

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет энергетики и управления  
Гудим А.С.  
«30» / 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Элементы систем автоматики»

Направление подготовки	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Робототехнические комплексы и системы
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доцент, Кандидат технических наук

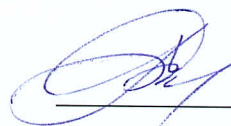


Васильченко С.А

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»



Черный С.П.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Элементы систем автоматизации» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Робототехнические комплексы и системы» по направлению подготовки «15.03.06 Мехатроника и робототехника».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт 40.152 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В МАШИНОСТРОЕНИИ».

Обобщенная трудовая функция: А Проведение конструкторских и расчетных работ по проектированию гибких производственных систем в машиностроении.

НЗ-7 Методика расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем, НУ-4 Использовать стандартное программное обеспечение при оформлении документации.

Задачи дисциплины	Формирование навыков расчета параметров элементов систем автоматизации и применения их при проектировании автоматических систем.
Основные разделы / темы дисциплины	Понятие и классификация элементов систем автоматизации, математическое описание и характеристики элементов систем автоматизации. Силовые электрические элементы систем автоматизации. Силовые гидравлические и пневматические элементы систем автоматизации. Управляющие информационные элементы систем автоматизации.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Элементы систем автоматизации» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-2 Способен осуществлять разработку технического проекта гибких производственных систем в машиностроении	ПК-2.1 Знает принципы работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем и их составных элементов, методики расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем, а также основы конструирования машин, автоматизированных систем и робототехнических комплексов	Знать принципы работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем и их составных элементов, методики расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем, а также основы конструирования машин, автоматизированных систем и робототехнических комплексов.

	<p>ПК-2.2 Умеет разрабатывать компоновочные планы и планы размещения оборудования, производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем, использовать пакеты прикладных программ при проведении расчетных и конструкторских работ в графическом оформлении проекта</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками разработки принципиальных схем, схем соединений элементов гибких производственных систем, а также определения технических характеристик элементов, входящих в состав гибких производственных модулей</p>	<p>Уметь производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем, уметь размещать их на компоновочных планах оборудования, использовать пакеты прикладных программ при проведении расчетных и конструкторских работ в графическом оформлении проекта.</p> <p>Владеть навыками разработки принципиальных схем, схем соединений элементов гибких производственных систем, а также определения технических характеристик элементов, входящих в состав гибких производственных модулей</p>
--	---	--

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Элементы систем автоматики» изучается на 3 курсе, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Электротехнические материалы и элементы электронной техники», «Электроника», «Датчики мехатронных и робототехнических систем», «Техническая механика».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Элементы систем автоматики», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Основы комплексной автоматизации», «Производственная практика (преддипломная практика)», «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)».

Дисциплина «Элементы систем автоматики» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 з.е., 144 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	144
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	64
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками) в том числе в практической форме: 4	32
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) в том числе в практической форме: 8	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	45
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен	35

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Классификация элементов систем автоматики и их основные характеристики</b>				
<b>Тема 1.1</b> Понятие и классификация элементов систем автоматики, математическое описание элементов систем автоматики				
<i>Понятие и классификация элементов систем автоматики, математическое описание элементов систем автоматики</i>	2			

