

**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**

**Математическое моделирование**

Специальность

18.05.02 Химическая технология материалов

современной энергетики

специализация № 3

Технология теплоносителей и радиозэкология ядерных

энергетических установок

Квалификация выпускника

**Инженер**

Разработчик \_\_\_\_\_  
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

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

\_\_\_\_\_  
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование» – освоение запланированных профессиональных компетенций производственно-технологического, научно-исследовательского, организационно-управленческого и проектного видов деятельности.

### Задачи дисциплины:

#### Производственно-технологическая деятельность:

- осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента;

#### Научно-исследовательская деятельность:

- моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем;

- проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики;

- разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОК-4	способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения	Методы повышения эффективности восприятия, обобщения, анализа информации, постановки цели и выбора путей ее достижения	воспринимать, обобщать, анализировать информацию, при постановке цели и выборе путей ее достижения	методами и приемами логического анализа
2	ОПК-3	способность использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели	понятия, концепции, принципы и методы системного анализа, обеспечения и совершенствования безопасности процессов и систем производственного назначения	пользоваться современными математическими и машинными методами моделирования, системного анализа и синтеза безопасности процессов и объектов технологического оборудования	навыками создания и анализа математических моделей исследуемых процессов и объектов
3	ПСК-3.1	способностью к безопасному проведению, контролю, разработке и	технологические процессы подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа	контролировать, разрабатывать и усовершенствовать технологические	методами контроля процессов подготовки и регенерации

		усовершенствованию технологических процессов подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающими надежную и долговременную защиту окружающей среды от воздействия радиации		процессы подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающие надежную и долговременную защиту окружающей среды от воздействия радиации	теплоносителей ядерных энергетических установок
4	ПК-10	способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей;	особенности аналитического контроля в отрасли, стандартные физико-химические методы анализа	применять стандартные и специфические методы физико-химического анализа для решения практических задач	стандартными и специфическими методами физико-химического анализа материалов современной энергетики

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к блоку 1 ОП и ее части: вариативной обязательной.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академич. часов	Семестр
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>61,6</b>	<b>61,6</b>
Лекции	30	30
Практические работы	30	30
Консультации текущие	0,05*30=1,5	1,5
Зачет	0,1	0,1
<b>Вид аттестации (зачет)</b>		

<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>118,4</b>	<b>118,4</b>
Подготовка к собеседованию по практическим работам в т.ч. к тестовым заданиям:		
- проработка конспектов лекций;	50	50
- проработка материалов по учебникам	50	50
Подготовка к решению кейс-задания	18,4	18,4

**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.	Методология моделирования технологических объектов	Понятие модели и ее преимущества. Познавательные и прагматические модели. Статические и динамические модели. Способы построения моделей: абстрактные и материальные модели. Роль языков и их иерархичность. Материальные модели и виды подобия. Классификация абстрактных моделей. Цели математического моделирования. Роль компьютеров в математическом моделировании. Некоторые приемы программирования. Основные технологии вычислительных экспериментов	41,6
2.	Системный подход и системные модели	Модели систем. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем	45,6
3	Аналитическое моделирование технологических процессов	Познавательные модели. Аналитическое моделирование. Типовые модели технологических аппаратов: двухполюсные, смесительные, разделительные, сложные. Виды моделей двухполюсных аппаратов: модели идеального смешения и вытеснения; диффузионные модели; ячеечные модели. Смесительные, разделительные и сложные модели. Моделирование теплообменников. Моделирование процессов конденсации и испарения. (моделирование процессов абсорбции, экстракции и ректификации)..	45,6
4	Экспериментальное направление в моделировании	Прагматические модели – экспериментальное направление в моделировании. Общий подход к построению моделей экспериментальным методом. Пассивные методы определения коэффициентов статических моделей в задачах параметрической идентификации. Оценка адекватности моделей по критериям Фишера. МНК для линейных и нелинейных статистических моделей. Общий подход решения задач структурно-параметрической идентификации на основе методов параметрической идентификации.	45,6
	<i>Консультации текущие</i>		1,5
	<i>Зачет</i>		0,1

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ (или С), час	ЛР, час	СРО, час
1	Введение. Цели и задачи проектирования промышленных предприятий и химического оборудования.	6	6		29,6
2	Сырьевая и энергетическая базы химических предприятий. Обоснование мощности производства. Обоснование и выбор способа производства	8	8		29,6
3	Расчеты материальных и тепловых балансов	8	8		29,6
4	Строительная часть проекта	8	8		29,6

