

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ**

Направление подготовки

**27.03.04 Управление в технических системах**

---

Направленность (профиль)

**Системы автоматизированного управления**

---

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

---

## 1. Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Моделирование систем» являются формирование знаний и умений у бакалавров о способах разработки математических моделей объектов и систем управления и проведении на них исследований.

### Задачи дисциплины:

- обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств;
- проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

## 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 (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	приемы представления и обработки экспериментальных данных	применять методы для первичной обработки экспериментальных данных	методами разработки моделей на основе экспериментально-статистического подхода
2	ПК-1	способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	теоретические основы и принципы методов анализа и обработки экспериментальной информации	применять численные методы для обработки экспериментальных данных	методами обработки экспериментальных данных с применением современных информационных технологий
3	ПК-2	способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	математические аспекты создания систем	составлять модели систем с применением экспериментально-статистического и детерминированного подходов	принципами и методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем с использованием программных средств
4	ПК-3	готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	уровень достижений в области моделирования систем в стране и за рубежом	систематизировать научно-техническую информацию и составлять научно-технические отчеты	

5	ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	численные методы, необходимые для первичной обработки экспериментальных данных	использовать готовые программы и разрабатывать новые для решения типовых задач, составлять модели объектов и систем	
6	ПК-8	готовность к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство	этапы и порядок действий, предшествующий внедрению результатов разработок систем	подготовить результаты разработок систем к внедрению	

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина (модуль) «Моделирование систем» относится к блоку 1 ОП и ее базовой части.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин: «Математика»; «Программирование и основы алгоритмизации»; «Математические модели и численные методы в решении задач АСУТП».

Дисциплина «Моделирование систем» является предшествующей для освоения дисциплины: «Цифровые многомерные системы управления» и практики «Производственная практика, преддипломная практика».

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Виды учебной работы	Всего часов	7 семестр	8 семестр
	ак.ч	ак.ч	ак.ч
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>87,2</b>	<b>32,95</b>	<b>54,25</b>
Лекции	28	15	13
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–	–
Лабораторные работы (ЛР)	15	15	–
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	15	15	–
Практические занятия (ПЗ)	39	–	39
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	39	–	39
Консультации текущие	1,4	0,75	0,65
Консультации перед экзаменом	2	2	–
<b>Вид аттестации (курсовая работа)</b>	1,5	–	1,5
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	0,1	–	0,1
<b>Вид аттестации (экзамен)</b>	0,2	0,2	–
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>95</b>	<b>41,25</b>	<b>53,75</b>
Проработка материалов по учебникам / конспектам лекций	35,5	19,25	16,25
Подготовка к практическим занятиям	14,5	–	14,5
Подготовка к лабораторным работам	6	6	–
Подготовка отчетов по лабораторным работам	16	16	–
Курсовая работа	23	–	23
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>	<b>–</b>

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
<b>7 семестр</b>			
1	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	42,25
2	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.	29
<b>8 семестр</b>			
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	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	31
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Построение математической модели статики процесса ректификации (детерминированный подход). Алгоритмизация решения математического описания. Идентификация математической модели процесса ректификации и оптимизация режима процесса. Проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств. Анализ полученных результатов моделирования и предложения по их внедрению в производство. Оформление отчетов по результатам моделирования, а также подготовка научных публикаций.	51,75

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	ЛР, час	СРО, час
<b>7 семестр</b>					
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	8	–	5	29,25
2	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	7	–	10	12
<b>8 семестр</b>					
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	6	15	–	10
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	7	24	–	20,75
	Курсовая работа	–	–	–	23

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость раздела, часы
<b>7 семестр</b>			
1	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	8
2	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.	7
<b>8 семестр</b>			
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	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	6
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Построение математической модели статики процесса ректификации (детерминированный подход). Алгоритмизация решения математического описания. Идентификация математической модели процесса ректификации и оптимизация режима процесса. Проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств. Анализ полученных результатов моделирования и предложения по их внедрению в производство. Оформление отчетов по результатам моделирования, а также подготовка научных публикаций.	7

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость раздела, часы
<b>8 семестр</b>			
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Составление математического описания адаптивной цифровой системы управления. Использование оператора сдвига Z для описания дискретных систем управления и выполнения аналитических преобразований. Составление математического описания и расчет цифровых каскадных, комбинированных и связанных систем управления	15
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Задача построения математической модели статики процесса ректификации. 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 и оптимизация режима процесса. Проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств. Анализ полученных результатов моделирования и предложения по их внедрению в производство. Оформление отчетов по результатам моделирования, а также подготовка научных публикаций	24

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость раздела, часы
<b>7 семестр</b>			
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Определение коэффициентов однопараметрических моделей технологических процессов статистическими методами	5
2	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Идентификация дискретной динамической модели по имитационной модели объекта. Расчет и моделирование цифровой одноконтурной системы регулирования	10

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость раздела, часы
<b>7 семестр</b>			
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей	Проработка материалов по учебникам / конспектам лекций Подготовка к лабораторным работам Подготовка отчетов по лабораторным работам	29,25
2	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Проработка материалов по учебникам / конспектам лекций Подготовка к лабораторным работам Подготовка отчетов по лабораторным работам	12
<b>8 семестр</b>			
3	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	Проработка материалов по учебникам / конспектам лекций Подготовка к практическим занятиям	10
4	Построение математических моделей при детерминированном подходе	Проработка материалов по учебникам / конспектам лекций Подготовка к практическим занятиям	20,75
Курсовая работа			23

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 6.1 Основная литература

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

Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 495 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508082>

Буканова, Т. С. Моделирование систем управления : учебное пособие : [16+] / Т. С. Буканова, М. Т. Алиев ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 144 с. : ил., граф. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483694>

Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 6-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 643 с. : ил., табл., схем., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684426>

## 6.2 Дополнительная литература

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.

Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете MATHCAD : учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1096-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210557>

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

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

Дуев, С. И. Решение задач математического моделирования в системе MathCAD : учебное пособие : [16+] / С. И. Дуев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 128 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <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.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.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.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>

## 6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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, 2015. – Режим доступа : <http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>. - Загл. с экрана

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

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.

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

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

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 7 (64 - bit)	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Windows 8.1 (64 - bit)	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 Professional Plus 2010	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
MicrosoftOffice 2007	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
MicrosoftOffice 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	(бесплатноеПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm</a>
Mathcad Prime 3.1	Договор № ТРУБ 27/01/17 с ООО «ВСГ» от 14.02.2017 г. Mathcad Education – University Edition (50 pack) Maintenance Gold
CODESYS Development System	(бесплатное ПО) <a href="https://www.codesys.com/support-training/codesys-support/licensing.html">https://www.codesys.com/support-training/codesys-support/licensing.html</a> <a href="http://www.owen.ru/catalog/codesys_v2/51162335">http://www.owen.ru/catalog/codesys_v2/51162335</a>

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

**Учебная аудитория № 324** для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект мебели для учебного процесса.

Рабочие станции (IntelCore i5 – 6400) – 14 шт., мультимедийный проектор с аудио-поддержкой, экран.

**Учебная аудитория № 405** для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект мебели для учебного процесса.

Проектор Epson EB-X41.



Допускается использование других аудиторий в соответствии с расписанием учебных занятий и оснащенных соответствующим материально-техническим или программным обеспечением.

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

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

- 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 (модулю) определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) **в виде приложения**.

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

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **27.03.04 Управление в технических системах** и профилю подготовки **Системы автоматизированного управления**.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	приемы представления и обработки экспериментальных данных	применять методы для первичной обработки экспериментальных данных	методами разработки моделей на основе экспериментально-статистического подхода
2	ПК-1	способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	теоретические основы и принципы методов анализа и обработки экспериментальной информации	применять численные методы для обработки экспериментальных данных	методами обработки экспериментальных данных с применением современных информационных технологий
3	ПК-2	способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	математические аспекты создания систем	составлять модели систем с применением экспериментально-статистического и детерминированного подходов	принципами и методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем с использованием программных средств
4	ПК-3	готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	уровень достижений в области моделирования систем в стране и за рубежом	систематизировать научно-техническую информацию и составлять научно-технические отчеты	
5	ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	численные методы, необходимые для первичной обработки экспериментальных данных	использовать готовые программы и разрабатывать новые для решения типовых задач, составлять модели объектов и систем	
6	ПК-8	готовность к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство	этапы и порядок действий, предшествующий внедрению результатов разработок систем	подготовить результаты разработок систем к внедрению	

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология /процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей.	ОПК-5 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-8	Вопросы к экзамену	1-7	Контроль преподавателем
			Контрольные вопросы к текущим опросам по лабораторным работам		Защита лабораторной работы
			Тесты (тестовые задания)	40-70	Компьютерное или бланочное тестирование
			Кейс-задания	23-31	Проверка кейс-задания
2	Математическое моделирование и синтез цифровых систем управления	ОПК-5 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-8	Вопросы к экзамену	8-14	Контроль преподавателем
			Контрольные вопросы к текущим опросам по лабораторным работам		Защита лабораторной работы
			Тесты (тестовые задания)	82-97	Компьютерное или бланочное тестирование
			Кейс-задания	36-39	Проверка кейс-задания
3	Построение математических моделей при детерминированном подходе	ОПК-5 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-8	Вопросы к зачету	15-28	Контроль преподавателем
			Курсовая работе	127-134	Защита курсовой работы
			Тесты (тестовые задания)	71-81, 98-126	Компьютерное или бланочное тестирование
			Кейс-задания	32-35	Проверка кейс-задания

### 3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

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

#### 3.1. Вопросы к экзамену (собеседование)

##### 3.1.1 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-5** способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

**ПК-1** способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

**ПК-2** способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

**ПК-3** готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок

**ПК-5** способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления

**ПК-8** готовность к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство

№ задания	Формулировка вопроса
1.	Основные понятия моделирования. Этапы математического моделирования
2.	Подходы к моделированию. Типы уравнений математического описания
3.	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами. МНК для одного переменного параметра
4.	Линейная и квадратичная регрессия. Определение параметров трансцендентных уравнений
5.	Получение уравнений множественной регрессии методом Брандона
6.	Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Критерии Кохрена, Стьюдента, Фишера
7.	Использование корреляционного анализа при статистическом моделировании
8.	Построение дискретных динамических моделей на основе непрерывных. Получение конечно-разностных уравнений типовых динамических звеньев, включая уравнение третьего порядка
9.	Идентификация параметров дискретных динамических моделей в разомкнутом контуре. Расчет переходных характеристик
10.	Получение конечно-разностных уравнений цифровых типовых регуляторов и области ограничений настроек. Расчет переходных процессов
11.	Расчет переходных процессов замкнутой цифровой одноконтурной системы регулирования по задающему и возмущающему воздействиям
12.	Расчет оптимальных настроек цифровых регуляторов численным градиентным методом
13.	Схема алгоритма расчета оптимальных настроек цифровых регуляторов численным градиентным методом
14.	Расчет показателей качества регулирования в цифровой системе

### 3.2. Вопросы к зачету (собеседование)

#### 3.2.1 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-5** способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