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<i>Статические и динамические характеристики элементов и методики их расчета</i>				5
<b>Раздел 2 Силовые электрические элементы систем автоматики</b>				
<b>Тема 2.1</b> Электрические двигатели постоянного тока, их устройство и передаточные функции				
<i>Электрические двигатели постоянного тока, их устройство и передаточные функции*</i>	4*			
<i>Статические и динамические характеристики электрических двигателей постоянного тока и методики их расчета</i>				5
<b>Тема 2.2</b> Электрические двигатели переменного тока, их устройство и линеаризованные передаточные функции				
<i>Электрические двигатели переменного тока, их устройство и линеаризованные передаточные функции.</i>	4			
<i>Статические и динамические характеристики электрических двигателей переменного тока и методики их расчета</i>				5
<b>Тема 2.3</b> Генераторы постоянного и переменного тока, их устройство и передаточные функции.				
<i>Генераторы постоянного и переменного тока, их устройство и передаточные функции.</i>	4			
<b>Тема 2.4</b> Статические преобразователи параметров электрической энергии, их схемы, работа, передаточные функции				
<i>Статические преобразователи параметров электрической энергии, их схемы, работа, передаточные функции</i>	4			
<i>Исследование однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя</i>			4	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<i>Расчет параметров и характеристик реверсивных управляемых выпрямителей</i>				15
<b>Раздел 3 Силовые пневматические и гидравлические элементы систем автоматики</b>				
<b>Тема 3.1</b> Физические основы работы гидравлических систем. Гидравлические двигатели и гидравлические цилиндры, их устройство и работа				
<i>Физические основы работы гидравлических систем. Гидравлические двигатели и гидравлические цилиндры, их устройство и работа</i>	4			
<i>Изучение работы и характеристик гидравлических цилиндров</i>		4		
<b>Тема 3.2</b> Физические основы работы пневматических систем. Пневматические двигатели и гидравлические цилиндры, их устройство и работа				
<i>Физические основы работы пневматических систем. Пневматические двигатели и гидравлические цилиндры, их устройство и работа</i>	2			
<i>Изучение работы и характеристик пневматических цилиндров</i>		4		
<b>Раздел 4 Управляющие элементы систем автоматики</b>				
<b>Тема 4.1</b> Задающие электрические элементы автоматических систем, их работа и схемы				
<i>Задающие электрические элементы автоматических систем, их работа и схемы</i>	2			
<i>Изучение схем и характеристик интегрирующего задатчика интенсивности</i>			4	
<i>Изучение характеристик и схемы двукратно интегрирующего задатчика интенсивности</i>			4	
<b>Тема 4.2</b> Электрические регуляторы, корректирующие звенья и датчики автоматических систем				
<i>Электрические регуляторы, корректирующие звенья и датчики автоматических систем</i>	2			
<i>Изучение структурных схем и переходных характеристик промышленных автоматических</i>			4	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<i>регуляторов</i>				
<i>Синтез по заданным параметрам схем регуляторов и корректирующих звеньев на основе операционных усилителей</i>				5
<b>Тема 4.3</b> Электропневматические распределители, их устройство и работа. Регуляторы, клапаны и дроссели пневматических систем				
<i>Электропневматические распределители, их устройство и работа. Регуляторы, клапаны и дроссели пневматических систем</i>	2			
<i>Условные обозначения различных электропневматических и пневматических элементов на принципиальных схемах*</i>		4*		5
<b>Тема 4.4</b> Электрогидравлические распределители, их устройство и работа. Регуляторы, клапаны и дроссели гидравлических систем				
<i>Электрогидравлические распределители, их устройство и работа. Регуляторы, клапаны и дроссели гидравлических систем</i>	2			
<i>Условные обозначения различных электрогидравлических и гидравлических элементов на принципиальных схемах*</i>		4*		5
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	32	16	16	45

\* реализуется в практической форме

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	12
Подготовка к занятиям семинарского типа	13
Подготовка и оформление расчетно-графической работы	20
	45

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)



Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Терехов, В.М. Элементы автоматизированного электропривода / В.М. Терехов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 222с.

2. Васильченко, С.А. Элементы систем корабельной автоматики. Учебное пособие для вузов / Утв. в кач.учеб.пособия Учёным советом ФГБОУ ВО "Комсомольский-на-Амуре гос.техн.ун-т", Комсомольск-на-Амуре. Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та – 2016. – 104с.

