величины - определение и примеры
6.	Нормальные случайные величины
7.	Числовые характеристики случайной величины
8.	Основные свойства математического ожидания и дисперсии
9.	Зависимые и независимые случайные события и величины
10.	Рандомизация. Корреляция.
11.	Генеральная совокупность и выборка
12.	Проверка статистических гипотез
13.	Сравнение дисперсий
14.	Сравнение средних
15.	Метод наименьших квадратов
16.	Линейно зависимые и независимые стадии
17.	Ключевые и неключевые вещества
18.	Стехиометрическая матрица. Атомная матрица. Квазиатомы.
19.	Степень превращения, выход продукта, селективность
20.	Химическая кинетика. Формально простые и сложные реакции
21.	Порядок реакции. Температурная зависимость скорости реакции
22.	Модели идеальных и неидеальных потоков
23.	В каких случаях прибегают к построению статистических моделей?
24.	На чем базируется построение статистических моделей? Каков общий вид статистических моделей?
25.	Что называют факторами и поверхностью отклика?
26.	В чем разница между пассивным и активным экспериментом?

27.	Для чего проводят корреляционный анализ? Какова основная характеристика корреляционного анализа?
28.	Какова суть регрессионного анализа? Перечислите виды регрессии.
29.	Назовите метод, применяемый для оценки коэффициентов уравнения регрессии
30.	Приведите характеристику ортогонального/D-оптимального/рототабельного/насыщенного плана

3.2 Реферат (текущая аттестация)

3.2.1 Шифр и наименование компетенции ПК₆ – 1 - Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами

№ темы	Тематика рефератов
31.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Предварительная обработка информации.
32.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Корреляционный анализ.
33.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Дискриминантный анализ.
34.	Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Построение математических моделей на основе полного факторного эксперимента.
35.	Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Построение математических моделей на основе дробного факторного эксперимента.
36.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Системный анализ.
37.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Регрессионный анализ.
38.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Кластерный анализ.
39.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Дисперсионный анализ.
40.	Методы анализа поведения химико-технологических систем. Оценка однородности и воспроизводимости информации.

3.3 Кейс-задачи (задания) к экзамену и зачету

3.3.1 Шифр и наименование компетенции ПК₆ – 1 - Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами

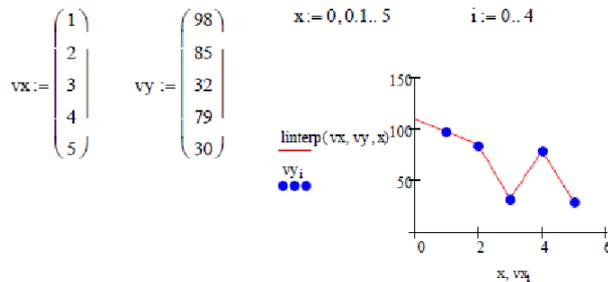
№ задания	Условие задачи (формулировка задания)										
41.	<p>Ситуация. В результате моделирования процессов химической технологии был получен массив данных. Результаты наблюдений сведены в таблицу.</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>98</td> <td>85</td> <td>32</td> <td>79</td> <td>30</td> </tr> </table> <p>Необходимо построить аппроксимирующие и интерполирующие функции с применением программы MATHCAD</p> <p>Задание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое интерполяция и аппроксимация? 2. Проведите кусочно-линейную аппроксимацию и аппроксимацию сплайнами результатов наблюдений с применением программы MATHCAD <p>Решение</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Интерполяция – способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений. 	1	2	3	4	5	98	85	32	79	30
1	2	3	4	5							
98	85	32	79	30							

Аппроксимация – метод приближения, при котором для нахождения дополнительных значений, отличных от табличных данных, приближенная функция проходит не через узлы интерполяции, а между ними

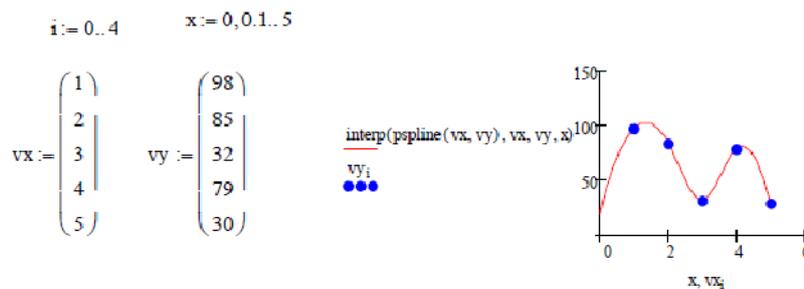
2

Кусочно-линейная аппроксимация производится функцией `linterp(vx, vy, x)`

Здесь `vx`- вектор аргументов `x` точек, через которые должна пройти кривая, `vy`- вектор ординат `y` тех же точек, `x` -значение аргумента аппроксимирующей функции.



