

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**“УТВЕРЖДАЮ”**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ В.Н. Василенко

“ 26 ” 05 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Моделирование систем управления»**

Направление подготовки

**15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств**

---

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность (профиль) подготовки

**Автоматизация технологических процессов и производств  
в пищевой и химической промышленности**

---

(наименование профиля/специализации)

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

---

(Бакалавр/Специалист/Магистр)

**Воронеж**

Разработчик Кудряшов В.С., профессор, д.т.н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. каф. ИУС Хаустов И.А., профессор, д.т.н.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины “Моделирование систем управления” являются: формирование знаний и умений у обучающихся о способах проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

Задачи дисциплины:

- участие в работах по моделированию продукции, технологических процессов, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления с использованием стандартных пакетов;
- участие в разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления;
- проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и публикаций.

Объектами профессиональной деятельности являются: продукция и оборудование различного служебного назначения предприятий и организаций, производственные и технологические процессы ее изготовления; системы автоматизации производственных и технологических процессов изготовления продукции различного служебного назначения, управления ее жизненным циклом и качеством, контроля, диагностики и испытаний.

## 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	2	3	4	5	6
1	ОПК-3	способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	-	использовать стандартные пакеты программ для решения практических задач, использовать основные технологии передачи информации в среде локальных сетей и сети Internet.	-
2	ПК-19	способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	-	строить математические модели объектов управления и САУ, проводить анализ САУ, оценивать статистические и динамические характеристики, рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора, реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования, оценивать точность и достоверность результатов моделирования.	навыками моделирования и проектирования типовых технологических процессов изготовления продукции.

3	ПК-20	способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	программные средства моделирования, технологию планирования эксперимента	планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере	навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений
4	ПК-21	способность составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством			навыками анализа выполненного задания, оформления результатов исследований
5	ПК-22	способность участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения	основные принципы формирования образовательных программ и их структуру; роль и возможности компьютерного обеспечения учебного процесса		

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Обязательная дисциплина вариативной части блока один «Моделирование систем управления» базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении следующих дисциплин:

«Теория автоматического управления»,

«Математические модели и численные методы в решении задач АСУТП»

Дисциплина «Моделирование систем управления» является предшествующей для выполнения ВКР.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр	
		7	8
Общая трудоемкость дисциплины	<b>252</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>87,3</b>	<b>63,7</b>	<b>23,6</b>
Лекции	30	30	-
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	37	15	22
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	37	15	22
Лабораторные работы (ЛР)	15	15	-
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	15	15	-
Консультации текущие	1,5	0,05·30=1,5	-
Виды аттестации (экзамен / зачет, КР)	3,8	2+0,2=2,2	0,1+1,5=1,6
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>130,9</b>	<b>46,5</b>	<b>84,4</b>
Проработка конспекта лекций	10	20·0,5=10	-
Проработка материала по учебникам	7,6	83:16·1=5,2	38:16·1=2,4
Подготовка к практическим занятиям	16	118:16·1=7,4	112:16·1=7
Подготовка к лабораторному	8,4	134:16·1=8,4	-

практикуму			
Оформление текста работ	10	20·0,5=10	-
Создание программ без граф. оболочки	37	2,75·2=5,5	15·2=30
Курсовая работа:			
- оформление текста работы	15	-	30·0,5=15
- создание программ без граф. оболочки	30	-	15·2=30
Подготовка к экзамену	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>	-

**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, час
1	2	3	4
1	Общие вопросы теории моделирования	Основные понятия и этапы моделирования. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном подходе. Структура эмпирических моделей. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математического описания	6
2	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Линейная, параболическая и трансцендентная регрессии. Основы корреляционного анализа. Оптимальное двухуровневое планирование	41
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Построение дискретных динамических моделей объектов и регуляторов на основе непрерывных моделей. Расчет переходных процессов замкнутой цифровой системы регулирования по задающему и возмущающему воздействиям. Алгоритм оптимизации настроек цифровых регуляторов. Адаптивная цифровая система управления. Использование оператора сдвига Z для описания дискретных систем управления. Синтез цифровых каскадных систем управления. Расчет и моделирование цифровых связанных и комбинированных систем управления	61
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Построение математической модели статики процесса ректификации. Алгоритмизация решения математического описания. Идентификация математической модели процесса ректификации и оптимизация режима процесса	108

**5.2 Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРО, час
1	Общие вопросы теории моделирования	2	-	-	4
2	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	8	5	8	20
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	10	10	7	34
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	10	22	-	76