3. Малахов А.П. Элементы систем автоматики и автоматизированного электропривода [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.П. Малахов, А.П. Усачёв. - Электрон. текстовые данные. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. - 106 с.: // IPRbooks: электронно-библиотечная система. URL: <http://www.iprbookshop.ru/45460.html> (дата обращения 11.06.2021). – Режим доступа: по подписке

4. Васильченко, С.А., Чёрный, С.П., Сухоруков С.И. Гидравлические и пневматические элементы систем автоматики. Учебное пособие / Утв. в кач.учеб.пособия Учёным советом ФГБОУ ВО "Комсомольский-на-Амуре гос. ун-т", Комсомольск-на-Амуре. Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. ун-та – 2018. – 111с.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Васильченко, С.А., Дерюжкова, Н.Е., Соловьев, В.А. Силовая электроника. Учебное пособие для вузов/ Утв. в кач.учеб.пособия Учёным советом ФГБОУ ВО "Комсомольский-на-Амуре гос.техн.ун-т", Комсомольск-на-Амуре. Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та – 2016. - 114с.

2. Забродин, Ю.С. Промышленная электроника Учебник для вузов / Ю.С. Забродин. – М.: Альянс, - 2008. – 496с.

3. Васильченко, С.А., Гудим, А.С., Суздорф, В.И., Чёрный, С.П. Элементы систем автоматики. Электронные элементы систем автоматики: практикум/ Утв. в кач. практикума Учёным советом ФГБОУ ВО "Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т", Комсомольск-на-Амуре. Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та – 2016. - 143 с.

4. Жмудь В.А. Измерительные элементы автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Жмудь. - Электрон. текстовые данные. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. -72с.: // IPRbooks: электронно-библиотечная система. - URL : (дата обращения 11.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

5. Кондратьев А.С. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс]: методические рекомендации / А.С. Кондратьев. - Электрон. текстовые данные. - М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2012. - 48 с.: // IPRbooks: электронно-библиотечная система. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/46440.html> : (дата обращения 11.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Васильченко, С.А., Чёрный, С.П., Сухоруков С.И. Гидравлические и пневматические элементы систем автоматики. Учебное пособие / Утв. в кач.учеб.пособия Учёным советом ФГБОУ ВО "Комсомольский-на-Амуре гос. ун-т", Комсомольск-на-Амуре. Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. ун-та – 2018. – 111с.

### 8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. consultant.ru: информационно-справочная система «Консультант плюс» : сайт. – Москва, 2021 – . – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.04.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

### 8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. [https://www.festo.com/cms/ru\\_ru/index.htm](https://www.festo.com/cms/ru_ru/index.htm) (дата обращения: 29.04.2021).
2. <https://student.knastu.ru> (дата обращения: 29.04.2021).

### 8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
математический редактор MathCad	Сервисный контракт # 2A1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом иписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически-ми) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные

образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

## **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

## **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

## **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## 9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
202/3	Лаборатория ЭВМ и вычислительных промышленных сетей	персональные компьютеры
103/3	Лаборатория типовых элементов, устройств систем автоматического управления и средств измерений	персональные компьютеры и оборудование по элементам систем автоматики

### 10.2 Технические и электронные средства обучения

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

Подготовлены демонстрационные материалы по оборудованию festo.

**Лабораторные и практические занятия** Для лабораторных и практических занятий используется аудитория № 103/3, 202/3, оснащенная оборудованием, указанным в табл. 6:

**Самостоятельная работа.**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 202 корпус 3)

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Элементы систем автоматики»

Направление подготовки	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Робототехнические комплексы и системы
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	6	4

