

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**“УТВЕРЖДАЮ”**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

“ 26 ” 05 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Цифровые многосвязные системы управления»**

Направление подготовки

**15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств**

---

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность (профиль) подготовки

**Автоматизация технологических процессов и производств  
(по отраслям)**

---

(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 “ЦИФРОВЫЕ МНОГОСВЯЗНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ” являются: компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности.

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере автоматизации и механизации производственных процессов).

Изучение дисциплины “Цифровые многосвязные системы управления” основывается на учебном материале дисциплин: “Системный анализ и моделирование”, “Идентификация объектов и систем управления”, “Микропроцессоры и микроконтроллеры в системах управления”.

Задачи дисциплины:

- модернизация и автоматизация действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;
- разработка и практическая реализация средств и систем автоматизации контроля, диагностики;
- проведение натурных исследований и компьютерного моделирования объектов и процессов управления с применением современных математических методов, технических и программных средств.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств.

## 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	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3	4
1	ПКв-4	Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции	ИД-1 <sub>ПКв-4</sub> - Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
1	2
ИД-3 <sub>ПКв-4</sub> - Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции	Знает: математический аппарат, методы и программные продукты для расчета и проектирования систем автоматизации
	Умеет: выполнять расчеты блоков и устройств цифровых многомерных систем управления на предмет использования в соответствии с техническим заданием с использованием математического аппарата и средств программирования

	Имеет навыки: наладки, настройки, регулировки, обслуживанию технических средств и систем программного управления
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Курс, формируемый участниками образовательных отношений, «Цифровые многосвязные системы управления» базируется на знаниях, умениях и компетенциях, полученных при изучении дисциплин предметной области по направлению подготовки магистров:

- «Микропроцессоры и микроконтроллеры в системах управления»,
- «Современные проблемы теории управления»,
- «Системный анализ и моделирование»,
- «Методы оптимизации для решения исследовательских задач».

Дисциплина «Цифровые многосвязные системы управления» является предшествующей для подготовки магистерской диссертации.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		3	
Общая трудоемкость дисциплины	<b>180</b>	<b>180</b>	
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторские занятия:</b>	<b>52,8</b>	<b>52,8</b>	
Лекции	12	12	
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	24	24	
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	12	12	
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	
Консультации текущие	0,6	$0,05 \cdot 12 = 0,6$	
Виды аттестации (экзамен /КР)	4,2	$2 + 0,2 + 2 = 4,2$	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>93,5</b>	<b>93,5</b>	
Проработка конспекта лекций	8,5	$17 \cdot 0,5 = 8,5$	
Проработка материала по учебникам	38	$608 : 16 \cdot 1 = 79$	
Подготовка к практическим занятиям	4	$64 : 16 \cdot 1 = 4$	
Подготовка к лабораторному практикуму	5	$80 : 16 \cdot 1 = 5$	
Выполнение практических и лабораторных работ:			
- оформление текста работ	10	$20 \cdot 0,5 = 10$	
- создание программ без графической оболочки	28	$14 \cdot 2 = 28$	
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, ак. ч
1	Введение. Цели, задачи создания ЦМСУ	Подходы к расчету цифровых многосвязных систем управления	2,5
2	Структурный и параметрический синтез дискретных динамических моделей многомерных объектов	Особенность структурной и параметрической идентификации многосвязных объектов. Подходы к проведению структурной идентификации. Методы проведения параметрической идентификации многомерного объекта управления.	27
3	Синтез многомерных ЦСУ с перекрестными связями	Подходы к синтезу многомерных ЦСУ. Расчёт цифровых регуляторов и автономных компенсаторов управляющей части многомерной ЦСУ. Преобразования в векторно-матричной форме, выполняемые при расчетах управляющей части многомерных ЦСУ.	29
4	Синтез многосвязно-комбинированных ЦСУ	Особенности синтеза многосвязно-комбинированных ЦСУ. Расчёт цифровых регуляторов и инвариантных компенсаторов управляющей части многосвязно-комбинированных ЦСУ. Преобразования в векторно-матричной форме, выполняемые при расчетах управляющей части многосвязно-комбинированных ЦСУ.	25
5	Синтез многосвязно-комбинированной ЦСУ процессом получения аммиака.	Технологический процесс синтеза аммиака с точки зрения объекта управления. Разработка модели и синтез многосвязно-комбинированной ЦСУ процессом получения аммиака.	28
6	Основные принципы построения и технической реализации ЦСУ	Номенклатура приборов и средств автоматизации. Настройка ряда цифровых приборов автоматизации (на примере приборов ОВЕН) и реализация систем управления.	28
	<i>Консультации текущие</i>		0,6
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2
	<i>Экзамен / зачет, КП</i>		0,2 / 2