Аппроксимация сплайнами. `pspline(VX, VY)` - возвращает вектор `VS` вторых производных при приближении к опорным точкам параболической кривой. `interp(VS, VX, VY, x)` возвращает значение `y(x)` для заданных векторов `VS, VX, VY` и заданного значения `x`.



42.

Ситуация. В проточном реакторе рабочим объемом V с механическим перемешивающим устройством протекает мономолекулярная химическая реакция первого порядка.

Задание: По представленным данным найти концентрацию компонента в выходящем из реактора потоке. Представить схему работы реактора.

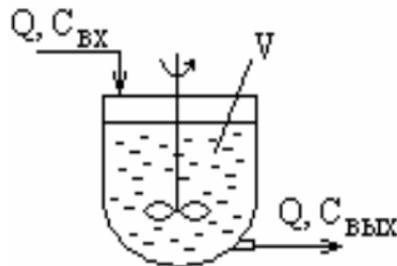


Схема работы реактора

Дано

Константа скорости реакции $k := 0.02$
 Количество измерений $i := 16$

	$\left(\begin{array}{c} 10 \\ 50 \\ 90 \\ 130 \\ 170 \\ 210 \\ 250 \\ 290 \\ 330 \\ 370 \\ 410 \\ 450 \\ 490 \\ 530 \\ 570 \\ 600 \end{array} \right)$	$\left(\begin{array}{c} 5.1 \\ 3.0 \\ 2.1 \\ 1.7 \\ 1.5 \\ 1.1 \\ 0.9 \\ 0.8 \\ 0.7 \\ 0.6 \\ 0.5 \\ 0.4 \\ 0.2 \\ 0.1 \\ 0.05 \\ 0.01 \end{array} \right)$
Время процесса τ, c $\tau :=$	Изменение концентрации трассера на выходе из аппарата C , усл.ед $C :=$	

Решение

Среднее время пребывания $\tau_{ср}, c$

$$\tau_{ср} := \frac{\sum_{i=0}^{i-1} \tau_i \cdot C_i}{\sum_{i=0}^{i-1} C_i} \quad \tau_{ср} = 137.393$$

Расчет средней безразмерной концентрации вещества A
на выходе из реактора

$$N := \frac{1}{1 + k \cdot \tau_{ср}} \quad N = 0.267$$

43.

Ситуация. Двухуровневый план полного факторного эксперимента предусматривает реализацию всех возможных опытов, условия проведения которых соответствуют любому сочетанию величин исследуемых факторов при их изменении на двух уровнях. Имеем следующие параметры эксперимента: $C_{10} = 38^\circ C$; $C_{20} = 24 \%$; $C_{30} = 0,6 \text{ м}$; $C_{40} = 500 \text{ об/мин}$. Интервалы варьирования: $\lambda_1 = 6^\circ C$; $\lambda_2 = 4 \%$; $\lambda_3 = 0,15 \text{ м}$; $\lambda_4 = 6 \text{ об/мин}$.

Задание. Построить план ПФЭⁿ в безразмерном выражении и в натуральной размерности факторов. Определить коэффициенты линейного уравнения в безразмерном выражении и в натуральной размерности факторов.

Решение:

1. Число строк $1+16+2 = 19$, число столбцов $1+4+4=9$.

2.

$$\begin{aligned} C_1^+ &= C_{10} + \lambda_1 = 38 + 6 = 44 \text{ }^\circ\text{C} & C_1^- &= C_{10} - \lambda_1 = 32 \text{ }^\circ\text{C} \\ C_2^+ &= C_{20} + \lambda_2 = 24 + 4 = 28 \% & C_2^- &= C_{20} - \lambda_2 = 20 \% \\ C_3^+ &= C_{30} + \lambda_3 = 0,6 + 0,15 = 0,75 \text{ м} & C_3^- &= C_{30} - \lambda_3 = 0,45 \text{ м} \\ C_4^+ &= C_{40} + \lambda_4 = & C_4^- &= C_{40} - \lambda_4 = 450 \frac{\text{об}}{\text{мин}} \\ &= 500 + 50 = 550 \text{ об/мин} & & \end{aligned}$$