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен	Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-2 Способен осуществлять разработку технического проекта гибких производственных систем в машиностроении	<p>ПК-2.1 Знает принципы работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем и их составных элементов, методики расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем, а также основы конструирования машин, автоматизированных систем и робототехнических комплексов</p> <p>ПК-2.2 Умеет разрабатывать компоновочные планы и планы размещения оборудования, производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем, использовать пакеты прикладных программ при проведении расчетных и конструкторских работ в графическом оформлении проекта</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками разработки принципиальных схем, схем соединений элементов гибких производственных систем, а также определения технических характеристик элементов, входящих в состав гибких производственных модулей</p>	<p>Знать принципы работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем и их составных элементов, методики расчета основных характеристик элементов гибких производственных систем, а также основы конструирования машин, автоматизированных систем и робототехнических комплексов.</p> <p>Уметь производить расчеты основных характеристик элементов гибких производственных систем, уметь размещать их на компоновочных планах оборудования, использовать пакеты прикладных программ при проведении расчетных и конструкторских работ в графическом оформлении проекта.</p> <p>Владеть навыками разработки принципиальных схем, схем соединений элементов гибких производственных систем, а также определения технических характеристик элементов, входящих в состав гибких производственных модулей</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1	ПК-2	Тест	Правильность выполнения задания
Разделы 2-4	ПК-2	Задачи к экзамену	Полнота и правильность решения задач
Разделы 2,4	ПК-2	Лабораторные работы	Аргументированность ответов
Разделы 3,4	ПК-2	Практические	Полнота и правильность



		занятия	выполнения задания
Разделы 1-4	ПК-2	Вопросы к экзамену	Полнота и правильность ответов на вопросы
Разделы 2,4	ПК-2	Расчетно-графическая работа	Полнота и правильность выполнения задания

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
1	Тест	в течение семестра	9 баллов	9 баллов – 81-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 6 баллов – 61-80 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 3 балла – 41-60 % правильных ответов – средний уровень знаний; 0 баллов – 0-40 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний
2	Лабораторная работа №1	в течение семестра	3 балла	3 балла – студент показал отличные знания, умения и навыки при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент показал хорошие знания, умения и навыки при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 1 балл – студент показал удовлетворительное владение знаниями, умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень вла-
3	Лабораторная работа №5	в течение семестра	3 балла	
4	Лабораторная работа №6	в течение семестра	3 балла	
5	Лабораторная работа №7	в течение семестра	3 балла	
6	Практическое занятие 1	в течение семестра	3 балла	
7	Практическое занятие 2	в течение семестра	3 балла	

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
8	Практическое занятие 3	в течение семестра	3 балла	дения знаниями, умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного
	Практическое занятие 4	в течение семестра	3 балла	
9	Выполнение РГР	в течение семестра	3 балла	
Текущий контроль:		-	36 баллов	-
10	Контрольный вопрос к экзамену	во время сессии	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные знания в ответе на контрольный вопрос. 4 балла – студент показал хорошие знания в ответе на контрольный вопрос. 3 балла – студент показал удовлетворительные знания в ответе на контрольный вопрос. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения знаниями в ответе на контрольный вопрос.
11	Задачи к экзамену	во время сессии	5 баллов	5 баллов - студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 4 балла - студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 3 баллов - студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточ-

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				ный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	Промежуточная аттестация	–	10 баллов	–
	ИТОГО:	-	46 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

### 3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

#### 3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

##### Тестовые вопросы

###### Раздел 1 «Классификация элементов систем автоматики и их основные характеристики»

1. Что называется элементом систем автоматики:
  - а) любое устройство автоматической системы;
  - б) конструктивно законченное устройство автоматической системы, выполняющее управляющие функции;
  - в) конструктивно законченное устройство;
  - г) конструктивно законченное устройство, не выполняющее управляющих функций.
  
2. По какому основному параметру отличаются силовые элементы систем автоматики от управляющих элементов:
  - а) по размерам и весу;
  - б) по производительности преобразования и обработки входной информации;
  - в) по величине энергии, протекающей через элемент;
  - г) по области применения.
  
3. По какому основному параметру отличаются управляющие элементы систем автоматики от силовых элементов:
  - а) по способу преобразования входной информации элементом;
  - б) по габаритам и весу;
  - в) по величине энергии, протекающей через элемент;
  - д) по назначению.

4. Какие бывают элементы систем автоматики

- а) только электрические
- б) только гидравлические и пневматические
- в) только электромеханические
- г) любые из вышеперечисленных

5. Какой элемент системы автоматики можно отнести к силовым:

- а) датчик тока;
- б) датчик напряжения;
- в) управляемый выпрямитель;
- г) аналогово-цифровой преобразователь.