**5.2 Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ, ак. ч	ЛР, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Введение. Цели, задачи создания ЦМСУ	1	-	-	1,5
2	Структурный и параметрический синтез дискретных моделей многомерных объектов	2	6	-	19
3	Синтез многомерных ЦСУ с перекрестными связями	3	6	-	20
4	Синтез многосвязно-комбинированных ЦСУ	4	6	-	20
5	Синтез ЦМСУ процессом получения аммиака.	2	6	-	20
6	Основные принципы построения и технической реализации ЦСУ			12	13
	<i>Консультации текущие</i>		0,6		
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		2		
	<i>Экзамен / зачет, КП</i>		0,2 / 2		

**5.2.1 Лекции**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	2	3	4
1	Введение. Цели,	Основные цели и задачи синтеза систем циф-	1

	задачи создания ЦМСУ	рового управления многосвязными технологическими объектами. Характеристика подходов к синтезу ЦСУ многомерными объектами. Аспекты практической реализации ЦСУ.	
2	Структурный и параметрический синтез дискретных динамических моделей многомерных объектов	Топологии физических связей. <b>P</b> - и <b>V</b> - структуры. Переход от <b>P</b> - к <b>V</b> - структуре и обратно. Дискретное описание непрерывных многомерных объектов при наличии перекрестных связей и возмущений. Скалярная форма моделей в виде разностных уравнений и передаточных функций в <b>z</b> -преобразовании. Переход к векторно-матричному дискретному описанию многосвязных объектов. Схема. Вывод обобщённых форм записи. Получение разностного уравнения для любого канала из матричной формы модели.	2
3	Синтез многомерных ЦСУ с перекрестными связями	Принципы синтеза ЦСУ многомерными объектами с перекрестными связями. Структурная схема. Дискретное описание цифровых регуляторов и компенсаторов в скалярной и матричной формах. Описание системы. Условие автономности. Вывод дискретных передаточных функций компенсаторов перекрестных связей из условия автономности <b>г</b> -мерной системы. Примеры реализации для двух- и трехмерной систем. Получение сепаратных подсистем автономной ЦСУ. Расчёт компенсаторов перекрёстных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере двумерной системы. Схема. Преимущества и недостатки. Расчёт автономных компенсаторов перекрёстных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере трёхмерной системы. Схема. Вывод матрицы дискретных передаточных функций эквивалентных объектов многосвязной системы управления при выполнении условия автономности. Одновременная оптимизация основных цифровых регуляторов и сепаратных подсистем по эквивалентным объектам. Оптимизация цифровых регуляторов и компенсаторов при невыполнении условия автономности.	3
4	Синтез многосвязно-комбинированных ЦСУ	Структурная схема. Матричная форма описания связно-комбинированной ЦСУ (СКЦСУ). Условие абсолютной инвариантности. Вывод дискретных передаточных функций компенсаторов возмущений из условия инвариантности при подаче сигналов с компенсаторов на входы основных регуляторов, на выходы основных регуляторов и на входы объекта (три способа подключения компенсаторов в СКЦСУ). Декомпозиция системы на сепаратные подсистемы. Этапы и алгоритм синтеза СКЦСУ.	4
5	Синтез ЦМСУ процессом получения аммиака	Постановка задач управления. Структурная схема и дискретное математическое описание многомерного процесса получения аммиака. Синтез управляющей части системы. Адаптивная система управления. Идентификация каналов многосвязного нестационарного объекта.	2
6	Основные принципы построения и технической реализации ЦСУ	-	-

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	2	3	4
1	Введение. Цели, задачи создания ЦМСУ	-	-
2	Структурный и параметрический синтез дискретных динамических моделей многомерных объектов	Параметрическая и структурная идентификация дискретных моделей каналов регулирования многомерных объектов	6
3	Синтез многомерных ЦСУ с перекрестными связями	Структурный и параметрический синтез связанных, несвязанных ЦСУ. Исследование и анализ функционирования оптимальных цифровых систем.	6
4	Синтез многосвязно-комбинированных ЦСУ	Структурный и параметрический синтез каскадных и связно-комбинированных ЦСУ. Исследование и анализ функционирования оптимальных цифровых систем.	6
5	Синтез ЦМСУ процессом получения аммиака.	Идентификация моделей каналов процесса и оценка адекватности. Вывод дискретных передаточных функций автономных и инвариантных цифровых компенсаторов.	6
6	Основные принципы построения и технической реализации ЦСУ	-	-