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	2	3	4
1	Общие вопросы теории моделирования	Основные понятия и этапы моделирования. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном подходе. Структура эмпирических моделей. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математического описания	2
2	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Линейная, параболическая и трансцендентная регрессии. Основы корреляционного анализа. Оптимальное двухуровневое планирование	8
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Построение дискретных динамических моделей объектов и регуляторов на основе непрерывных моделей. Расчет переходных процессов замкнутой цифровой системы регулирования по задающему и возмущающему воздействиям. Алгоритм оптимизации настроек цифровых регуляторов. Адаптивная цифровая система управления. Использование оператора сдвига Z для описания дискретных систем управления. Синтез цифровых каскадных систем управления. Расчет и моделирование цифровых связанных и комбинированных систем управления	10
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Построение математической модели статики процесса ректификации. Алгоритмизация решения математического описания. Идентификация математической модели процесса ректификации и оптимизация режима процесса	10

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, час
1	2	3	4
1	Общие вопросы теории моделирования	-	-
2	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Получение экспериментальных статических характеристик технологических объектов. Обработка экспериментальных данных (при наличии параллельных опытов) и расчет параметров моделей с помощью МНК. Оценка адекватности моделей	5
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Получение формул взаимосвязи параметров непрерывных и дискретных динамических моделей. Идентификация дискретных динамических моделей 1 – 3-го порядков с помощью МНК. Оценка адекватности моделей	10
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Построение математической модели статики процесса ректификации. Задача моделирования. Состав математического описания статики процесса и принимаемые допущения. Схема материальных потоков колонны ректификации. Уравнения материального баланса. Уравнения общего покомпонентного баланса. Уравнения баланса по каждому компоненту для каждой ступени разделения. Уравнения парожидкостного равновесия. Уравнения, учитывающие кинетику массообмена. Стехиометрические соотношения. Алгоритмизация решения математического описания. Расчет фазового равновесия в многокомпонентных смесях. Идентификация математической модели процесса ректификации	22

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1	Общие вопросы теории моделирования	-	-
2	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Определение коэффициентов однопараметрических моделей технологических процессов статистическими методами. Идентификация дискретной динамической модели по имитационной модели объекта	8
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Расчет и моделирование цифровой одноконтурной системы регулирования	7
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	-	-

(В случае, если лабораторный практикум не предусмотрен в п. 5.3.3 делается запись "не предусмотрен".)

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Общие вопросы теории моделирования	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям</b> (изучение структуры математического описания при детерминированном подходе и эмпирических моделей. Типы уравнений математического описания. Примеры алгоритмизация математического описания), <b>пробное тестирование</b>	4
2	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе № 1</b> (составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании Основы корреляционного анализа. Получение экспериментальных статических характеристик технологических объектов. Обработка экспериментальных данных (при наличии параллельных опытов) и расчет параметров моделей с помощью МНК. Оценка адекватности моделей. Определение коэффициентов однопараметрических моделей технологических процессов статистическими методами), <b>выполнение лабораторной работы № 1, пробное тестирование</b>	20
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Оформление отчетов по лабораторным работам № 2,3</b> (получение формул взаимосвязи параметров непрерывных и дискретных динамических моделей. Идентификация дискретных динамических моделей 1 – 3-го порядков с помощью МНК. Расчет переходных процессов замкнутой цифровой системы регулирования по задающему и возмущающему воздействиям. Идентификация дискретной динамической модели по имитационной модели объекта Использование оператора сдвига Z для описания дискретных систем управления. Расчет и моделирование цифровой одноконтурной системы регулирования),	34

		<b>выполнение лабораторных работ № 2.3, пробное тестирование</b>	
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям, разработка алгоритма и программирование для курсовой работы</b> (построение математической модели статики процесса ректификации. Задача моделирования. Состав математического описания статики процесса и принимаемые допущения. Схема материальных потоков колонны ректификации. Уравнения материального баланса. Уравнения общего покомпонентного баланса. Уравнения баланса по каждому компоненту для каждой ступени разделения. Уравнения парожидкостного равновесия. Уравнения, учитывающие кинетику массообмена. Стехиометрические соотношения. Алгоритмизация решения математического описания. Расчет фазового равновесия в многокомпонентных смесях. Исследование математической модели), <b>выполнение курсовой работы *</b> , <b>пробное тестирование</b>	76

\* Курсовая работа «Разработка и исследование математических моделей технологических процессов» имеет целью закрепление обучающимися навыков по практическому использованию методов математического моделирования технологических процессов, разработке алгоритмов, программ, проведению расчетов на ЭВМ и анализу результатов моделирования. Результаты индивидуальной работы оформляются пояснительной запиской объемом около 30 страниц, включающей математическую формулировку, алгоритмы решения, листинги программ, результаты и выводы, а также графическим материалом (1 лист формата А1).