6. Характеристика управления элемента системы автоматики связывает ...

- а) входную координату элемента и возмущающее воздействие
- б) выходную и входную координаты элемента систем автоматики
- в) выходную координату элемента и возмущающее воздействие
- г) входную координату элемента и текущее время

7. Характеристикой управления элемента системы автоматики называется зависимость между ...

- а) выходной координатой элемента и текущим временем
- б) входной координатой элемента и текущим временем
- в) выходной и входной координатами элемента при неизменном возмущающем воздействии
- г) выходной координатой элемента и возмущающим воздействием

8. Внешняя (нагрузочная) характеристика элемента системы автоматики связывает ...

- а) входную координату элемента и возмущающее воздействие
- б) выходную и входную координаты элемента систем автоматики
- в) выходную координату элемента и возмущающее воздействие при неизменной входной координате
- г) входную координату элемента и текущее время

9. Внешней (нагрузочной) характеристикой управления элемента системы автоматики называется зависимость между ...

- а) выходной и входной координатами элемента систем автоматики
- б) выходной и входной координатами элемента систем автоматики при неизменном возмущающем воздействии
- в) возмущающим воздействием и текущим временем
- г) возмущающим воздействием и входной координатой элемента системы автоматики

10. С помощью каких характеристик элемента системы автоматики можно оценить его динамические свойства:

- а) характеристики управления;
- б) внешней (нагрузочной) характеристики;
- в) переходных характеристик;
- г) передаточных функций элемента.

11. Что является наиболее полным математическим описанием процессов, протекающих в любых элементах систем автоматики:

- а) характеристики управления и внешние (нагрузочные) характеристики элемента;
- б) переходные характеристики элемента;

- в) передаточные функции элемента;  
 г) составленная для элемента система уравнений, в общем случае алгебраических и дифференциальных, линейных и нелинейных, описывающая взаимосвязь между входными координатами, выходными координатами и возмущающими воздействиями.

### Защита лабораторных работ

*Лабораторная работа №1. Исследование однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя*

1. В чем основные недостатки однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя.
2. На каких полупроводниковых приборах может быть выполнена схема управляемого выпрямителя.
3. Чем определяется наклон внешних характеристик управляемых выпрямителей.
4. От каких параметров зависит форма регулировочной характеристики выпрямителя.

*Лабораторная работа №5. Изучение схем и характеристик интегрирующего задатчика интенсивности*

1. Как повлияет на работу задатчика интенсивности исчезновение входного напряжения  $u_{вх}$  в процессе нарастания выходного напряжения.
2. Как отразится на работе задатчика уменьшение сопротивления обратной связи  $R_5$ .
3. На основе каких основных узлов может быть реализован однократно интегрирующий задатчик интенсивности?
4. В каких автоматических системах применяются однократно интегрирующие задатчики интенсивности.

*Лабораторная работа №6. Изучение характеристик и схемы двукратно интегрирующего задатчика интенсивности*

1. Почему в схемах электроприводов скоростных лифтов целесообразно использование двукратно интегрирующих задатчиков интенсивности.
2. Как по заданным значениям  $a_{доп}$ ,  $\rho_{доп}$ ,  $v_{ном}$  рассчитать зависимости движения кабины  $v(t)$ ,  $a(t)$ ,  $\rho(t)$ , соответствующие рекомендуемой для скоростных лифтов тахограмме.
3. Как по заданным значениям  $a_{доп}$ ,  $\rho_{доп}$ ,  $v_{ном}$  рассчитать номиналы элементов принципиальной схемы задатчика интенсивности, реализующего рекомендуемую тахограмму.
4. Какие типовые звенья должны входить в состав структурной схемы задатчика интенсивности.