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
1	Введение. Цели, задачи создания ЦМСУ	-	-
2	Структурный и параметрический синтез дискретных динамических моделей многомерных объектов	-	-
3	Синтез многомерных ЦСУ с перекрестными связями	-	-
4	Синтез многосвязно-комбинированных ЦСУ	-	-
5	Синтез ЦМСУ процессом получения аммиака.	-	-
6	Основные принципы построения и технической реализации ЦСУ	Разработка автоматизированного рабочего места оператора исследовательской установки с помощью <b>"Master SCADA"</b> . Синтез и исследование цифровой системы регулирования с использованием <b>SCADA-СИСТЕМЫ "TRACE MODE"</b>	12

### 5.2.4 Самостоятельная работа студентов (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	2	3	4
1	Введение. Цели, задачи создания ЦМСУ	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям.</b> Основные цели и задачи синтеза систем цифрового управления многосвязными технологическими объектами. Характеристика подходов к синтезу ЦСУ многомерными объектами. Аспекты практической реализации	1,5

		ЦСУ, <b>пробное тестирование</b>	
2	Структурный и параметрический синтез дискретных динамических моделей многомерных объектов	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям.</b> Топологии физических связей. <b>P</b> - и <b>V</b> - структуры. Переход от <b>P</b> - к <b>V</b> - структуре и обратно. Дискретное описание непрерывных многомерных объектов при наличии перекрестных связей и возмущений. Скалярная форма моделей в виде разностных уравнений и передаточных функций в <b>z</b> -преобразовании. Переход к векторно-матричному дискретному описанию многосвязных объектов. Схема. Вывод обобщённых форм записи. Получение разностного уравнения для любого канала из матричной формы модели, <b>выполнение курсовой работы *, пробное тестирование</b>	19
3	Синтез многомерных ЦСУ с перекрестными связями	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям.</b> Принципы синтеза ЦСУ многомерными объектами с перекрестными связями. Структурная схема. Дискретное описание цифровых регуляторов и компенсаторов в скалярной и матричной формах. Описание системы. Условие автономности. Вывод дискретных передаточных функций компенсаторов перекрестных связей из условия автономности $n$ -мерной системы. Примеры реализации для двух- и трехмерной систем. Получение сепаратных подсистем автономной ЦСУ. Расчёт компенсаторов перекрестных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере двумерной системы. Схема. Преимущества и недостатки. Расчёт автономных компенсаторов перекрестных связей по желаемым передаточным функциям объекта (второй подход) на примере трёхмерной системы. Схема. Вывод матрицы дискретных передаточных функций эквивалентных объектов многосвязной системы управления при выполнении условия автономности. Одновременная оптимизация основных цифровых регуляторов и сепаратных подсистем по эквивалентным объектам. Оптимизация цифровых регуляторов и компенсаторов при невыполнении условия автономности, <b>выполнение курсовой работы *, пробное тестирование</b>	20
4	Синтез многосвязно-комбинированных ЦСУ	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям.</b> Структурная схема. Матричная форма описания связно-комбинированной ЦСУ (СКЦСУ). Условие абсолютной инвариантности. Вывод дискретных передаточных функций компенсаторов возмущений из условия инвариантности при подаче сигналов с компенсаторов на входы основных регуляторов, на выходы основных регуляторов и на входы объекта (три способа подключения компенсаторов в СКЦСУ). Декомпозиция системы на сепаратные подсистемы. Этапы и алгоритм синтеза СКЦСУ, <b>выполнение курсовой работы *, пробное тестирование</b>	20
5	Синтез ЦМСУ процессом получения аммиака	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к практическим занятиям.</b> Постановка задач управления. Структурная схема и дискретное математическое описание многомерного процесса получения аммиака. Синтез управляющей части системы. Адаптивная система управления. Идентификация каналов многосвязного нестационарного объекта, <b>выполнение курсовой работы *,</b>	20



		<b>пробное тестирование</b>	
6	Основные принципы построения и технической реализации ЦСУ	<b>Проработка материалов по учебникам, подготовка к лабораторным занятиям. Оформление отчетов по лабораторным работам № 1,2.</b> Основные принципы построения и технической реализации ЦСУ, <b>пробное тестирование</b>	13

\* Курсовая работа заключается в синтезе и анализе устойчивости многомерной цифровой системы управления технологическим процессом на основе специально разрабатываемого программного обеспечения в одной из существующих сред.