**ПК-1** способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

**ПК-2** способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

**ПК-3** готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок

**ПК-5** способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления

**ПК-8** готовность к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство

№ задания	Формулировка вопроса
15.	Математическое описание процесса многокомпонентной ректификации. Схема материальных потоков. Группы уравнений и допущения
16.	Детерминированное моделирование на примере математического описания статики процесса многокомпонентной ректификации
17.	Математическое описание условий фазового равновесия парожидкостных систем. Расчет количества пара, жидкости в питании колонны и их состав
18.	Алгоритмы расчета констант фазового равновесия систем "жидкость – пар"
19.	Алгоритмизация решения математического описания процесса многокомпонентной ректификации
20.	Схема алгоритма расчета концентраций компонентов по модели статики процесса многокомпонентной ректификации
21.	Идентификация модели многокомпонентной ректификации и оптимизация режима колонны по модели
22.	Адаптивная цифровая система управления. РМНК для текущей идентификации модели объекта

23.	Использование МНК в адаптивных цифровых системах управления
24.	Использование оператора сдвига z для описания дискретных систем
25.	Моделирование и расчет цифровых каскадных систем управления (2 способа)
26.	Синтез комбинированной цифровой системы управления
27.	Синтез несвязанной цифровой системы управления
28.	Синтез связанной цифровой системы управления

### 3.3. Кейс-задания

#### 3.3.1 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-5** способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

**ПК-1** способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

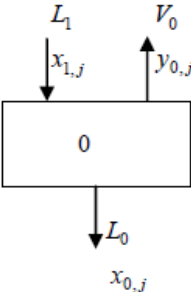
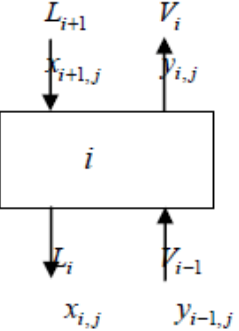
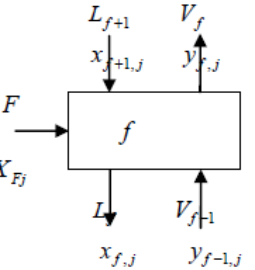
**ПК-2** способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

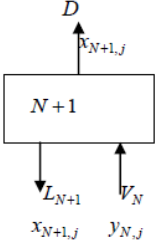
**ПК-3** готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок

**ПК-5** способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления

**ПК-8** готовность к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство

№ задания	Условие задачи (формулировка задания)
29.	<p>Для расчета коэффициентов <math>a, b</math> уравнения прямой (<math>y = a \cdot x + b</math>) по экспериментальным данным записать критерий МНК, найти производные критерия по искомым коэффициентам и составить систему уравнений для их расчета.</p> $y = a \cdot x + b$ $\Phi = \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i - b)^2 \xrightarrow{a,b} \min$ $\frac{\partial \Phi}{\partial a} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i - b] \cdot (-x_i) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i - b] \cdot (-1) = 0$ $\begin{cases} a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i + b \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$
30.	<p>Для расчета коэффициентов <math>a, b, c</math> уравнения параболы (<math>y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c</math>) по экспериментальным данным записать критерий МНК, найти производные критерия по искомым коэффициентам и составить систему уравнений для их расчета.</p> $y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ $\Phi = \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c)^2 \xrightarrow{a,b,c} \min$ $\frac{\partial \Phi}{\partial a} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c] \cdot (-x_i^2) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c] \cdot (-x_i) = 0$

	$\frac{\partial \Phi}{\partial c} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot x_i^2 - b \cdot x_i - c] \cdot (-1) = 0$ $\begin{cases} a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^4 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i^2 \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^3 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i \\ a \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \cdot \sum_{i=1}^n x_i + c \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$
31.	<p>Оценить адекватность модели объекту, если остаточная дисперсия равна 0,0001, дисперсия относительно среднего равна 0,002, а табличное значение критерия Фишера равно 9,1172.</p> $F = \frac{S_y^2}{S_{ocm}^2} = 0,002 / 0,0001 > F_{табл}(p, f_1, f_2) = 9,1172$ <p>20 &gt; 9,1172</p>
32.	<p>Составить схему материальных потоков и записать уравнение покомпонентного материального баланса для 0-й тарелки колонны ректификации.</p>  $L_1 \cdot x_{1,j} - V_0 \cdot y_{0,j} - W \cdot x_{0,j} = 0$
33.	<p>Составить схему материальных потоков и записать уравнение покомпонентного материального баланса для i-й тарелки колонны ректификации.</p>  $L_{i+1} \cdot x_{i+1,j} + V_{i-1} \cdot y_{i-1,j} - L_i \cdot x_{i,j} - V_i \cdot y_{i,j} = 0$
34.	<p>Составить схему материальных потоков и записать уравнение покомпонентного материального баланса для тарелки питания (f-ой тарелки) колонны ректификации.</p>  $L_{f+1} \cdot x_{f+1,j} + V_{f-1} \cdot y_{f-1,j} - L_f \cdot x_{f,j} - V_f \cdot y_{f,j} = -F \cdot X_{fj}$
35.	<p>Составить схему материальных потоков и записать уравнение покомпонентного материального</p>

