

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Автоматики и вычислительной техники

Самостоятельная работа  
по дисциплине Б1.В.04 Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами (по отраслям)

Методические указания по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика  
и вычислительная техника направленность подготовки «Автоматизация и  
управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»

Мурманск  
2019

Составитель – Прохоренков А.М. канд. тех. наук, профессор кафедры  
Автоматики и вычислительной техники ФГБОУ ВО  
«Мурманский государственный технический университет»

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой  
Автоматики и вычислительной техники **18.06.2019**, протокол № 8

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....	5
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....	9
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	27

## **Введение**

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (далее – СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. СРС играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРС играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

Методические указания предназначены для аспирантов по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника направленность подготовки «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)», изучающих дисциплину Б1.В.04 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям). В методических указаниях приведены основные сведения о компетенциях, закрепляемых в ходе изучения дисциплины, планируемых результатах обучения, список литературы для самостоятельного ознакомления, а также список тем дисциплины и вопросы для самопроверки.

## **Общие организационно-методические указания**

**Цель дисциплины:** формирование у обучаемого знаний о возможностях и основных тенденциях развития, принципов построения и методов разработки систем автоматизации технологических процессов, подготовки студента к самостоятельному решению теоретических и прикладных задач по автоматизации в соответствии с квалификационной характеристикой и рабочим учебным планом по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленности Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям).

**Задачи дисциплины:** дать необходимые знания по общей тенденции и проблемам автоматизации технологических процессов (по отраслям).

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

***Знать:***

принципы построения систем автоматизации и управления техническими средствами производств; современное состояние и перспективы развития систем управления технологическими процессами производств принципы построения систем автоматического контроля, защиты и технической диагностики технологических объектов управления; элементную базу современных систем автоматического управления контролем.

***Уметь:***

читать функциональные, структурные, принципиальные и схемы соединений аналоговых, логических и цифровых систем управления и контроля отечественного и зарубежного производства; работать на компьютерах с пакетами обучающих и моделирующих программ.

***Владеть:***

навыками: инженерных методик расчета и выбора элементов схем типовых систем управления технологическими процессами; составления граф-схем алгоритмов функционирования типовых систем управления.

**Содержание разделов дисциплины:**

Автоматизация технологических процессов и производств. Системы автоматизации типовых технологических процессов. Системы автоматизированного управления производственными электроэнергетическими и теплоэнергетическими установками. Системы автоматического управления холодильными установками и технологическим оборудованием.

**Реализуемые компетенции:**

ПК-2, ПК-3, ПК-4

**Формы промежуточной аттестации:**

очная форма обучения:

Семестр 5, 6 – зачет

Семестр 7 – зачет с оценкой

Семестр 8 – экзамен

**Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции
1.	ПК-2. Владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью
2.	ПК-3. Способность адаптировать результаты современных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами для решения актуальных проблем, возникающих в деятельности организаций и предприятий	Компетенция реализуется полностью
3.	ПК-4. Готовность осуществлять научно-исследовательскую, педагогическую деятельность в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Планируемые результаты обучения**

Методические указания содержат перечень тем для самостоятельной подготовки, список рекомендуемой литературы, которая понадобится аспиранту для овладения учебным материалом, а также вопросы для самостоятельного контроля знаний по каждой теме.

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы реализации компетенции
1.	ПК-2. Владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью	<p><u>Знать:</u> принципы построения систем автоматизации и управления техническими средствами производств; современное состояние и перспективы развития систем управления технологическими процессами производств; принципы построения систем автоматического контроля, защиты и технической диагностики технологических объектов управления; элементную базу современных систем автоматического управления и контроля.</p> <p><u>Уметь:</u> читать функциональные, структурные, принципиальные и схемы соединений аналоговых, логических и цифровых систем управления и контроля отечественного и зарубежного производства; работать на компьютерах с пакетами обучающих и моделирующих программ.</p> <p><u>Владеть:</u> владения инженерными методиками расчета и выбора элементов схем типовых систем управления технологическими процессами; составления граф-схем алгоритмов функционирования типовых систем управления.</p>
2.	ПК-3. Способность адаптировать результаты современных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами для решения актуальных проблем,	Компетенция реализуется полностью	<p><u>Знать:</u> принципы построения систем автоматизации и управления техническими средствами производств; современное состояние и перспективы развития систем</p>

	возникающих в деятельности организаций и предприятий		<p>управления технологическими процессами производств;          принципы построения систем автоматического контроля, защиты и технической диагностики технологических объектов управления;          элементную базу современных систем автоматического управления и контроля.</p> <p><u>Уметь:</u>          читать функциональные, структурные, принципиальные и схемы соединений аналоговых, логических и цифровых систем управления и контроля отечественного и зарубежного производства;          работать на компьютерах с пакетами обучающих и моделирующих программ.</p> <p><u>Владеть:</u>          владения инженерными методиками расчета и выбора элементов схем типовых систем управления технологическими процессами;          составления граф-схем алгоритмов функционирования типовых систем управления.</p>
3.	ПК-4. Готовность осуществлять научно-исследовательскую, педагогическую деятельность в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами	Компетенция реализуется полностью	<p><u>Знать:</u>          принципы построения систем автоматизации и управления техническими средствами производств;          современное состояние и перспективы развития систем управления технологическими процессами производств;          принципы построения систем автоматического контроля, защиты и технической диагностики технологических объектов управления;          элементную базу современных систем автоматического управления и контроля.</p> <p><u>Уметь:</u>          читать функциональные, структурные, принципиальные и схемы соединений аналоговых, логических и цифровых систем управления и контроля</p>