u	x_{iu}				C_{iu}				\bar{y}_u
	x_{1u}	x_{2u}	x_{3u}	x_{4u}	$C_{1u}, \text{ }^\circ\text{C}$	$C_{2u}, \%$	$C_{3u}, \text{ м}$	$C_{4u}, \text{ об/мин}$	
1	-	-	-	-	32	20	0,45	450	46
2	-	+	-	-	32	28	0,45	450	62
3	+	-	-	-	44	20	0,45	450	66
4	+	+	-	-	44	28	0,45	450	64
5	-	-	+	-	32	20	0,75	450	54
6	-	+	+	-	32	28	0,75	450	70
7	+	-	+	-	44	20	0,75	450	74
8	+	+	+	-	44	28	0,75	450	90
9	-	-	-	+	32	20	0,45	550	70
10	-	+	-	+	32	28	0,45	550	86
11	+	-	-	+	44	20	0,45	550	90
12	+	+	-	+	44	28	0,45	550	106
13	-	-	+	+	32	20	0,75	550	78
14	-	+	+	+	32	28	0,75	550	94
15	+	-	+	+	44	20	0,75	550	98
16	+	+	+	+	44	28	0,75	550	114
C_{i0}					38	24	0,6	500	80
λ_i					6	4	0,15	50	

2. Линейное уравнение имеет вид: $y = b_0 + \sum_{i=1}^N b_i x_i$.

3. Рассчитываем коэффициенты уравнения:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^N \bar{y}_u}{N} = \frac{1262}{16} = 78,87 = 78,9;$$

$$b_1 = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1u} \bar{y}_u}{N} = \frac{702 - 560}{16} = \frac{142}{16} = 8,87 = 8,9;$$

$$b_2 = \frac{686 - 576}{16} = \frac{110}{16} = 6,87 = 6,9;$$

$$b_3 = \frac{672 - 590}{16} = \frac{110}{16} = 5,12 = 5,1;$$

$$b_4 = \frac{736 - 526}{16} = \frac{210}{16} = 13,31 = 13,3.$$

$$y = 79,8 + 8,9x_1 + 6,9x_2 + 5,1x_3 + 13,3x_4$$

$$x_1 = \frac{C_1 - 38}{6} = 0,17C_1 - 6,3 \quad x_2 = \frac{C_2 - 24}{4} = 0,25C_2 - 6,0;$$

$$x_3 = \frac{C_3 - 0,6}{0,15} = 6,7C_3 - 4 \quad x_4 = \frac{C_4 - 500}{50} = 0,02C_4 - 10,0$$

Подставим:

$$\begin{aligned} y &= 78,9 + 8,9x_1 + 6,9x_2 + 5,1x_3 + 13,3x_4 = \\ &= 78,9 + 8,9(0,17C_1 - 6,3) + 6,9(0,25C_2 - 6,0) + \\ &+ 5,1(6,7C_3 - 4) + 13,3(0,02C_4 - 10,0) = \\ &= 178,6 + 1,5C_1 + 1,72C_2 + 34,17C_3 + 0,27C_4 \end{aligned}$$

4. Проверим, сравнив предсказанные уравнениями значения в центре экстремума: $\hat{y}_0 = 78,9 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$ при x_{i0} и $\hat{y}_0 = 178,6 + 1,5 \cdot 38 + 1,72 \cdot 24 + 34,17 \cdot 0,6 + 0,27 \cdot 500 = 78,5 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{ч}$ – совпадение приемлемое.

3.4 Тесты (тестовые задания к экзамену, зачету)

3.4.1 Шифр и наименование компетенции ПК_е – 1 - Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами

№ задания	Тест (тестовое задание)
44.	<p>Величина, точное значение которой в предстоящем подсчете или измерении невозможно предсказать называется...</p> <p>Дискретная Непрерывная Случайная</p>
45.	<p>Какая числовая характеристика определяет средний разброс значений случайной величины – среднее значение квадрата разброса</p> <p>Математическое ожидание Дисперсия Среднее квадратическое отклонение</p>
46.	<p>При каком значении коэффициента корреляции отсутствует корреляционная связь</p> <p>$\rho = +1$ $\rho = -1$ $\rho = 0$</p>
47.	<p>Критерий Кохрена сравнивает</p> <p>несколько дисперсий с различным числом степеней свободы две дисперсии при наличии параллельных опытов два средних значения случайной величины несколько дисперсий с одинаковым объемом выборок несколько дисперсий с одинаковым числом степеней свободы несколько дисперсий с различным объемом выборок</p>
48.	<p>Критерий Фишера сравнивает</p> <p>несколько дисперсий с различным числом степеней свободы две дисперсии при наличии параллельных опытов два средних значения случайной величины несколько дисперсий с одинаковым объемом выборок</p>
49.	<p>Критерий Стьюдента сравнивает</p> <p>несколько дисперсий с различным числом степеней свободы две дисперсии при наличии параллельных опытов два средних значения случайной величины несколько дисперсий с одинаковым объемом выборок</p>
50.	<p>Критерий Стьюдента обозначается</p> <p>χ^2-критерий σ-критерий t-критерий σ^2-критерий</p>
51.	<p>Под методом наименьших квадратов понимается</p> <p>метод случайных величин X и Y полученных в эксперименте метод аппроксимации зависимости между случайными величинами X и Y метод оценивания тесноты нелинейной связи между случайными величинами X и Y</p>
52.	<p>Значимость коэффициентов уравнения регрессии оценивают критерием</p> <p>Фишера Стьюдента Кохрена Бартлета</p>
53.	<p>Адекватность уравнения регрессии эксперименту оценивается критерием</p> <p>Фишера Стьюдента Кохрена</p>