	<p>ного баланса для <math>N + 1</math>-ой тарелки (дефлегматор) колонны ректификации.</p>  $V_N \cdot y_{N,j} - L_{N+1} \cdot x_{N+1,j} - D \cdot x_{N+1,j} = 0$
36.	<p>Для передаточных функций усилительного звена и звена запаздывания получить разностные уравнения путем дискретизации.</p> $W_o(s) = k \quad y(t) = k \cdot u(t)$ $y_i = b \cdot u_i, \text{ где } b = k$ $W_o(s) = e^{-p \cdot \tau} \quad y(t) = u(t - \tau) \quad y_i = u_{i-d}, \text{ где } d = \frac{\tau}{T_0}$
37.	<p>Для передаточных функций интегрирующего звена и дифференцирующего звена получить разностные уравнения путем дискретизации.</p> $W_o(s) = \frac{1}{T_1 \cdot s} \quad T_1^1 \cdot \frac{\partial y(t)}{\partial t} = u(t) \quad T_1^1 \cdot \frac{y_{i+1} - y_i}{T_0} = u_i$ $y_i = y_{i-1} + b \cdot u_{i-1}, \text{ где } b = \frac{T_0}{T_1^1} \quad W_o(s) = k \cdot s$ $y(t) = k \cdot \frac{\partial u(t)}{\partial t} \quad y_i = k \cdot \frac{u_i - u_{i-1}}{T_0} \quad y_i = b_1 \cdot u_i + b_2 \cdot u_{i-1}, \text{ где } b_1 = -b_2 = \frac{k}{T_0}$
38.	<p>Для расчета коэффициентов <math>a, b</math> разностного уравнения 1-го порядка (<math>y_i = a \cdot y_{i-1} + b \cdot u_{i-1}</math>) по экспериментальным данным записать критерий МНК, найти производные критерия по искомым коэффициентам и составить систему уравнений для их расчета.</p> $y_i = a \cdot y_{i-1} + b \cdot u_{i-1} \quad \Phi = \sum_{i=1}^n (y_i - a \cdot y_{i-1} - b \cdot u_{i-1})^2 \xrightarrow{a,b} \min$ $\frac{\partial \Phi}{\partial a} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot y_{i-1} - b \cdot u_{i-1}] \cdot (-y_{i-1}) = 0$ $\frac{\partial \Phi}{\partial b} = 2 \cdot \sum_{i=1}^n [y_i - a \cdot y_{i-1} - b \cdot u_{i-1}] \cdot (-u_{i-1}) = 0$ $\begin{cases} a \cdot \sum_{i=1}^n y_{i-1}^2 + b \cdot \sum_{i=1}^n y_{i-1} \cdot u_{i-1} = \sum_{i=1}^n y_i \cdot y_{i-1} \\ a \cdot \sum_{i=1}^n y_{i-1} \cdot u_{i-1} + b \cdot \sum_{i=1}^n u_{i-1}^2 = \sum_{i=1}^n y_i \cdot u_{i-1} \end{cases}$
39.	<p>Для передаточных функций П- и И- регуляторов получить разностные уравнения путем дискретизации. Записать ограничения на настройки регуляторов.</p> $Wp(s) = \frac{u(s)}{e(s)} = k_p$ $u(t) = k_p e(t) \quad u_i = q_0 e_i \quad q_0 = k_p \quad q_0 > 0$ $Wp(s) = \frac{u(s)}{e(s)} = \frac{1}{T_{уз} s}$ $u(t) = \frac{1}{T_{уз}} \int_0^t e(t) dt \quad \frac{du(t)}{dt} = \frac{1}{T_{уз}} e(t) \quad \frac{u_{i+1} - u_i}{T_0} = \frac{1}{T_{уз}} e_i$ $u_i = u_{i-1} + q_0 e_i \quad q_0 = \frac{T_0}{T_{уз}} \quad 0 < q_0 < 1$



### 3.4. Тесты (тестовые задания)

#### 3.4.1 Шифр и наименование компетенции

**ОПК-5** способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

**ПК-1** способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

**ПК-2** способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

**ПК-3** готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок

**ПК-5** способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления

**ПК-8** готовность к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство

№ задания	Условие задачи (формулировка задания)
40.	<p>Моделирование – это:</p> <p><b>а) изучение объектов исследования с помощью других объектов (моделей)</b>  <b>б) изучение объектов путем их эксплуатации в различных условиях</b></p>
41.	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии называется эффектом взаимодействия?</p> $y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j$ <p>1) <math>b_0</math>                  2) <math>b_j</math>  <b>3) <math>b_{u,j}</math></b></p>
42.	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии <math>y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j</math> называется свободным членом?</p> <p>1) <math>b_0</math>                  2) <math>b_j</math>                  3) <math>b_{u,j}</math></p>
43.	<p>Какой коэффициент (или коэффициенты) эмпирического уравнения регрессии <math>y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^k b_{u,j} \cdot x_u \cdot x_j</math> называется линейным эффектом?</p> <p>1) <math>b_0</math>  <b>2) <math>b_j</math></b>                  3) <math>b_{u,j}</math></p>
44.	<p>Идентификация модели методом Брандона выполняется:</p> <p>1) для объекта с одним входом и выходом                  2) для объекта с одним входом и несколькими выходами  <b>3) для объекта с несколькими входами и одним выходом</b>                  4) для объекта с несколькими входами и выходами</p>