			<p>отечественного и зарубежного производства;          работать на компьютерах с пакетами обучающих и моделирующих программ.  <u>Владеть:</u>          владения инженерными методиками расчета и выбора элементов схем типовых систем управления технологическими процессами;          составления граф-схем алгоритмов функционирования типовых систем управления.</p>
--	--	--	---

### Тематический план

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
	<b>5 семестр</b>											
<p>Введение. Предмет и задачи дисциплины, особенности ее изучения. Подготовка технологических процессов и производств к автоматизации: модернизация и механизация оборудования, диспетчеризация. Роль автоматизации технологических процессов в промышленности. Внедрение комплексных систем автоматизации технических средств производств - высшая ступень технического прогресса.</p>	2			4								
<p>Автоматизация современного промышленного производства. Классификация типовых технологических процессов, состав и структура современных технологических производств. Задачи управления</p>	2			4								

технологическими объектами. Свойства, основные характеристики и модели оборудования объектов управления. Обоснование выбора законов регулирования объектами. Типовые законы управления.												
Автоматизация технологических процессов на базе локальных средств. Задачи автоматизации технологических процессов. Выбор, разработка и внедрение локальных автоматических систем управления. Особенности реализации дистанционного, следящего, автоматического и программного управления объектами. Адаптивные системы управления объектами.	2	1		4								
Основные режимы работы систем управления технологическими процессами. Принципы построения и особенности функционирования систем управления технологическими процессами в режимах пуска и остановки.	2	1		4								
Конечные автоматы и способы их задания. Синхронный и асинхронный режимы работы программного управляющего автомата. Методы математического описания дискретных технологических процессов. Описание дискретных технологических процессов на языке ЛСА и граф-схем алгоритмов.	2	1		5								
Автоматизация процессов	2	3		5								

массопередачи. Математические модели процессов массопередачи. Схемы автоматизации процессов массопередачи в теплообменных аппаратах.												
Автоматизация процессов сушки. Математические модели сушильных аппаратов. Системы управления сушильных аппаратов.	1	3		5								
Автоматизированные системы управления механизмами и установками промышленных предприятий. Назначение, состав, структура, функции и принципы построения АСУ механизмами и установками. Назначение контуров управления и алгоритмы функционирования системы "Стенд бай". Типовые структуры систем управления насосами, компрессорами сжатого воздуха, сепараторами. Схемно-конструктивные решения и особенности функционирования микропроцессорной системы AST 5011.	1	3		5								
Рефрижераторная установка как объект автоматизации. Назначение, состав, структура, функции рефрижераторной установки. Типовые модели объектов автоматизации, критерии оптимального управления, законы регулирования. Особенности регулирования температуры в холодильной камере.	1	3		6								
<b>Итого по семестру:</b>	15	15		42								
	<i>6 семестр</i>											

<p>Автоматизация процесса замораживания рыбы. Назначение, состав, структура, функции и классификация морозильных установок. Требования к оборудованию и средствам автоматизации процессов заморозки рыбы. Типовые системы автоматизации морозильных аппаратов (АСМА, LBH, MAP,FGP) и особенности их функционирования. Автоматизация процессов транспортировки и глазирования.</p>	2	3	8								
<p>Современное состояние и перспективы развития систем управления производственными энергетическими установками и потребителями энергии. Принципы построения, состав, функции систем управления электроэнергетическими установками. Типовые функциональные схемы систем управления электроэнергетическими и теплоэнергетическими комплексами предприятий. Особенности дизель - генераторов как объектов автоматизации. Основные уравнения статистики и динамики объектов управления, критерии оптимальности и реализации законов управления. Типовые функциональные схемы, особенности схемно-конструктивного решения и элементная база систем ДАУ ДГ различных типов. Типовые структуры, особенности функционирования</p>	2	4	9								

системы управления электростанцией с подсистемой АПС на промышленных предприятиях.												
Автоматизация технологических производственных процессов и производств на базе АСУ ТП. Состав, структура, функции автоматизированных систем управления технологическими процессами. Целевые комплексы средств автоматизации. Объем автоматизации технических средств современных производств. Перспективы внедрения АСУ ТП на предприятиях.	2	1	8									
Государственная система приборов (ГСП). Состав, структура измерительных преобразователей (ИП). Группы ИП, состав измеряемых величин, унифицированные сигналы ГСП. Виды и форма сигналов. Классификация видов и методов контроля систем. Понятие о допусковом контроле. Принципы построения информационно - измерительных систем. Организация работы аналоговых и цифровых каналов автоматических систем измерения и контроля.	2	1	9									
Принципы построения систем автоматизации ТП на базе средств микропроцессорной техники. Автоматизация управления на базе программно-технических комплексов. Обоснование и разработка функций системы управления.	4	2	8									