Перечень возможных тем курсовой работы:

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – спиртовая колонна в производстве спирта).

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – брагоэпюрационная колонна с боковым отбором фракции в производстве спирта).

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – эпюрационная колонна с двумя потоками питающей смеси в производстве спирта).

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – последовательно соединенные брагоэпюрационная и эпюрационная колонны в производстве спирта).

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации многокомпонентной смеси (объект моделирования – колонна экстрактивной ректификации бутан-бутилен-дивинильной смеси с двумя потоками питания).

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации многокомпонентной смеси (объект моделирования – двухколонная установка ректификации дивинила из многокомпонентной смеси).

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации многокомпонентной смеси (объект моделирования – ректификационная колонна с двумя потоками питания в производстве изопрена).

Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – ректификационная колонна в производстве газообразного азота).



## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Текст] : учеб. пособие (гриф УМО) / Н. И. Сидняев. – М. : Юрайт, 2015. –495 с.
2. Кудряшов, В. С. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2012. –208 с.  
<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/418>
3. Гартман, Т. Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов [Текст] : учеб. пособие (гриф МО) / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. – М. : Академкнига, 2006. –416 с.
4. Макаров, Е. Г. Mathcad [Текст] : учебный курс / Е. Г. Макаров. – СПб. : Питер, 2009. –384 с.
5. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad [Текст] : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников. – СПб. : Лань, 2011. –224 с.
6. Кудряшов, В. С. Настройка и эксплуатация микропроцессорных устройств для систем управления. Теория и практика [Текст] ] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, И.А Козенко, А.А. Гайдин; Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2020. – 236 с.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

### ЭБС “Университетская библиотека online”

<http://biblioclub.ru>

1. *Кобзарь, А. И.* Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников [электронный ресурс] / А. И. Кобзарь. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. –816 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=search\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=search_red)
2. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учеб. пособие [электронный ресурс] / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – М. : ФЛИНТА, 2016. –271 с.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=93344&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=93344&sr=1)
3. Воробьев, А. Л. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством: учебное пособие [электронный ресурс] / А. Л. Воробьев, И. И. Любимов, Д. А. Косых. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 344.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=330604&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=330604&sr=1)

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Харченко, Л. П. Статистика [Текст] : учебник (гриф УМО) / Л. П. Харченко. – М. : Инфра-М, 2008. –445 с.
2. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования эксперимента [Текст] : учеб. пособие (гриф УМО) / Ю. П. Грачев. – М. : ДеЛи, 2005. –296 с.

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося

1. *Кудряшов, В. С.* Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2012. –208 с.

<http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/418>

2. Кудряшов В.С., Алексеев М.В. Методические указания к выполнению курсовой работы «Разработка и исследование математических моделей технологических процессов» [Текст] : метод. указания / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. Воронеж. гос. техн. акад. –Воронеж : ВГТА, 2008. –23 с.

<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

3. Кудряшов, В. С. Настройка и эксплуатация микропроцессорных устройств для систем управления. Теория и практика [Текст] ] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, И.А Козенко, А.А. Гайдин; Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2020. – 236 с.

<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

### **ЭБС “Университетская библиотека online”**

<http://biblioclub.ru>

1. Буканова, Т.С. Моделирование систем управления: учебное пособие / Т.С. Буканова, М.Т. Алиев ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 144 с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483694>

2. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учеб. пособие [электронный ресурс] / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – М. : ФЛИНТА, 2016. –271 с.

[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=93344&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=93344&sr=1)

3. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – 5-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 644 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573179>

### **6.2 Дополнительная литература:**

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

2. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad [Текст] : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников. – СПб. : Лань, 2011. –224 с.

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося**

1. Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad : учебное пособие / Т.В. Лаптева, Н.Н. Зиятдинов, С.А. Лаптев, Д.Д. Первухин ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 248 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612446>

2. Дуев, С.И. Решение задач математического моделирования в системе MathCAD : учебное пособие / С.И. Дуев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 128 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500681>

## 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 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Кудряшов, В. С. Моделирование систем [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2012. –208 с.

2. В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев, А. В. Иванов, И. А. Козенко, С. В. Рязанцев. Методические указания к выполнению курсовой работы «Разработка и исследование математических моделей технологических процессов» / Воронеж. гос. техн. акад. – Воронеж : ВГУИТ, 2020. –29.