Основные этапы выполнения курсовой работы:

- идентификация дискретной динамической модели объекта управления с использованием ЭВМ;
- синтез управляющей части ЦМСУ с использованием принципов автономно-инвариантного управления и численных методов оптимизации с применением ЭВМ;
- исследование устойчивости и качества системы на основе машинного моделирования.

Результаты курсовой работы магистрантов оформляются в виде пояснительной записки объемом 20 страниц формата А4, включающей описание выполнения основных этапов, и графической части (1 лист формата А1), содержащей основные результаты работы.

Примерный перечень тем курсовой работы:

1. Синтез и исследование ЦМСУ процесса ректификации изопентан-изоамиленовой фракции в производстве изопрена.
2. Синтез и исследование ЦМСУ процесса ректификации бутан-бутиленовой фракции в производстве дивинила.
3. Синтез и исследование ЦМСУ процесса ректификации азото-кислородной смеси в производстве кислорода.
4. Синтез и исследование ЦМСУ процесса ректификации в производстве спирта.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Кудряшов В. С. Синтез цифровых систем управления технологическими объектами: уч. пособие для вузов / В. С. Кудряшов, В. К. Битюков, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев. –Воронеж: ВГТА, 2005. –336 с.

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

2. Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака [Текст] / В. С. Кудряшов, С.В. Рязанцев, А.В. Иванов. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГТА, 2011. –172 с.

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

3. Кудряшов, В. С. Основы цифрового управления: теория и практика [Текст] / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов; Воронеж. гос. технол. акад. –Воронеж, 2010. – 197 с.

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

4. 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.

5. Кудряшов, В. С. Настройка и программирование цифровых систем управления с использованием контроллеров, панелей оператора и частотных преобразователей:

теория и практика [Текст] / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, Козенко И.А., Гайдин А.А.; Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУ-ИТ, 2020. – 215 с.

### ЭБС “Университетская библиотека online”

<http://biblioclub.ru>

*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)

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

#### 6.2 Дополнительная литература:

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.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/418>

2. Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами [Текст] : учеб. пособие / В. С. Кудряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев и др. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2014. –144 с.  
<http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/539>

3. Макаров, Е. Г. Mathcad [Текст] : учебный курс / Е. Г. Макаров. – СПб. : Питер, 2009. –384 с.

4. *Кремер, Н. Ш.* Теория вероятностей и математическая статистика : учебник [электронный ресурс] / Н. Ш. Кремер. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. –551 с.

5. Моделирование и синтез цифровой многосвязной системы управления процессом получения аммиака [Текст] / В. С. Кудряшов, С.В. Рязанцев, А.В. Иванов. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГТА, 2011. –172 с.  
<http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/401>

#### 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.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/418>

2. Синтез цифровых систем управления технологическими объектами [Текст] : учеб. пособие (гриф МО) / В. С. Кудряшов, В. К. Битюков, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев. Воронеж. гос. технол. акад. –Воронеж : ВГТА, 2005. –336 с.  
<http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

3. Основы программирования микропроцессорных контроллеров в цифровых системах управления технологическими процессами [Текст] : учеб. пособие / В. С. Куд-

ряшов, А. В. Иванов, М. В. Алексеев и др. Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2014. –144 с.

<http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/539>

#### 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

**Порядок изучения курса:** Дисциплина ЦМСУ изучается на втором курсе магистратуры в осеннем семестре. Выполняются лабораторные и практические работы, курсовая работа, сдается экзамен. В осеннем семестре выполняются практические работы, курсовая работа и сдается экзамен. Задание на практическую работу и КР магистрант получает ЛИЧНО от лектора во время занятий. В лабораторных работах выполняются контроль технологических параметров с помощью SCADA-СИСТЕМЫ “OWEN PROCESS MANAGER” и синтез и исследование цифровой системы регулирования с использованием SCADA-СИСТЕМЫ “TRACE MODE”. В практических работах ставятся задачи параметрической и структурной идентификация дискретных моделей каналов регулирования многомерных объектов, синтеза, исследования и анализа функционирования оптимальных цифровых систем. Курсовая работа заключается в синтезе и анализе устойчивости многомерной цифровой системы управления технологическим процессом на основе специально разрабатываемого программного обеспечения в одной из существующих сред. Итоговая аттестация магистрантов проводится по результатам выполнения лабораторных и практических работ, ответов на контрольные вопросы и тестовые задания.

1. Кудряшов В.С., Алексеев М.В., Рязанцев С.В., Иванов А.В., Гайдин А.А. Методические указания к лабораторной работе «Разработка автоматизированного рабочего места оператора исследовательской установки с помощью MASTERSCADА»/ Воронеж. гос. унив. инж. техн. –Воронеж : ВГУИТ, 2011. –31 с.