<p>Назначение, состав, структура и особенности функционирования промышленных (компьютерных) микропроцессорных систем (МПС) управления. Требования к аппаратному, информационному, математическому и программному обеспечению МПС управления. Особенности организации функционирования МПС в реальном масштабе времени. Интегрированные системы автоматизации и управления технологическими процессами, производствами и предприятиями. Этапы их разработки и внедрения.</p>													
<p>Принципы построения Систем интеллектуального управления (СИУ). Основы теории интеллектуальных систем управления. Назначение, состав, структура, функции СИУ. Архитектура (гибридной) нейро-нечёткой сети. Обучение гибридной нейронной сети.</p>	3	3		9									
<p>Особенности реализации алгоритмов функционирования на базе средств систем интеллектуального управления. Решение задач искусственного интеллекта путём реализации нейро – нечёткого управления. Примеры применения искусственных нейронных сетей в системах интеллектуального управления технологическими процессами.</p>	3	3		8									
<p>Общие сведения о</p>	2	3		9									

процессах варки сырья, прессования и сушки жома. Требования к автоматизации производства кормовой муки и технического жира, элементная база систем.												
<b>Итого по семестру:</b>	20	20		68								
<b>7 семестр</b>												
Способы размораживания и термической обработки рыбы, уравнения динамики процессов, требования к оборудованию, функциональные схемы автоматизации.	3	2		5								
Рыбообрабатывающее производство как объект автоматизации. Состав оборудования, автоматизация процессов и линий рыбообрабатывающего производства. Типовые структуры и схемы автоматизации.	3	4		5								
Автоматизация консервного производства. Способы стерилизации консервов, уравнения динамики процесса стерилизации консервов, требования к разработке программ регулирования температуры и давления в автоклаве. Типовые функциональные схемы автоматизации процессов стерилизации консервов.	4	4		6								
<b>Итого по семестру:</b>	10	10		16								
<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ:</b>	<b>45</b>	<b>45</b>		<b>126</b>								

### **Основная литература**

1. Информационные технологии в экономике и управлении : учеб. для вузов / [Трофимов В. В. и др.] ; под ред. В. В. Трофимова ; С.-Петербург. гос. ун-т экономики и финансов. - Москва : Юрайт, 2011. - 478 с. : ил. (ч/з – 1 экз.)
2. Информационно-коммуникационные технологии в управлении: монография / А. А. Косолапов [и др.]. - Одесса : Купrienko С. В., 2015. - 244 с. : ил. (ч/з – 1 экз.)

3. Автоматизация судовых холодильных установок : учеб. пособие для высш. проф. учеб. заведений / А. М. Прохоренков. - Москва : Моркнига, 2012. - 286 с. : ил. (аб. – 76 экз., ч/з – 3 экз.)

***Дополнительная литература***

4. Круглов В. В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети : учеб. пособие для вузов / В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. - Москва: Изд-во Физ.-мат. лит., 2001. - 224 с. (ч/з – 1 экз.)
5. Судовые информационно - измерительные системы рыбопромыслового флота : учеб. пособие для вузов / А. М. Прохоренков, В. М. Ремезовский. - Москва : Моркнига, 2013. - 433 с. : ил. (аб. – 67 экз., ч/з – 3 экз.)
6. Автоматизация и управление в технологических комплексах / А. М. Русецкий, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.]; под редакцией А. М. Русецкий. - Минск: Белорусская наука, 2014. - 376 с. - ISBN 978-985-08-1774-7. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/29574.html>.

## **Методические указания к изучению тем дисциплины**

Рекомендуется при подготовке к экзамену опираться на следующий план:

- Просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к экзамену.
- Темы необходимо изучать последовательно, внимательно обращая внимание на описание вопросов, которые раскрывают ее содержание. Начинать необходимо с первой темы.
- После работы над темой необходимо ответить на вопросы для самопроверки.

### **Вопросы для самопроверки при подготовке к экзамену по дисциплине.**

1. Состав и структура автоматизированных комплексов. Целевые комплексы средств автоматизации. Объем автоматизации технических средств современных производств. Перспективы внедрения АСУ ТП на предприятиях.
2. Принципы построения и особенности функционирования систем управления технологическими процессами в режимах пуска и остановки.
3. Принцип построения следящих и стабилизирующих систем управления. Типовые структуры следящих и стабилизирующих систем управления и их элементная база.
4. Конечные автоматы и способы их задания. Синхронный и асинхронный режимы работы программного управляющего автомата.
5. Методы математического описания дискретных технологических процессов. Описание дискретных технологических процессов на языке ЛСА и граф-схем алгоритмов.
6. Классификация складских и транспортных процессов как объектов автоматизации.
7. Основные характеристики процесса накопления материалов. Схемы автоматизации транспортных систем складов.
8. Назначение, состав, структура, технические требования к системам и средствам автоматизации процессов непрерывного дозирования материалов. Принципы построения и элементная база систем управления.
9. Типовые функциональные схемы и особенности реализации законов управления и алгоритмов функционирования систем управления непрерывного дозирования материалов. Проблемы автоматизации процессов дозирования материалов.
10. Объекты автоматизации процессов измельчения. Назначение, состав, структура и технические требования к системам и средствам управления. Схемы автоматизации и модели подготовки объектов к помолу.
11. Математические модели процессов массопередачи. Схемы автоматизации процессов массопередачи в теплообменных аппаратах.
12. Математические модели сушильных аппаратов. Системы управления сушильных аппаратов.
13. Назначение, состав, структура и технические требования к системам и средствам автоматизации процессов кондиционирования воздуха. Работа контуров автоматического регулирования температуры и влажности в установках кондиционирования воздуха.
14. Особенности дизель-генераторов как объектов автоматизации. Основные уравнения статистики и динамики объектов управления, критерии оптимальности и реализации законов управления.
15. Типовые функциональные схемы, особенности схемно-конструктивного решения и элементная база систем ДАУ ДГ. Работа контуров системы ДАУ ДГ типа АFB, ДАУ СДГТ.