45.	<p>Задан диапазон изменения температуры: 50-80 °С. Координаты центра плана и интервал варьирования при двухуровневом планировании эксперимента:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 50 и 80</li> <li>2) 4000 и 80</li> <li>3) <b>65 и 15</b></li> </ol>
46.	<p>При каком подходе математическое описание составляется на основе фундаментальных законов?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>при детерминированном</b></li> <li>2) при статистическом</li> </ol>
47.	<p>Адекватность полученной модели устанавливается по критерию:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Кохрена</li> <li>2) <b>Фишера</b></li> <li>3) Стьюдента</li> </ol>
48.	<p>Если величина корреляционного отношения равна единице, то из этого следует:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>между входом и выходом объекта существует функциональная связь</b></li> <li>2) между входом и выходом объекта связь отсутствует</li> </ol>
49.	<p>Чему равняется общее число опытов при проведении полного факторного эксперимента (ПФЭ), если число факторов шесть, а число уровней для каждого фактора восемь?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 14</li> <li>2) 48</li> <li>3) <b>262144</b></li> </ol>
50.	<p>Какой эксперимент на исследуемом объекте ставится по плану и предусматривается одновременное изменение всех входных параметров?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>активный</b></li> <li>2) пассивный</li> </ol>
51.	<p>Значимость коэффициентов уравнения регрессии оценивается по критерию:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Кохрена</li> <li>2) Фишера</li> <li>3) <b>Стьюдента</b></li> </ol>
52.	<p>При изменении расхода теплоносителя в кипятильник с 12 м<sup>3</sup>/ч до 14 м<sup>3</sup>/ч температура нагреваемой смеси на выходе из теплообменника выросла с 50 °С до 55 °С. Чему равен коэффициент усиления объекта по данному каналу?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 0,4</li> <li>2) <b>2,5</b></li> <li>3) 10</li> </ol>
53.	<p>Что такое объем выборки?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) количество проведенных опытов на объекте исследования</li> <li>2) <b>количество экспериментальных данных по фактору и отклику</b></li> </ol>
54.	<p>Для описания нестационарных режимов объектов моделирования с сосредоточенными параметрами применяются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) алгебраические уравнения</li> <li>2) <b>обыкновенные дифференциальные уравнения</b></li> <li>3) дифференциальные уравнения в частных производных</li> <li>4) интегральные уравнения</li> </ol>
55.	<p>Регрессионные модели применяются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>для описания статических режимов технологических процессов</b></li> <li>2) для описания динамических режимов технологических процессов</li> </ol>
56.	<p>Чем определяется выбор структуры модели при экспериментально-статистическом подходе?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) объемом исходных данных</li> <li>2) <b>характером зависимости между входными и выходными параметрами</b></li> <li>3) целью моделирования</li> </ol>
57.	<p>В каком случае модель адекватна объекту по критерию Фишера (при отсутствии параллельных опытов)?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Fрасч &gt; Fтабл</b></li> <li>2) Fрасч &lt; Fтабл</li> </ol>
58.	<p>Что называется переходным процессом системы?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) реакция системы на любое входное воздействие</li> <li>2) <b>реакция системы на ступенчатое входное воздействие</b></li> </ol>
59.	<p>Что такое эмпирическая линия регрессии?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) уравнение модели, описывающее связь между входом и выходом</li> <li>2) <b>график экспериментальной кривой, характеризующий связь между входом и выходом</b></li> </ol>

60.	В каком случае модель по критерию Фишера адекватна объекту (при наличии параллельных опытов)? 1) $F_{расч} > F_{табл}$ 2) <b><math>F_{расч} &lt; F_{табл}</math></b>
61.	Чему равны числа степеней свободы $f_1, f_2$ относительно среднего и остаточной дисперсий ( $N$ - объем выборки; $l=4$ - число связей, наложенных на выборку)? 1) $f_1=20, f_2=4$ 2) <b><math>f_1=19, f_2=16</math></b> 3) $f_1=20, f_2=19$
62.	С помощью регрессионного анализа устанавливается: 1) <b>значимость коэффициентов уравнения регрессии и адекватность модели</b> 2) теснота (сила) связи между входным и выходным параметрами
63.	Если уровень значимости равен 0,02, то из этого следует: 1) в двух случаях из 100 гипотеза выполняется 2) <b>в двух случаях из 100 гипотеза не выполняется</b>
64.	Матрица планирования со столбцом фиктивной переменной составляется при: 1) ортогональном планировании 2) симплексном планировании 3) <b>двухуровневом планировании</b>
65.	В каких случаях целесообразно проводить исследования объектов на моделях? 1) при изучении объектов, для которых разработано необходимое математическое обеспечение или есть пилотные установки 2) <b>когда исследования на моделях проще, экономичнее и результаты моделирования можно перенести на реальный объект</b>
66.	Оценка однородности выборочных дисперсий осуществляется по критерию: 1) <b>Кохрена</b> 2) Фишера 3) Стьюдента
67.	Оценить адекватность модели объекту, если остаточная дисперсия равна 0,0001, дисперсия относительно среднего равна 0,002, а табличное значение критерия Фишера равно 9,1172: 1) <b>модель адекватна объекту</b> 2) модель не адекватна объекту
68.	К каким моделям относятся макетные установки аппаратов? 1) <b>к физическим</b> 2) к математическим
69.	Какое из элементарных динамических звеньев является нелинейным? 1) Усилительное 2) Идеальное интегрирующее 3) Реальное интегрирующее 4) <b>Звено запаздывания</b> 5) Идеальное дифференцирующее
70.	При последовательном соединении передаточных функций элементов системы эквивалентная передаточная функция равна: 1) Сумме передаточных функций элементов 2) <b>Произведению передаточных функций элементов</b>
71.	Какие регуляторы называются статическими? 1) И, ПИ 2) <b>П, ПД</b>
72.	Чем обусловлено применение различных схем управления (каскадных, комбинированных, связанных и т.д.) для технологических объектов? 1) широкими возможностями современных средств автоматизации 2) <b>особенностями динамических и статических свойств объектов управления</b>
73.	Моделирование – это: 1) <b>изучение объектов исследования с помощью других объектов (моделей)</b> 2) изучение объектов путем их эксплуатации в различных условиях
74.	Алгоритмическая структурная схема АСР состоит: 1) Из звеньев с одним входом и одним выходом 2) Из звеньев с двумя или несколькими входами и одним выходом 3) Из звеньев с двумя или несколькими входами и с двумя или несколькими выходами 4) <b>Используются все сочетания звеньев</b>
75.	Если уровень значимости равен 0,02, то из этого следует:

	1) в двух случаях из 100 гипотеза выполняется 2) <b>в двух случаях из 100 гипотеза не выполняется</b>
76.	Какое из элементарных динамических звеньев является нелинейным? 1) Усилительное 2) Идеальное интегрирующее 3) Реальное интегрирующее 4) <b>Звено запаздывания</b> 5) Идеальное дифференцирующее
77.	Состав научно-исследовательских работ при проектировании 1) <b>Разработка моделей объектов и систем управления, определение их оптимальных параметров</b> 2) Разработка технического задания на проектирование
78.	Структурная схема системы управления – это: 1) Изображение пунктов управления системы 2) <b>Графическое изображение структуры управления</b>
79.	Какие системы управления называются централизованными? 1) <b>Системы, в которых управление объектом осуществляется с одного пункта управления</b> 2) Системы, в которых управление частями сложного объекта осуществляется с нескольких самостоятельных пунктов управления
80.	На верхнем пункте управления многоуровневой системы решаются задачи: 1) Контроля и регулирования параметров отдельных технологических установок 2) <b>Контроля и регулирования параметров, определяющих технологический процесс в целом</b>
81.	Теснота связи между входом и выходом зависимости $y = b_0 + b_1 \cdot x$ определяется: 1) <b>коэффициентом парной корреляции</b> 2) величиной корреляционного отношения 3) коэффициентом множественной регрессии
82.	В какую группу уравнений входит закон Генри? 1) уравнения баланса на основе законов сохранения массы и энергии 2) уравнения кинетики 3) <b>уравнения термодинамики</b>
83.	Какие преимущества имеют цифровые системы управления по сравнению с аналоговыми? 1) экономичность 2) <b>возможность реализации нетиповых законов управления</b> 3) простота эксплуатации
84.	Какому методу аппроксимации соответствует замена первой производной функции $y(t)$ разностью $y'(t) = \frac{\partial y(t)}{\partial t} \approx \frac{y_i - y_{i-1}}{T_0}$ ? 1) метод правых разностей 2) <b>метод левых разностей</b> 3) метод центральных разностей
85.	Параметры непрерывного ПИ-регулятора $(u(t) = k_p \cdot \left( e(t) + \frac{1}{T_{из}} \int_0^t e(t) dt \right))$ , $k_p = 0,25$ , $T_{из} = 1,2$ мин. Чему равняются настроечные параметры цифрового ПИ-регулятора $(u_i = u_{i-1} + q_0 \cdot e_i + q_1 \cdot e_{i-1})$ , если период квантования $T_0 = 0,08$ мин? 1) 0,25 и 0,3 2) <b>0,25 и -0,23</b> 3) 0,25 и -0,3
86.	Какие факторы вызывают дрейф динамических характеристик объектов управления? 1) изменение режима работы 2) <b>изменение технологических характеристик аппаратов</b> 3) управление объектом в замкнутом контуре
87.	Парциальное давление $j$ -того компонента – это: 1) давление паров чистого компонента 2) <b>давление паров чистого компонента умноженное на его концентрацию</b> 3) общее давление системы

88.	<p>Какому методу аппроксимации соответствует замена первой производной функции <math>y'(t)</math> разностью <math>y'(t) = \frac{\partial y(t)}{\partial t} \approx \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2 \cdot T_0}</math> ?</p> <p>1) метод правых разностей 2) метод левых разностей 3) <b>метод центральных разностей</b></p>
89.	<p>Какой численный метод оптимизации является наиболее быстродействующим из перечисленных?</p> <p>1) метод сканирования 2) <b>градиентный</b> 3) покоординатного спуска</p>
90.	<p>Количество неизвестных параметров в системе уравнений материального баланса колонны ректификации (<math>N</math> - число тарелок, <math>k</math> - количество компонентов смеси):</p> <p>1) <math>(2 \cdot N + 3) \cdot k</math> 2) <math>(N + 2) \cdot k</math> 3) <math>2 \cdot N + 3</math></p>
91.	<p>Характер генерируемых сигналов в цифровых системах:</p> <p>1) аналоговые сигналы 2) импульсные сигналы 3) <b>цифровой код</b></p>
92.	<p>Для соответствия разностного уравнения <math>y_i = a \cdot y_{i-1} + b \cdot u_{i-1}</math> аperiodическому звену 1-го порядка для параметра <math>a</math> должны выполняться ограничения:</p> <p>1) <math>a &lt; 0</math> 2) <math>a &gt; 1</math> 3) <math>0 &lt; a &lt; 1</math></p>
93.	<p>Чем определяется выбор критерия оптимизации при синтезе системы регулирования?</p> <p>1) <b>требованиями к качеству ведения процесса</b> 2) наличием инструментальных средств проектирования у разработчика 3) техническими характеристиками приборов и средств автоматизации на объекте</p>
94.	<p>Рекуррентный метод наименьших квадратов обеспечивает идентификацию дискретных динамических моделей:</p> <p>1) в разомкнутом контуре регулирования 2) <b>в замкнутом контуре регулирования</b></p>
95.	<p>Какому методу аппроксимации соответствует замена первой производной функции <math>y'(t)</math> разностью <math>y'(t) = \frac{\partial y(t)}{\partial t} \approx \frac{y_{i+1} - y_i}{T_0}</math> ?</p> <p>1) <b>метод правых разностей</b> 2) метод левых разностей 3) метод центральных разностей</p>
96.	<p>Уравнение идеального дифференцирующего звена:</p> <p>1) <math>y(t) = k \int_0^t u(t) dt</math> 2) <math>T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = k \frac{du(t)}{dt}</math> 3) <math>y(t) = k \frac{du(t)}{dt}</math></p>
97.	<p>Уравнение реального дифференцирующего звена:</p> <p>1) <math>y(t) = k \int_0^t u(t) dt</math> 2) <math>T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = k \frac{du(t)}{dt}</math></p>