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

2. Кудряшов, В. С. Основы цифрового управления: теория и практика [Текст] / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов; Воронеж. гос. технол. акад. –Воронеж, 2010. – 197 с.

<http://biblos.vsuet.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):
  - < <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp>>;
  - < <http://www.owen.ru>>;
  - < <http://www.elemer.ru>>;
  - < <http://www.oavt.ru>>;
  - < <http://www.metran.ru>>.

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

Учебные специализированные лаборатории кафедры ИУС 326, 327.

Включают лабораторные установки состоящие из имитаторов объектом (вычислительный комплекс СУЛЗ, имитатор печи) и шкафов автоматического управления с цифровыми приборами автоматизации (цифровые регуляторы ТРМ151, ТРМ101, ТРМ1) и устройств связи с объектами (модули ввода-вывода сигналов МВА8, МВУ8), сетевые адаптеры АС-3М, АС4, рабочие станции семейства IBM PC с

прикладным программным обеспечением (программы-конфигураторы приборов ОВЕН, SCADA-системы ОВЕН).

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

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают:

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

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

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

**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 ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		1	
Общая трудоемкость дисциплины	<b>180</b>	<b>180</b>	
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>37,6</b>	<b>37,6</b>	
Лекции	4	4	
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	
Практические занятия (ПЗ)	12	12	
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-	
Консультации текущие	0,6	$0,15 \cdot 4 = 0,6$	
Виды аттестации (экзамен / зачет, КР)	5	$2 + 0,2 + 0,8 + 2 = 5$	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>135,6</b>	<b>135,6</b>	
Проработка конспекта лекций	25	$50 \cdot 0,5 = 25$	
Проработка материала по учебникам	28	$448 : 16 \cdot 1 = 28$	
Подготовка к практическим занятиям	13	$195 : 16 \cdot 1 = 13$	
Подготовка к лабораторному практикуму	10,8	$172,8 : 16 \cdot 1 = 10,8$	
Выполнение практических и лабораторных работ:			
- оформление текста работ	10	$20 \cdot 0,5 = 10$	
- создание программ без графической оболочки	20	$10 \cdot 2 = 20$	
Выполнение курсовой работы:			
- оформление текста работы	15	$30 \cdot 0,5 = 15$	
- создание программ без графической оболочки	14	$7 \cdot 2 = 14$	
Подготовка к экзамену	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ЦИФРОВЫЕ МНОГОСВЯЗНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ»**

(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенци.:

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	2	3	4
1	ПКв-4	Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции	ИД-1 <sub>ПКв-4</sub> - Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
1	2
ИД-3 <sub>ПКв-4</sub> - Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем, автоматизации производств пищевой продукции	<p>Знает: математический аппарат, методы и программные продукты для расчета и проектирования систем автоматизации</p> <p>Умеет: выполнять расчеты блоков и устройств цифровых многомерных систем управления на предмет использования в соответствии с техническим заданием с использованием математического аппарата и средств программирования</p> <p>Имеет навыки: наладки, настройки, регулировки, обслуживанию технических средств и систем программного управления</p>

- Разработка новых технологий и средств автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой и химической продукции (ПКв-4);

В результате изучения дисциплины магистрант должен иметь следующие достижения:

- Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение средств и систем механизации, автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой продукции (ИД-3)

**Содержание разделов дисциплины.** Подходы к расчету цифровых многосвязных систем управления. Особенность структурной и параметрической идентификации многосвязных объектов. Подходы к проведению структурной идентификации. Методы проведения параметрической идентификации. Использовать методы идентификации многомерного объекта управления. Подходы к синтезу многомерных ЦСУ. Расчёт цифровых регуляторов и компенсаторов управляющей части многомерной ЦСУ. Преобразования в векторно-матричной форме, выполняемые при расчетах управляющей части многомерных ЦСУ. Особенности синтеза многосвязно-комбинированных ЦСУ. Расчёт цифровых регуляторов и компенсаторов управляющей части многосвязно-комбинированных ЦСУ. Преобразования в векторно-матричной форме, выполняемые при расчетах управляющей части многосвязно-комбинированных ЦСУ. Технологический процесс синтеза аммиака с точки зрения объекта управления. Разработка модели и синтез многосвязно-комбинированной ЦСУ процессом получения аммиака. Номенклатура приборов и средств автоматизации. Настройка ряда цифровых приборов автоматизации (на примере приборов ОВЕН) и реализация систем управления.