16. Особенности организации управления подсистемами систем управления электростанцией. Элементная база, реализация алгоритмов функционирования многосвязной системы управления. Типовые структуры, особенности функционирования системы управления электростанцией с подсистемой АПС на примере систем ASA S\G и AGS.

17. Назначение, состав, структура, функции системы автоматической защиты дизель-генераторов типа AGS. Работа блока защиты генератора (модуль GSM 001).

18. Назначение, состав, структура, функции системы автоматической защиты дизель-генераторов типа AGS. Работа блока защиты потребителей (модуль NSM 001).

19. Назначение, состав, структура, функции системы автоматической защиты дизель-генераторов типа AGS. Работа модулей защиты и управления дизелем ASM 001 и индикации неисправностей FAM 001.

20. Назначение, состав, структура, функции и принципы построения АСУ вспомогательными механизмами и установками.

21. Назначение контуров управления и алгоритмы функционирования системы "Стенд бай" микропроцессорной системы AST 5011.

22. Назначение контуров управления и алгоритмы функционирования систем управления насосами микропроцессорной системы AST 5011.

23. Назначение контуров управления и алгоритмы функционирования системы управления и контроля компрессорами сжатого воздуха микропроцессорной системы AST 5011.

24. Схемно-конструктивные решения и особенности функционирования микропроцессорной системы AST 5011.

25. Рефрижераторная установка как объект автоматизации. Назначение, состав, структура, функции рефрижераторной установки. Типовые модели объектов автоматизации.

26. Особенности регулирования температуры в холодильной камере, методы и законы регулирования.

27. Особенности регулирования и режимы работы винтовых компрессорных установок. Функции и требования, предъявляемые к контурам контроля, пуска и регулирования компрессорных агрегатов.

28. Назначение, состав, структура, функции и работа контуров АПС и пуска компрессорного агрегата системы управления рефрижераторной установки VSE\Е.

29. Назначение, состав, структура, функции и работа системы автоматического регулирования производительности компрессоров рефрижераторной установки VSE\Е.

30. Паровой котел как объект автоматизации. Математические модели процессов регулирования питания и горения котла

31. Схемотехническая реализация контуров регулирования питания котла водой и горения. Типовые структуры систем управления котлоагрегатов.

32. Системы теплоснабжения города. Распределение тепловой энергии в закрытой системе теплоснабжения. Работа систем отопления.

33. Оптимизация режимов работы паровых котлоагрегатов. Управление качеством горения котла.

34. Рыбообрабатывающее производство как объект автоматизации. Состав оборудования, автоматизация процессов и линий рыбообрабатывающего производства. Типовые структуры и схемы автоматизации.

35. Общие сведения о процессах варки сырья, прессования и сушки жома. Требования к автоматизации производства кормовой муки и технического жира, элементная база систем.

36. Схемы автоматизации процессов варки сырья и сушки жома.

37. Методы дефростации и способы размораживания рыбы, функциональные схемы автоматизации.

38. Автоматизация консервного производства. Способы стерилизации консервов, уравнения динамики процесса стерилизации консервов.

39. Автоматизация консервного производства. Требования к разработке программ регулирования температуры и давления в автоклаве. Типовые схемы автоматизации процессов стерилизации консервов.

40. Способы термической обработки рыбы, функциональные схемы автоматизации.

### **Вопросы для самопроверки при подготовке к государственному экзамену**

#### **Блок 1: вопросы, направленные на подтверждение части квалификации «исследователь»:**

1. Классификация систем управления. Системы автоматизированного управления: классификация, функциональные схемы. Системы автоматического регулирования (САР). Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.

2. Системы с постоянными и распределенными параметрами. Способы математического описания систем автоматического управления и их элементов. Линеаризация. Передаточные функции, частотные функции и характеристики, временные характеристики. Структурные схемы и их преобразование. Типовые динамические звенья и их характеристики.

3. Устойчивость линейных систем автоматического регулирования. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости. Влияние параметров линейных систем автоматического регулирования на их устойчивость. Метод корневого годографа. Метод D-разбиения.

4. Качество процессов управления и прямые методы исследования. Показатели качества. Качество регулирования при типовых воздействиях. Порядок астатизма систем автоматического управления. Интегральные оценки качества переходных процессов.

5. Особенности нелинейных систем. Типовые нелинейности. Автоколебания. Методы исследования свободных колебаний в системах высокого порядка.