	3) $y(t) = k \frac{du(t)}{dt}$
98.	Какие управляющие воздействия используются для управления процессом ректификации? 1) расходы сырья и флегмы на колонну, расход теплоносителя в кипятильник колонны <b>2) расход флегмы и теплоносителя в кипятильник колонны</b> 3) температура в кубе колонны и расход флегмы
99.	Наличие интегральной составляющей в алгоритме регулирования: 1) повышает быстродействие регулятора <b>2) повышает точность регулятора</b> 3) обеспечивает отсутствие перерегулирования
100.	Каскадные схемы управления применяются: 1) при наличии контролируемых возмущений в объекте управления <b>2) при возможности выделить в объекте более быстродействующий внутренний контур</b> 3) при наличии перекрёстных связей в объекте
101.	Чувствительность системы управления это: <b>1) степень влияния изменения входных параметров системы на выходные</b> 2) свойство системы возвращаться в исходное состояние при нанесении возмущающего воздействия
102.	От каких факторов зависит коэффициент относительной летучести разделяемых компонентов в колонне ректификации? 1) только от температуры на тарелке 2) от температуры и давления на контактной ступени разделения <b>3) от температуры, давления и концентрации компонента на тарелке</b>
103.	Общее число уравнений материальных балансов для всех контактных ступеней колонны ректификации ( $N$ - число тарелок): 1) $N$ 2) $N + 1$ <b>3) <math>N + 2</math></b>
104.	Что называется переходным процессом системы? 1) реакция системы на любое входное воздействие <b>2) реакция системы на ступенчатое входное воздействие</b> 3) статическая характеристика
105.	Чем определяется количества дискретных точек кривой разгона? 1) порядком уравнения идентифицируемой модели <b>2) длительностью такта квантования</b> 3) коэффициентом усиления
106.	При такте квантования $T_0 = 0,1$ мин целое число тактов запаздывания $d = 10$ . Чему равно $d$ при уменьшении такта в четыре раза? 1) $d \approx 3$ 2) $d$ не изменится <b>3) <math>d = 40</math></b>
107.	Оператор сдвига $z$ используется: <b>1) для компактного описания систем регулирования в виде дискретных передаточных функций</b> 2) для получения конечно-разностных моделей объектов и регуляторов по дифференциальным уравнениям 3) для описания статических моделей
108.	Расчет компенсатора возмущений в комбинированной системе регулирования можно выполнить из условия инвариантности и численными методами оптимизации. Какой вариант расчета дает более высокое качество регулирования? <b>1) аналитический вывод из условия инвариантности</b> 2) методы численной оптимизации
109.	Зависят ли параметры дискретных динамических моделей каналов объектов и регуляторов от длительности такта квантования? 1) не зависят <b>2) зависят</b>
110.	Какие объекты управления называются многомерными? <b>1) объекты, имеющие два и более входных и выходных параметров (<math>r \geq 2</math>)</b>

	<p>2) объекты с величиной <math>r</math> более пяти</p> <p>3) объекты, в которых есть каналы возмущений</p>
111.	<p>Что является условием окончания решения системы уравнений покомпонентного материального баланса колонны ректификации?</p> <p>1) достижение концентраций компонентов в дистилляте и кубовом продукте регламентных значений</p> <p><b>2) выполнение условия стехиометрии для каждой контактной ступени разделения в колонне с достаточной степенью точности</b></p> <p>3) выполнение общего материального баланса колонны</p>
112.	<p>Чувствительность системы управления это:</p> <p><b>1) степень влияния изменения входных параметров системы на выходные</b></p> <p>2) свойство системы возвращаться в исходное состояние при нанесении возмущающего воздействия</p>
113.	<p>Параметры непрерывного ПИ-регулятора <math>(u(t) = k_p \cdot (e(t) + \frac{1}{T_{из}} \int_0^t e(t) dt))</math>, <math>k_p=0,25</math>, <math>T_{из} = 1,2</math> мин. Чему равняются настроечные параметры цифрового ПИ-регулятора <math>(u_i = u_{i-1} + q_0 \cdot e_i + q_1 \cdot e_{i-1})</math>, если период квантования <math>T_0 = 0,08</math> мин?</p> <p>1) 0,25 и 0,3</p> <p><b>2) 0,25 и -0,23</b></p> <p>3) 0,25 и -0,3</p>
114.	<p>Какая модель статики процесса ректификации будет более точно описывать изменение концентраций компонентов по высоте колонны?</p> <p>1) модель с линейным температурным профилем</p> <p><b>2) модель с нелинейным температурным профилем</b></p> <p>3) модель с постоянной температурой по высоте колонны</p>
115.	<p>Характер генерируемых сигналов в цифровых системах:</p> <p>1) аналоговые сигналы</p> <p>2) импульсные сигналы</p> <p><b>3) цифровой код</b></p>
116.	<p>Парциальное давление <math>j</math>-того компонента – это:</p> <p>1) давление паров чистого компонента</p> <p><b>2) давление паров чистого компонента умноженное на его концентрацию</b></p> <p>3) общее давление системы</p>
117.	<p>Какие управляющие воздействия используются для управления процессом ректификации?</p> <p>1) расход сырья и флегмы на колонну, расход теплоносителя в кипятильник колонны</p> <p><b>2) расход флегмы и теплоносителя в кипятильник колонны</b></p> <p>3) температура в кубе колонны и расход флегмы</p>
118.	<p>В какую группу уравнений входит закон Генри?</p> <p>1) уравнения баланса на основе законов сохранения массы и энергии</p> <p>2) уравнения кинетики</p> <p><b>3) уравнения термодинамики</b></p>
119.	<p>Каскадные схемы управления применяются:</p> <p>1) при наличии контролируемых возмущений в объекте управления</p> <p>2) при возможности выделить в объекте более быстродействующий внутренний контур</p> <p><b>3) при наличии перекрёстных связей в объекте</b></p>
120.	<p>Наличие пропорциональной составляющей в алгоритме регулирования:</p> <p><b>1) повышает быстродействие регулятора</b></p> <p>2) повышает точность регулятора</p> <p>3) обеспечивает отсутствие перерегулирования</p>
121.	<p>Чем определяется выбор критерия оптимизации при синтезе системы регулирования?</p> <p><b>1) требованиями к качеству ведения процесса</b></p> <p>2) наличием инструментальных средств проектирования у разработчика</p> <p>3) техническими характеристиками приборов и средств автоматизации на объекте</p>
122.	<p>Рекуррентный метод наименьших квадратов обеспечивает идентификацию дискретных динамических моделей:</p> <p>1) в разомкнутом контуре регулирования</p> <p><b>2) в замкнутом контуре регулирования</b></p>
123.	<p>Оператор сдвига <math>z</math> используется:</p> <p><b>1) для компактного описания систем регулирования в виде дискретных передаточных функций</b></p>