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1.	Методология моделирования технологических объектов	Понятие модели и ее преимущества. Познавательные и прагматические модели. Статические и динамические модели. Способы построения моделей: абстрактные и материальные модели. Роль языков и их иерархичность. Материальные модели и виды подобия. Классификация абстрактных моделей. Цели математического моделирования. Роль компьютеров в математическом моделировании. Некоторые приемы программирования. Основные технологии вычислительных экспериментов	6
2.	Системный подход и системные модели	Модели систем. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем	8
3.	Аналитическое моделирование технологических процессов	Познавательные модели. Аналитическое моделирование. Типовые модели технологических аппаратов: двухполюсные, смесительные, разделительные, сложные. Виды моделей двухполюсных аппаратов: модели идеального смешения и вытеснения; диффузионные модели; ячеечные модели. Смесительные, разделительные и сложные модели. Моделирование теплообменников. Моделирование процессов конденсации и испарения. (моделирование процессов абсорбции, экстракции и ректификации)..	8
4.	Экспериментальное направление в моделировании	Прагматические модели – экспериментальное направление в моделировании. Общий подход к построению моделей экспериментальным методом. Пассивные методы определения коэффициентов статических моделей в задачах параметрической идентификации. Оценка адекватности моделей по критериям Фишера. МНК для линейных и нелинейных статистических моделей. Общий подход решения задач структурно-параметрической идентификации на основе методов параметрической идентификации.	8
	<i>Консультации текущие</i>		1,5
	<i>Зачет</i>		0,1

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, час
1	Методология моделирования технологических объектов	Познавательные и прагматические модели. Статические и динамические модели. Способы построения моделей: абстрактные и материальные модели. Основные технологии вычислительных экспериментов	6
2	Системный подход и системные модели	Модели систем. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем	8
3	Аналитическое моделирование технологических процессов	Познавательные модели. Аналитическое моделирование. Типовые модели технологических аппаратов: двухполюсные, смесительные, разделительные, сложные. Виды моделей двухполюсных аппаратов: модели идеального смешения и вытеснения; диффузионные модели; ячеечные модели. Смесительные, разделительные и сложные модели. Моделирование теплообменников. Моделирование процессов конденсации и испарения. (моделирование процессов абсорбции, экстракции и ректификации). Использование при моделировании интегрального преобразования Лапласа и его свойства и возможности. Связь между оригиналами и изображениями. Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Интеграл Дюамеля и решение интегральных уравнений.	8
4	Экспериментальное направление в моделировании	Общий подход к построению моделей экспериментальным методом. МНК для линейных и нелинейных статистических моделей. Общий подход решения задач структурно-параметрической идентификации на основе методов параметрической идентификации. Принцип эквивалентности дискретных моделей, основанный на вариации шага дискретизации. Метод В.Висковатова и его модификация. Расчет динамических характеристик и оценка времени запаздывания. Зависимость дискретной математической модели от вида входного сигнала.	8
	<i>Консультации текущие</i>		1,5
	<i>Зачет</i>		0,1

5.2.3 Лабораторный практикум  
не предусмотрен

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Методология моделирования технологических объектов	Подготовка к собеседованию по практическим работам в т.ч. к тестовым заданиям Подготовка к решению кейс-задания	25 4,6
2	Системный подход и системные модели	Подготовка к собеседованию по практическим работам в т.ч. к тестовым заданиям Подготовка к решению кейс-задания	25 4,6
3	Аналитическое моделирование технологических процессов	Подготовка к собеседованию по практическим работам в т.ч. к тестовым заданиям Подготовка к решению кейс-задания	25 4,6
4	Экспериментальное направление в моделировании	Подготовка к собеседованию по практическим работам в т.ч. к тестовым заданиям Подготовка к решению кейс-задания	25 4,6

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1.Советов, Б. Я.Моделирование систем [Текст] : учебник для бакалавров : учебник для студ. вузов (гриф МО) / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 7-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 343 с.

2.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>

3.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. Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad [Текст] : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению 09.03.01 (гриф УМО) / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. - М. :Кноркс : Инфра-М, 2016. - 208 с.

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

3. 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>

3. 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>.

### 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="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 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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.

— Режим доступа : <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана.