6. Понятие устойчивости нелинейных систем по Ляпунову. Фазовое пространство. Метод фазовой плоскости. Связь временного процесса с фазовой траекторией. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. Гармоническая линеаризация.

7. Дискретные системы. Классификация. Особенности и области применения. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование. Передаточные функции, частотная и импульсная характеристика импульсных САР.

8. Устойчивость, переходные и установившиеся процессы в импульсных САР. Частотные методы синтеза импульсных САР. Непрерывная модель импульсной системы, условия ее применения на основе теоремы В.А. Котельникова. Алгебраическая теория многомерных систем. Анализ устойчивости.

9. Понятие о методах декомпозиции. Методы анализа и синтеза линейных многомерных стационарных и нестационарных систем. Управляемость и наблюдаемость.

10. Определение характеристик объекта управления методом активного эксперимента. Методы определения временных характеристик. Определение частотных характеристик с помощью регулярных и стохастических воздействий.

11. Методы обработки результатов эксперимента. Определение характеристик объектов в условиях нормальной эксплуатации. Аналитические методы составления объектов математического управления.

12. Модели объектов с сосредоточенными и распределенными параметрами. Построение моделей объектов управления по экспериментальным данным.

Регрессионные модели. Определение математических моделей объектов по экспериментальным временным и частотным характеристикам.

13. Постановка задачи оптимального управления объектами. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа. Функции многих переменных.

14. Вариационное исчисление. Принцип максимума Л.С. Понтрягина. Уравнения Беллмана. Задачи на быстродействие.

15. Задача синтеза оптимальных алгоритмов управления для линейных динамических объектов при квадратичном критерии управления. Сравнительная оценка, основные преимущества и недостатки аналитических методов решения экстремальных задач.

16. Вычислительные методы решения задач на условный экстремум. Линейное программирование. Нелинейное программирование. Динамическое программирование. Градиентные методы решения задач на условный экстремум для функций многих переменных и функционалов. Сравнительная оценка вычислительных методов решения экстремальных задач.

17. Способы достижения заданной точности управления. Аналитическое конструирование регуляторов. Задача ограниченного синтеза, способы ее решения. Принцип инвариантности. Условия инвариантности, их физическая реализуемость. Комбинированные САР.

18. Способы построения систем со многими регулируемыми переменными, автономные системы. Чувствительность автоматических систем. Функция чувствительности. Синтез систем с учетом требований чувствительности.

19. Стохастическая оптимизация многомерных линейных (непрерывных и дискретных) систем по Калману. Уравнения оптимального фильтра. Уравнения Риккати. Сравнение оптимальных фильтров Калмана и Винера.

20. Самонастраивающиеся системы. Поисковые системы экстремального управления. Разомкнутые, замкнутые и комбинированные схемы экстремальных систем. Способы построения экстремальных регуляторов. Беспойсковые самонастраивающиеся системы. Системы с эталонной моделью. Самонастраивающиеся системы с пробным сигналом. Разомкнутые, замкнутые и комбинированные схемы беспойсковых самонастраивающихся систем.

21. Принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП).

22. Современное промышленное производство и АСУ ТП. Классификация и структура современных технологических объектов управления. Свойства и основные характеристики объектов управления.

23. Назначение, характеристика и структура современных АСУ ТП. Целевая классификация АСУ ТП по типовым задачам управления, их основные группы. Состав и структура типовых автоматизированных комплексов. Целевые комплексы средств автоматизации. Объем автоматизации технических средств АСУ ТП. Локальные системы автоматизации АСУ ТП.

24. Технические средства АСУ ТП. Обоснование выбора первичных измерительных преобразователей систем управления технологическими процессами. Обоснование выбора автоматических регуляторов систем управления ТП. Четкие и нечеткие структуры регуляторов. Классификация типовых структур контроллеров для управления ТП.

25. Элементная база АСУ ТП. Государственная система приборов (ГСП), классификация ГСП. Требования стандартов к средствам получения, обработки информации и формирования сигналов управления. Исполнительные устройства. Аппаратно-программные средства SCADA-систем.

26. Системы автоматизации типовых технологических процессов и производств:

27. Технологические процессы как объекты автоматизации. Этапы подготовки

объектов автоматизации. Математические модели технологических процессов. Методика математического описания объектов. Методы идентификации динамических характеристик ТП. Критерии оптимальности. Методы математического моделирования ТП. Использование математических пакетов для моделирования ТП.

28. Автоматизация дискретных технологических процессов. Основные характеристики дискретных технологических процессов и целевые функции АСУ ТП. Типовые структуры и особенности функционирования систем управления дискретными ТП. Методы математического моделирования дискретных ТП.

29. Автоматизация непрерывных ТП. Основные характеристики непрерывных ТП и целевые функции АСУ ТП. Типовые структуры и особенности функционирования систем управления непрерывными ТП.

30. Понятие о многосвязных системах управления ТП. Математические методы описания многосвязных систем управления ТП. Критерии оптимального управления. Типовые математические модели системы управления ТП.

31. Современные подходы к созданию и использованию компьютерных систем управления (КСУ). История и перспективы развития аппаратных средств САУ.