3. Разработка и исследование математических моделей технологических процессов (на примере процессов ректификации) [Текст] : задания к курсовой работе по курсам “Моделирование систем управления”, “Моделирование систем” / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев, А. В. Иванов, И. А. Козенко, С. В. Рязанцев; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. –Воронеж : ВГУИТ, 2020. – 23 с.

<http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

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

Используемые информационные технологии:

- текстовый редактор Microsoft Word или LibreOffice (оформление пояснительных записок лабораторных и практических работ, а также курсовой работы);
- математический пакет MathCAD или SMathStudio (выполнение программ расчета параметров моделей);
- интернет ресурсы (информация по работе с математическим пакетом):  
< <https://www.mathcad.com/ru>>.

Учебные лаборатории кафедры ИУС.

Ауд. 327: рабочие станции (текстовый редактор Word, интегрированная среда NanoCAD 5.1), стеллажи с описанием приборов ОВЕН и примерами схем автоматизации, учебные комплексы (управляющие рабочие станции (программы-конфигураторы приборов ОВЕН, SCADA-системы ОВЕН, Trace Mode), шкафы автоматического управления с микропроцессорными приборами: цифровые регуляторы ТРМ1, ТРМ101, ТРМ251, модули ввода/вывода МВ110, МВА8, МВУ8, программируемые логические контроллеры ПЛК110, операторские сенсорные панели СП270, блоки питания БП14, эмуляторы печи ЭП10, термометры сопротивления дТС035-50М.В3.120, термопары ДТПЛ015-010.100, преобразователи интерфейсов АС4).

## **8. Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают:

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

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

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

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

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств и профилю подготовки Автоматизация технологических процессов и производств в пищевой и химической промышленности.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
к рабочей программе

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения**

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

Виды учебной работы	Всего акад. часов	Семестр
		8
Общая трудоемкость дисциплины	<b>252</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторские занятия:</b>	<b>29,8</b>	<b>29,8</b>
Лекции	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия (ПЗ)	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8	8
Консультации текущие	1,2	0,15·8=1,2
Виды аттестации (экзамен / зачет, КР)	4,6	2+0,2+0,8+0,1+1,5=4,6
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>211,5</b>	<b>211,5</b>
Контрольная работа (кол.)	1	1
- оформление текста контрольной	10	20·0,5=10
Проработка конспекта лекций	20	40·0,5=20
Проработка материала по учебникам	50	744:16·1=50
Подготовка к практическим занятиям	30	480:16·1=30
Подготовка к лабораторному практикуму	40	560:16·1=40
Оформление текста работ	10	20·0,5=10
Создание программ без граф. оболочки	25	12,5·2=25
Курсовая работа:		
- оформление текста работы	15	30·0,5=15
- создание программ без граф. оболочки	15	7,5·2=15
Подготовка к экзамену	<b>10,7</b>	<b>10,7</b>

**АННОТАЦИЯ**  
**К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**  
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами (ПК-19);
- способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20);
- способность составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством (ПК-21);
- способность участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения (ПК-22).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- программные средства моделирования, технологию планирования эксперимента;
- основные принципы формирования образовательных программ и их структуру; роль и возможности компьютерного обеспечения учебного процесса.

**уметь:**

- использовать стандартные пакеты программ для решения практических задач, использовать основные технологии передачи информации в среде локальных сетей и сети Internet.;
- строить математические модели объектов управления и САУ, проводить анализ САУ, оценивать статистические и динамические характеристики, рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора, реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования, оценивать точность и достоверность результатов моделирования;
- планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере.

**владеть:**

- навыками моделирования и проектирования типовых технологических процессов изготовления продукции;
- навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений;

**Содержание разделов дисциплины.** Основные понятия и этапы моделирования. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном подходе. Структура эмпирических моделей. Типы уравнений математического описания. Алгоритмизация математического описания.

Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Линейная, параболическая и трансцендентная регрессии. Основы корреляционного анализа. Оптимальное двухуровневое планирование

Построение математической модели статики процесса ректификации. Алгоритмизация решения математического описания. Идентификация математической модели процесса ректификации и оптимизация режима процесса.

Построение дискретных динамических моделей объектов и регуляторов на основе непрерывных моделей. Расчет переходных процессов замкнутой цифровой системы регулирования по задающему и возмущающему воздействиям. Алгоритм оптимизации настроек цифровых регуляторов. Адаптивная цифровая система управления. Использование оператора сдвига Z для описания дискретных систем

управления. Синтез цифровых каскадных систем управления. Расчет и моделирование цифровых связанных и комбинированных систем управления.