	2) для получения конечно-разностных моделей объектов и регуляторов по дифференциальным уравнениям 3) для описания статических моделей
124.	Чувствительность системы управления это: <b>1) степень влияния изменения входных параметров системы на выходные</b> 2) свойство системы возвращаться в исходное состояние при нанесении возмущающего воздействия
125.	Что называется флегмовым числом? 1) расход флегмы на колонну ректификации <b>2) отношение расхода флегмы к расходу дистиллята</b> 3) отношение расхода дистиллята к расходу флегмы
126.	Какая модель статики процесса ректификации будет более точно описывать изменение концентраций компонентов по высоте колонны? 1) модель с линейным температурным профилем <b>2) модель с нелинейным температурным профилем</b> 3) модель с постоянной температурой по высоте колонны

### 3.5. Курсовая работа

Разработка и исследование модели статики процесса ректификации.

В КР необходимо рассчитать концентрации компонентов на каждой ступени разделения колонны ректификации, определить статические характеристики колонны и выбрать оптимальный режим ведения процесса. Для этого составляется математическое описание процесса, включающее уравнения материальных балансов, уравнения парожидкостного (фазового) равновесия, стехиометрические соотношения и т. д. Выполняется алгоритмизация решения модели (необходимо получить систему нормальных уравнений для ее решения относительно концентраций) и составляется алгоритм и программа расчета. В графическом материале работы представляются: схема колонны ректификации с указанием материальных потоков; разработанная модель статики процесса ректификации (включая начальные условия); графики изменения концентраций компонентов в жидкой и газовой фазах по высоте колонны; статические характеристики колонны (изменение состава дистиллята и кубового продукта при изменении расхода сырья, температуры куба колонны или номера тарелки питания). В текстовом материале работы представляются: описание процесса ректификации; все этапы разработки математической модели процесса с указанием всех уравнений и расшифровкой обозначений параметров; процедура алгоритмизации решения математического описания процесса; схема алгоритма решения; листинг программы расчета; анализ результатов моделирования

№ задания	Перечень возможных тем курсовой работы
127.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – спиртовая колонна в производстве спирта).
128.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – брагеэлюрационная колонна с боковым отбором фракции в производстве спирта).
129.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – элюрационная колонна с двумя потоками питающей смеси в производстве спирта).
130.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – последовательно соединенные брагеэлюрационная и элюрационная колонны в производстве спирта).
131.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации многокомпонентной смеси (объект моделирования – колонна экстрактивной ректификации бутан-бутилен-дивинильной смеси с двумя потоками питания).
132.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации мно-



	гокомпонентной смеси (объект моделирования – двухколонная установка ректификации дивинила из многокомпонентной смеси).
133.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации многокомпонентной смеси (объект моделирования – ректификационная колонна с двумя потоками питания в производстве изопрена).
134.	Разработка и исследование математической модели статики процесса ректификации бинарной смеси (объект моделирования – ректификационная колонна в производстве газообразного азота).

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

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

П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах зачетах;

П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

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

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценки	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<i><b>ОПК-5</b> способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных</i>					
<i><b>ПК-1</b> способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</i>					
<i><b>ПК-2</b> способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления</i>					
<i><b>ПК-3</b> готовность участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок</i>					
<i><b>ПК-5</b> способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления</i>					
<i><b>ПК-8</b> готовность к внедрению результатов разработок средств и систем автоматизации и управления в производство</i>					
<b>Знать</b> теоретические основы и принципы методов анализа и обработки экспериментальной информации	Тест	Результат тестирования	85% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			75-84,99% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			60-74,99% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 60% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Экзамен Зачет	Результат собеседования	Обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			Обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			Обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> составлять модели систем с применением экспериментально-статистического и детерминированного подходов.	Выполнение и защита лабораторной работы.	Результат собеседования	Обучающийся качественно выполнил задание лабораторной работы. Оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Ответил на контрольные вопросы.	Зачтено	Освоена (повышенный, базовый)
			Обучающийся не выполнил задание лабораторной работы. Не оформил отчет в соответствии с методическими указаниями. Не ответил на контрольные вопросы.	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

<p><b>Владеть</b> практическими навыками моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем с использованием программных средств</p>	Кейс-задание	Содержание решения	Обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			Обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			Обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Курсовая работа	Содержание работы Результат собеседования	Обучающийся разработал модель статики процесса ректификации: составил систему уравнений материальных балансов колонны, выполнил алгоритмизацию решения задачи, вычислил искомые концентрации компонентов на каждой тарелке колонны и построил статические характеристики (студент ответил на все вопросы, допустил не более 1 ошибки в ответе)	Отлично	Освоена (повышенный)
			студент разработал модель статики процесса ректификации, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы (студент ответил на все вопросы, допустил не более 3 ошибок в ответах)	Хорошо	Освоена (повышенный)
			студент разработал модель статики процесса ректификации, но имеются замечания по тексту и оформлению работы (студент ответил на все вопросы, допустил не более 5 ошибок в ответах);	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			студент неправильно разработал модель статики процесса ректификации – имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы (студент допустил более 5 ошибок в ответах).	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)