*Лабораторная работа №7. Изучение структурных схем и переходных характеристик промышленных автоматических регуляторов*

1. Что является выходной переменной рассматриваемых промышленных регуляторов?
2. Почему при использовании промышленных регуляторов возможна лишь достаточно приближенная реализация типовых законов регулирования?
3. На основе каких основных узлов может быть реализован промышленный регулятор?
4. Что такое балластные постоянные времени промышленных регуляторов?

### Практические задания

*Практическое задание 1. Изучение работы и характеристик гидравлических цилиндров.*  
 Цель задания: Изучить работу гидравлических цилиндров, их основные типы и методики расчета их основных характеристик.

*Практическое задание 2. Изучение работы и характеристик пневматических цилиндров*  
Цель задания: Изучить работу пневматических цилиндров, их основные типы и методики расчета их основных характеристик.

*Практическое задание 3 Условные обозначения различных электропневматических и пневматических элементов на принципиальных схемах*

Цель задания: Изучить условные обозначения различных электропневматических и пневматических элементов на принципиальных схемах

**Практическое задание 4.** *Условные обозначения различных электрогидравлических и гидравлических элементов на принципиальных схемах*

Цель задания: Изучить словные обозначения различных электрогидравлический и гидравлических элементов на принципиальных схемах

### **Расчетно-графическая работа**

#### **Расчет параметров и характеристик силовых и управляющих элементов систем автоматики**

##### *Задача 1*

#### **Расчет параметров и характеристик реверсивных управляемых выпрямителей**

Для реверсивной встречно-параллельной схемы управляемого тиристорного выпрямителя, работающего на активно-индуктивную нагрузку, рассчитать: среднее значение тока вентиля; действующее значение фазного тока первичных и вторичных обмоток силового трансформатора; действующее значение фазной ЭДС вторичных обмоток силового трансформатора; максимальное напряжение на вентиле; типовую мощность силового трансформатора.

Для заданного угла управления тиристорами одной из вентиляльных групп построить кривые: мгновенных значений токов вентиля и одной из фаз вторичной и первичной обмоток силового трансформатора; выпрямленной ЭДС на выходных зажимах выпрямителя, к которым подключается цепочка из последовательно включенных индуктивности и активного сопротивления нагрузки; выпрямленного тока нагрузки.

На этом же рисунке указать передний фронт импульса управления одним из тиристоров и построить кривую опорного напряжения для одного из каналов системы импульсно-фазового управления тиристорами.

Для пяти произвольных значений угла управления тиристорами одной из вентиляльных групп, охватывающих области выпрямительного и инверторного режимов, построить внешние характеристики выпрямителя.

Для трёх произвольных значений тока нагрузки, не превышающих двукратное номинальное среднее значение выпрямленного тока, построить характеристики управления силовой части выпрямителя. В числе этих характеристик должна быть и регулировочная характеристика выпрямителя, то есть характеристика управления силовой части на холостом ходу, когда ток нагрузки равен нулю. Построить характеристику управления всего управляемого выпрямителя с учётом формы опорного напряжения системы импульсно-фазового управления тиристорами и необходимости ограничения максимального угла управления вентиляльной группой, работающей в инверторном режиме, значением  $17\pi/18$ . Данную характеристику строить для режима холостого хода выпрямителя.

Записать формулу передаточной функции выпрямителя по управляющему воздействию и рассчитать значения входящих в нее коэффициента усиления и постоянной времени, полагая, что система управления преобразователем безынерционна и сигнал управления меняется в "малом".

Для случая отдельного управления вентиляльными комплектами описать логику отдельного управления вентиляльными комплектами, на основании которой разработать логическое переключающее устройство.

Вариант задания выбирается из табл.1 и 2 в соответствии с предпоследней и последней цифрами номера зачетной книжки.

При указанных выше построениях считать, что коммутация тиристоров протекает мгновенно. Считать, что ток нагрузки идеально сглажен, индуктивное сопротивление нагрузки стремится к бесконечности (режим с источником тока в цепи нагрузки).

