

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 26 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование в технологических процессах**  
(наименование в соответствии с РУП)

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология  
(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль)

Химическая технология неорганических веществ  
(наименование профиля/специализации)

Квалификация выпускника  
\_\_\_\_\_ магистр

## 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 наноматериалов-различной 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 <sub>с</sub> - 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 <sub>ПКв-1</sub> - 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 <sub>ПКв-1</sub> - 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>76,1</b>	<b>37,05</b>	<b>39,05</b>
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
<b>Вид аттестации (экзамен)</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>	-
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>106,1</b>	<b>37,15</b>	<b>68,95</b>
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*	2
		Решение системы дифференциальных уравнений в частных производных методом сеток*	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 *	6
		Подбор многофакторного уравнения регрессии на основании имеющихся экспериментальных данных и оценка его адекватности *	4
		Поиск экстремума заданной целевой функции симплекс-методом. Определение экстремума градиентным методом *	5
		Поиск экстремумов заданной целевой функции в условиях ограничения значений параметров с использова-	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	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://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="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО "ВГУИТ"	<a href="https://education.vsu.ru/">https://education.vsu.ru/</a>

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

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.vsuet.ru>.

#### Аудитории для проведения занятий лекционного типа

<p>Учебная аудитория №37 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, промежуточной и итоговой аттестации.</p>	<p>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 черный          Веб-камера Logitech ConferenceCam BCC950 (USB)          Экрансэлектроприводом CLASSIC SOLUTION Classic Lyra (16:9) 308x220</p>	<p>Microsoft Open License          Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г.  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>          Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>          AdobeReaderXI(бесплатное ПО)  <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a></p>
---	--	---

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

<p>Учебная аудитория № 020 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.</p>	<p>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.</p>	<p>Microsoft Open License          Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#47881748 от 24.12.2010г.  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>          Microsoft Open License          Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>          AdobeReaderXI (бесплатное ПО)  <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-</a></p>
--	---	---

		<a href="http://reader/volume-distribution.html">reader/volume-distribution.html</a>
Учебная аудитория № 025 для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	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
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 0-14pH(pX) – 1 шт., Источник питания постоянно-го тока АК ИП Б5.30/10 – 1 шт.,	Microsoft Open License Microsoft WindowsXP Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  AdobeReaderXI (бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
---	--	--

	Спектрофотометр ПЭ-5300 В– 1 шт., Компьютер IntelCore 2DuoE7300-1 шт., Микроскоп levenhuk – 1 шт; Сосуд криобилогический (Дьюра) X-40-СКП; Прибор РН-метр РНер-4 – 1 шт. Плакаты, наглядные пособия, схемы. 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 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  AdobeReaderXI (бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
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. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Office 2007 Standart, Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Windows XP, Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a> .  AdobeReader XI, (бесплатноеПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
----------------------------	--	--

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

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования <b>№ 031</b>	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 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  Microsoft Office 2010 Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>  AdobeReaderXI (бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
---	---	--

## **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 (модуля)**.

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. аудиторные занятия:</i>			
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
<b>Вид аттестации (экзамен)</b>	33,8	33,8	-
<i>Самостоятельная работа:</i>		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 <sub>г</sub> - 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 <sub>ПКв-1</sub> - 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.