### 6.6 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

<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)          Экранэлектроприводом 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></p> <p>Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a></p> <p>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></p> <p>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></p> <p>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="#">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	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
---	---	---

	<p>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., Ионномер И-160МИ 0-14pH(pX) – 1 шт.,  Источник питания постоянного тока АКИП Б5.30/10 – 1 шт.,  Спектрофотометр ПЭ-5300 В– 1 шт.,  Компьютер IntelCore 2DuoE7300-1 шт., Микроскоп Ievenhuk – 1 шт;  Сосуд криобиологический (Дьюра) X-40-СКП;  Прибор PH-метр РНер-4 – 1 шт.  Плакаты, наглядные пособия, схемы.  Рабочие места по количеству обучающихся.  Рабочее место преподавателя</p>	<p>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></p> <p>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>
<p>Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 39.</p>	<p>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</p>	<p>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></p> <p>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></p> <p>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>
<p>Кабинет для самостоятельной работы обучающихся № 024.</p>	<p>Комплект мебели для учебного процесса,  Микроколориметр МИД-200-1 шт  Плакаты, наглядные пособия, схемы.  Рабочие места по количеству обучающихся.  Рабочее место преподавателя</p>	<p>ПО нет</p>

Дополнительно, самостоятельная работа обучающихся, может осуществляться при использовании:

<p>Читальные залы библиотеки.</p>	<p>Компьютеры со свободным доступом в сеть Интернет и Электронными библиотечными и информационно справочными системами.</p>	<p>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></p> <p>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></p> <p>Microsoft Windows XP,</p>
-----------------------------------	---	--

		<p>Microsoft Open License Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008  <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>.</p> <p>AdobeReader XI, (бесплатное ПО)  <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfreader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/odfreader/volume-distribution.html</a></p>
--	--	--

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

<p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  <b>№ 031</b></p>	<p>Ноутбук LenovoG 575 – 1 шт,          Ph-метр PH-150 МИ – 1 шт,          Холодильник NORD- 1 шт,          Ксерокс XeroxWorkCentre 3119- 1шт.</p>	<p>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></p> <p>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></p> <p>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>
--	--	---

**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».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«Математическое моделирование»**  
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4);

- способность использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);

- способностью к безопасному проведению, контролю, разработке и усовершенствованию технологических процессов подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающими надежную и долговременную защиту окружающей среды от воздействия радиации (ПСК-3.1);

- способность самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать**

- Методы повышения эффективности восприятия, обобщения, анализа информации, постановки цели и выбора путей ее достижения (ОК-4);

- понятия, концепции, принципы и методы системного анализа, обеспечения и совершенствования безопасности процессов и систем производственного назначения (ОПК-3);

- технологические процессы подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа (ПСК-3.1);

- особенности аналитического контроля в отрасли, стандартные физико-химические методы анализа (ПК-10).

**Уметь**

- воспринимать, обобщать, анализировать информацию, при постановке цели и выборе путей ее достижения(ОК-4);

- пользоваться современными математическими и машинными методами моделирование, системного анализа и синтеза безопасности процессов и объектов технологического оборудования(ОПК-3);

- контролировать, разрабатывать и усовершенствовать технологические процессы подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающие надежную и долговременную защиту окружающей среды от воздействия радиации (ПСК-3.1);

- применять стандартные и специфические методы физико-химического анализа для решения практических задач (ПК-10);

**Владеть**

- методами и приемами логического анализа(ОК-4);

- навыками создания и анализа математических моделей исследуемых процессов и объектов(ОПК-3);

-методами контроля процессов подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок(ПСК-3.1);

- стандартными и специфическими методами физико-химического анализа материалов современной энергетики (ПК-10).

**Содержание разделов дисциплины.** Понятие модели и ее преимущества. Познавательные и прагматические модели. Статические и динамические модели. Способы построения моделей: абстрактные и материальные модели. Роль языков и их

иерархичность. Материальные модели и виды подобия. Классификация абстрактных моделей. Цели математического моделирования. Роль компьютеров в математическом моделировании. Некоторые приемы программирования. Основные технологии вычислительных экспериментов. Модели систем. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем. Познавательные модели. Аналитическое моделирование. Типовые модели технологических аппаратов: двухполюсные, смесительные, разделительные, сложные. Виды моделей двухполюсных аппаратов: модели идеального смешения и вытеснения; диффузионные модели; ячеечные модели. Смесительные, разделительные и сложные модели. Моделирование теплообменников. Моделирование процессов конденсации и испарения. (моделирование процессов абсорбции, экстракции и ректификации). Прагматические модели – экспериментальное направление в моделировании. Общий подход к построению моделей экспериментальным методом. Пассивные методы определения коэффициентов статических моделей в задачах параметрической идентификации. Оценка адекватности моделей по критериям Фишера. МНК для линейных и нелинейных статистических моделей. Общий подход решения задач структурно-параметрической идентификации на основе методов параметрической идентификации.