32. Ввод информации в КСУ. Датчики. Основные виды и характеристики, области применения, обзор распространенного оборудования, новшества отечественного и западного рынков. Аппаратные средства передачи сигналов датчиков. Организация измерительных каналов, линии связи. Функциональные и нормирующие преобразователи данных, коммутаторы и мультиплексоры. Сопряжение.

33. Аппаратные средства современных КСУ. Промышленные панельные и управляющие компьютеры. Состав, характеристики, области применения, обзор распространенного оборудования. Одноплатные управляющие компьютеры. Форматы ISA, PCI, CompactPCI, PC 104.

34. Формфакторы. Состав, характеристики, области применения, обзор распространенного оборудования. Устройства связи с объектом (УСО) для ПК. Виды, характеристики, области применения, обзор распространенного оборудования. КСУ на базе ПК. Устройства для разработки распределенных КСУ. PLC, SoftPLC. Состав серий, характеристики, области применения, обзор распространенного оборудования.

35. Вывод управляющих воздействий. Основные виды исполнительных механизмов, их характеристики, области применения, обзор распространенного оборудования. Широтно-импульсные модуляторы и частотные преобразователи. Сопряжение исполнительных механизмов с КСУ.

36. История и перспективы развития программных средств АСУ ТП. Современные подходы к созданию и использованию компьютерных систем управления (КСУ). Уровни иерархия АСУ ТП. SCADA-системы.

37. Режим реального времени (РРВ) в КСУ. Основные подходы к организации РРВ. Жесткость РРВ.

38. SCADA-системы для разработки распределенных АСУ. OPC-серверы для устройств удаленного ввода/вывода.

39. Назначение, состав функции программных и аппаратных средств НМІ. Этапы проектирования и основные принципы построения интерфейсов. Внутренние проектные руководства.

40. Интерфейсы операторских станций. Технические средства реализации. Основные требования, задачи, методы разработки. Интерфейсы локальных систем управления. Интерфейсы двухуровневых систем. Интерфейсы распределенных систем.

41. Интерфейсы диспетчерских станций. Технические средства реализации.

Основные требования, задачи, методы разработки. Интерфейсы многоуровневых систем. Мнемосхемы. Ведение архивов и истории процесса.

42. Интерфейсы информационно измерительных систем (ИИС). Основные особенности интерфейсов ИИС. Информационная модель ИИС. Группировка объектов данных в ИИС. Подходы к построению интерфейсов.

43. Экспериментальное исследование технологических процессов. Основы идеи и принципы планирования эксперимента. Требования к параметрам оптимизации и независимым переменным (факторам). Математические модели описания технологических процессов.

44. Многофакторный эксперимент. Классификация многофакторных экспериментов. Основные этапы и принципы планирования многофакторного эксперимента. Кодирование факторов. Составление плана-матрицы эксперимента. Реализация плана. Рандомизация опытов. Статистическая обработка и интерпретация результатов факторного эксперимента.

45. Планы второго порядка. Центральный композиционный план. Ортогональные планы. Ротатабельные планы. Планы Бокса-Бенкина. Пример реализации различных планов для исследования технологических процессов. Построение прогнозирующих полиномов.

46. Поиск оптимальных соотношений параметров технологического процесса. Анализ нелинейной модели. Изучение поверхности отклика. Отыскание экстремума. Метод движения по градиенту (крутое восхождение по поверхности отклика). Метод Бокса-Уилсона. Последовательный симплексный метод.

47. Основные понятия и определения теории надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Статистическое определение показателей безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели ремонтпригодности (восстанавливаемости). Показатели надежности объектов с конечным временем восстановления.

48. Цели и задачи изучения прикладной статистики. Описательная статистика. Основные характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, мода, медиана. Выборка и выборочное оценивание характеристик.

49. Функция распределения случайной величины. Плотность распределения. Методы подбора распределения случайной величины по выборке.

50. Статистические гипотезы и методы их проверки. Сравнение значимости различия характеристик двух выборок. Зависимость между параметрами. Корреляция и регрессия. Оценка значимости уравнения регрессии.

51. Временные ряды и методы их исследования. Планирование эксперимента и обработка его результатов. Статистический контроль качества. Метод главных компонент. Сокращение размерности изучаемых явлений. Факторный анализ.

52. Основы статистической группировки и классификации. Кластерный и дискриминантный анализы.

## **Блок 2: вопросы, направленные на подтверждение части квалификации «преподаватель-исследователь».**

1. Образование как общественное явление и педагогический процесс. Структура образовательного процесса.

2. Роль высшего образования в современной цивилизации. Интеграция и ее роль в современном образовании.

3. Система образования в РФ и за рубежом. Принципы государственной политики в области образования. Формы получения образования. Управление системой

образования. Менеджмент образования.

4. Высшее образование в России и за рубежом. Проблемы современного высшего образования.

5. Критерии оценки деятельности современных вузов. Место технического университета в российском образовательном пространстве.

6. Всеобщая декларация прав человека о профессиональном образовании. Конвенция по техническому и профессиональному образованию ООН. Вопросы образования в Конституции Российской Федерации. Закон РФ «Об образовании». Национальная Доктрина образования в России. Федеральная программа развития образования.