64.	<p>Расположите этапы моделирования в правильном порядке.</p> <p>1-проведение эксперимента 2-проверка адекватности 3-определение параметров модели 4-выбор вида модели 5-оптимизация</p> <p>А)14325 Б)12345 В)23415 Г)21543</p>
65.	<p>Что называется ортогональным планом?</p> <p>А) План регрессионного эксперимента называется ортогональным, если матрица базисных функций диагональна.</p> <p>Б) Одним из наиболее важных и часто используемых является критерий ортогональности согласно которому минимизируется обобщенная дисперсия оценок коэффициентов регрессии (план обладает свойством D-оптимальности, если он имеет минимальный определитель матрицы базисных функций).</p> <p>В) План эксперимента называется ортогональным, если точность предсказания значений отклика по уравнению регрессии одинакова во всех равноудаленных от центра плана точках.</p>
66.	<p>Что называется ротатабельным планом?</p> <p>А) План эксперимента называется ротатабельным, если точность предсказания значений отклика по уравнению регрессии одинакова во всех равноудаленных от центра плана точках.</p> <p>Б) План называется ротатабельным, если число опытов равно числу определяемых коэффициентов уравнения регрессии.</p> <p>В) План регрессионного эксперимента называется ротатабельным, если матрица базисных функций диагональна.</p>
67.	<p>Что называется насыщенным планом?</p> <p>А) План называется насыщенным, если число опытов равно числу определяемых коэффициентов уравнения регрессии.</p> <p>Б) План эксперимента называется насыщенным, если точность предсказания значений отклика по уравнению регрессии одинакова во всех равноудаленных от центра плана точках.</p> <p>В) План регрессионного эксперимента называется насыщенным, если матрица базисных функций диагональна.</p>

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 – 2015 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – 2012 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине «Моделирование в технологических процессах» применяется балльно-рейтинговая система.

Рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде собеседования, сдачи тестов, кейс-заданий и реферата по предложенной преподавателем теме, за каждый правильный ответ студент получает 5 баллов (зачтено - 5, незачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

Бальная система служит для получения экзамена и/или зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на экзамене и/или зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Студент, набравший в семестре менее 30 баллов, может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того, чтобы быть допущенным до экзамена и/или зачета.

Студент, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до экзамена и/или зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен и/или зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи экзамена и/или зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче экзамена и/или зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене и/или зачете не учитывается.

Экзамен и/или зачет может проводиться в виде тестового задания и кейс-задач или собеседования и кейс-заданий.

Для получения оценки «отлично» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять 90 и выше баллов;

- оценки «хорошо» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 75 до 89,99 баллов;

- оценки «удовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 60 до 74,99 баллов;

- оценки «неудовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять менее 60 баллов.

Для получения оценки «зачтено» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на зачете должна быть не менее 60 баллов.

5. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критерием и шкал оценки

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/незачтено)	Уровень освоения компетенции
<i>ПК_е – 1 - Способность оценивать эффективность новых технологий получения веществ и материалов и внедрять их в производство, находить оптимальные решения при создании материалов с заданными свойствами</i>					
Знать: методы математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства	Лекция Собеседование Реферат	Знание методов математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства	Обучающийся знает способы построения моделей, виды системных моделей, методологию аналитического моделирования, подходы к построению моделей экспериментальным методом	Удовлетворительно, Зачтено	Базовый
Уметь: применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач моделирования и оптимизации процессов химической технологии	Собеседование по практической работе	применяет методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач моделирования и оптимизации процессов химической технологии	Обучающийся самостоятельно провел планирование эксперимента и разработал программу управления технологическим процессом	Хорошо, Зачтено	Продвинутый
			Обучающийся не смог провести планирование эксперимента и/или не разработал программу управления технологическим процессом	Не зачтено	Не освоено
Владеть: стандартными пакетами прикладных программ с целью создания и реализации перспективной и конкурентоспособной продукции	Кейс задача	Получено дифференциальное уравнение на основе технологического процесса	Обучающийся разобрался в поставленной задаче. Верно получено дифференциальное уравнение	Отлично, Зачтено	Высокий
			Обучающийся не разобрался в поставленной задаче..	Не зачтено	Не освоено