7. Личность как цель, объект и субъект воспитания. Развитие и формирование личности. Социальная зрелость личности.

8. Образование как общечеловеческая ценность и социокультурный феномен. Гражданское воспитание. Формирование нравственной культуры личности. Интеллектуальная культура личности.

9. Культура жизненного самоопределения. Трудовое воспитание. Формирование экологической, эстетической, экономической культуры личности. Физическая культура личности. Речевая культура.

10. Дидактика как отрасль педагогического знания. Процесс обучения как объект дидактического исследования, его сущность, задачи и внутренняя структура.

11. Функции обучения. Модель структуры процесса обучения.

12. Основные категории дидактики (цель, преподавание, учение, результат, содержание, методы, средства и формы обучения). Дидактические закономерности и принципы обучения. Особенности различных дидактических систем (догматическая система обучения, объяснительно- иллюстративное обучение, проблемное обучение, программированное обучение, модульное обучение и др.).

13. Учение как деятельность. Мотивация учебной деятельности. Содержание образования и педагогические основы его совершенствования.

14. Методы и формы организации обучения в школе и вузе. Диагностика и контроль как средство управления процессом обучения. Обученность и обучаемость. Проектирование как педагогическая функция.

15. Основные формы теоретического обучения. Лекция. Семинарские и практические занятия в высшей школе. Основные формы организации практического обучения. Формы организации производственной практики.

16. Самостоятельная работа студентов как развитие и самоорганизация личности. Основы педагогического контроля в высшей школе. Методы профессионального обучения: теоретического и практического (производственного).

17. Специфика методов профессионального обучения в реализации образовательных программ высшего профессионального образования. Средства профессионального обучения как категория профессиональной дидактики.

18. Характеристика современных средств профессионального обучения. Лабораторно-практическая база профессионального обучения. Тренажеры и имитаторы в профессиональном обучении. Учебно-производственные средства обучения. Компьютеризация педагогического процесса.

19. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего

образования: концепция, структура, принципы реализации. Основная образовательная программа компетентностного формата: концепция, структура, принципы разработки.

20. Рабочая программа как документ основной образовательной программы. Цели освоения дисциплины (модуля, практики). Место дисциплины (модуля, практики) в структуре основной образовательной программы. Структура и содержание дисциплины (модуля, практики). Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля, практики).

21. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля, практики). Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля, практики).

22. Общественная и педагогическая феноменология воспитания. Основные признаки воспитания как педагогического процесса. Формирование отношений к ценностям как процесс личностного развития учащихся и его исследования в педагогике. Структура воспитательного процесса. Диалектика соотношения цели, средств, результатов воспитания.

23. Общая цель и задачи воспитания в современных условиях. Содержание воспитания (нравственное, трудовое, эстетическое, физическое, патриотическое воспитание, формирование мировоззрения). Методы воспитания. Закономерности и принципы воспитания. Воспитательная среда вуза.

24. Педагогическая профессия, её социальные функции и гуманистическая направленность. Роль педагога в современном обществе. Структура педагогической деятельности. Общая и профессиональная культура педагога. Требования к личности педагога. Педагогическое мастерство.

25. Методологические основы выбора профессионально-ориентированных образовательных технологий. Традиционные и инновационные профессионально-ориентированные образовательные технологии. Неимитационные профессионально-ориентированные образовательные технологии. Имитационные профессионально-ориентированные образовательные технологии.

### **Блок 3 – Практические задания.**

1. Составьте план конспекта лекции по теме: «Принципы построения систем автоматического управления». Раскройте основные понятия теории управления. Представьте классификацию систем управления (СУ). Приведите примеры СУ техническими, экономическими и организационными объектами.

2. Составьте план конспекта лекции по теме: «Режимы работы системы автоматического регулирования». Раскройте понятия статического и динамического состояния систем. Опишите основные требования, предъявляемые к основным показателям статического и динамического режимов работы СУ и общий подход к решению инженерных задач, связанных с анализом работы и настройки СУ.

3. Составьте план конспекта лекции по теме: «Основы теории линейных автоматических систем управления. Статический режим системы автоматического управления». Опишите режимы работы СУ и требования, предъявляемые к статическому и динамическому режимам работы. Раскройте понятия передаточный коэффициент линейных элементов СУ, статические и астатические СУ, статизм.

Представьте расчет эквивалентных коэффициентов передачи при последовательном, параллельном, встречно-параллельном соединениях.

4. Составьте план конспекта лекции по теме: «Динамический режим работы СУ». Представьте общую методику составления нормализованного линейного дифференциального уравнения элемента системы. Раскройте понятие типовое динамическое звено. Представьте методику построения частотных характеристик типовых динамических звеньев.

5. Составьте план конспекта лекции по теме: «Устойчивость АСР». Раскройте основные понятия. Представьте методику определения устойчивости АСР по критериям Найквиста, Гурвица и Михайлова.

6. Составьте развернутый план лекции по теме: «Анализ качества систем автоматического регулирования». Раскройте основные понятия по данной теме.

7. Составьте развернутый план лекции по теме: «Задачи и методы синтеза линейных СУ». Раскройте основные понятия, опишите методы определения характеристики корректирующего устройства при последовательном и параллельном включении.

8. Составьте развернутый план лекции по теме: «Основы теории нелинейных автоматических систем управления». Раскройте основные понятия по данной теме.

9. Составьте развернутый план лекции по теме: «Линейные дискретные модели СУ». Раскройте основные понятия по данной теме.

10. Составьте развернутый план лекции по теме: «Методы исследования нелинейных систем». Раскройте основные понятия по данной теме.

11. Составьте тестовое задание по теме «Типовые динамические звенья» (тестовое задание должно включать 5 заданий открытой и 5 заданий закрытой формы). Задания теста должны быть сформулированы четко, кратко и недвусмысленно. Вариантов ответов на тестовое задание закрытой формы должно быть не менее четырех.

12. Составьте тестовое задание по теме «Устойчивость АСР» (тестовое задание должно включать 5 заданий открытой и 5 заданий закрытой формы). Задания теста должны быть сформулированы четко, кратко и недвусмысленно. Вариантов ответов на тестовое задание закрытой формы должно быть не менее четырех.

13. Составьте тестовое задание по теме: «Синтез АСР. Корректирующие устройства» (тестовое задание должно включать 5 заданий открытой и 5 заданий закрытой формы). Задания теста должны быть сформулированы четко, кратко и недвусмысленно. Вариантов ответов на тестовое задание закрытой формы должно быть не менее четырех.

14. Составьте тестовое задание по теме «Программирование микроконтроллера PIC16F876A на языке Ассемблер» (тестовое задание должно включать 5 заданий открытой и 5 заданий закрытой формы). Задания теста должны быть сформулированы четко, кратко и недвусмысленно. Вариантов ответов на тестовое задание закрытой формы должно быть не менее четырех.

15. Составьте тестовое задание по теме «Организация памяти микроконтроллера PIC16F876A» (тестовое задание должно включать 5 заданий открытой и 5 заданий закрытой формы). Задания теста должны быть сформулированы четко, кратко и недвусмысленно. Вариантов ответов на тестовое задание закрытой формы должно быть не менее четырех.

16. Составьте вопросы к контрольной работе по теме «Порты ввода-вывода микроконтроллеров PIC16F876A» (10 вопросов).

17. Составьте вопросы к контрольной работе по теме «Работа микроконтроллера PIC16F876A в режиме прерываний» (10 вопросов).

18. Составьте вопросы к контрольной работе по теме «Работа таймеров микроконтроллера PIC16F876A» (10 вопросов).

19. Составьте вопросы к контрольной работе по теме: «Режим автоколебаний в нелинейных системах» (10 вопросов).

20. Составьте вопросы к контрольной работе по теме: «Методы исследования устойчивости нелинейных систем» (10 вопросов).

21. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование автоматической системы регулирования частоты вращения двигателя». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

22. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование статических свойств автоматической системы регулирования частоты вращения двигателя». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

23. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование влияния передаточного коэффициента регулятора на величину статизма автоматической системы регулирования». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

24. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование динамических свойств автоматической системы регулирования скорости двигателя постоянного тока». Опишите цель работы, оборудование, реактивы, принцип метода, порядок проведения определения.

25. Составьте план лабораторной работы по теме: «Настройка автоматической системы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока с помощью пассивных корректирующих устройств». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

26. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование релейной автоматической системы регулирования с реле с зоной нечувствительности». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

27. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование релейной автоматической системы регулирования с реле с зоной неоднозначности». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

28. Составьте план лабораторной работы по теме: «Синтез оптимальной автоматической системы регулирования с ПИД-регулятором». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

29. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование цифровой автоматической системы регулирования». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

30. Составьте план лабораторной работы по теме: «Исследование эффекта транспонирования частот». Сформулируйте цель и задачи работы, перечислите основные материалы и оборудование, опишите суть методов, используемых в лабораторной работе.

## **Заключение**

Настоящие методические указания предназначены для использования аспирантами в ходе изучения дисциплины Б1.В.04 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям). Работа с данным материалом предполагается в течение всей продолжительности изучения дисциплины. Выполнение приведенных рекомендаций способствует устойчивому закреплению требуемых компетенций.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Мурманский государственный технический  
университет»

Кафедра Автоматики и  
вычислительной техники

Самостоятельная работа  
по дисциплине Б1.В.04  
Автоматизация и управление  
технологическими процессами и  
производствами (по отраслям)

Методические указания по  
направлению подготовки 09.06.01  
«Информатика и вычислительная  
техника направленность подготовки  
«Автоматизация и управление  
технологическими процессами и  
производствами (по отраслям)»

Мурманск  
2019

Составитель – Прохоренков А.М. канд. тех.  
наук, профессор кафедры Автоматики и  
вычислительной техники ФГБОУ ВО  
«Мурманский государственный технический  
университет»

Методические указания рассмотрены и  
одобрены кафедрой Автоматики и  
вычислительной техники 18.06.2019,  
протокол № 8  
*Электронное издание подготовлено в  
авторской редакции*

Мурманский государственный технический университет  
183010, Мурманск, ул. Спортивная д. 13 тел. (8152) 25-40-72

© Мурманский государственный  
технический университет, 2019