Таблица 1

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Силовая схема	Управление вентиляльными группами	Форма опорного напряжения
0	Шестифазная нулевая	Раздельное	Пилообразное
1	Трехфазная мостовая	Раздельное	Косинусоидальное
2	Шестифазная нулевая	Совместное	Пилообразное
3	Однофазная мостовая	Раздельное	Косинусоидальное
4	Шестифазная нулевая	Раздельное	Косинусоидальное
5	Трехфазная мостовая	Раздельное	Пилообразное
6	Трехфазная нулевая	Совместное	Пилообразное
7	Однофазная нулевая	Совместное	Косинусоидальное
8	Трехфазная мостовая	Совместное	Косинусоидальное
9	Однофазная нулевая	Раздельное	Пилообразное

Таблица 2

Последняя цифра номера зачетной книжки	$U_{om}$ В	$E_1$ В	$E_{дн}$ В	$R_d$ Ом	$L_\phi$ Гн	$\alpha$ рад
0	12	380	110	1,00	0,0015	$\pi/9$
1	10	220	60	2,00	0,0010	$\pi/5$
2	15	380	440	2,00	0,0009	$\pi/4$
3	12	220	220	0,50	0,0070	$2\pi/9$
4	12	110	60	0,80	0,0011	$5\pi/12$
5	10	220	440	2,50	0,0012	$\pi/10$
6	15	380	110	0,25	0,0014	$3\pi/10$
7	12	110	110	1,50	0,0017	$\pi/3$
8	10	110	220	0,75	0,0005	$4\pi/12$
9	15	220	110	1,20	0,0011	$\pi/18$

Частота напряжения питающей сети 50 Гц, длина рабочего линейного участка пилообразного опорного напряжения равна  $\pi$  рад.

В табл. 2 приняты обозначения:

$U_{om}$  - амплитуда опорного напряжения системы управления;

$E_1$  - действующее значение линейной ЭДС питающей сети;

$E_{дн}$  - номинальное среднее значение выпрямленной ЭДС (среднее значение выпрямленно-

го напряжения на выходе выпрямителя при угле управления одной из вентильных групп, равном  $\pi/18$ , и отсутствии тока нагрузки);

$R_d$  - активное сопротивление нагрузки;

$L_\phi$  - приведенная к цепи выпрямленного тока индуктивность рассеяния фазы силового трансформатора;

$\alpha$  - угол управления тиристорами одной из вентильных групп, для которого строятся диаграммы мгновенных значений токов и напряжений на элементах схемы выпрямителя.

### Задача 2

Синтез по заданным параметрам схем регуляторов и корректирующих звеньев на основе операционных усилителей

Для указанной в табл.1 передаточной функции  $W(p) = U_{вых}(p)/U_{вх}(p)$ , где  $U_{вых}(p)$ ,  $U_{вх}(p)$  - изображения по Лапласу входной и выходной координат, привести упрощенную принципиальную схему звена, реализующего эту функцию, полагая, что оно выполнено на основе одного или нескольких операционных усилителей. Рассчитать значения активных и реактивных сопротивлений во входных цепях и цепях обратной связи операционных усилителей, при которых будут получены параметры указанной в задании передаточной функции.

Вид передаточной функции и ее параметры выбираются из табл. 1 в соответствии с предпоследней и последней цифрами номера зачетной книжки.

Таблица 1

Предпоследняя цифра номера зачетной книжки	Передаточная функция $W(p)$	Последняя цифра номера зачетной книжки	Коэффициент $k$	Постоянная времени $T_1$ , с	Постоянная времени $T_2$ , с
0	$k(T_1p+1)+1/(T_2p+1)$	0	1,25	0,01	0,05
1	$k+T_1p$	1	5,50	0,02	0,10
2	$k+T_1p+1/(T_2p)$	2	7,80	0,10	0,15
3	$k/(T_1p+1)$	3	0,50	0,20	0,30
4	$k+1/(T_1p)$	4	0,20	0,25	0,35
5	$k/[(T_1p+1)(T_2p+1)]$	5	9,60	0,40	0,20
6	$k+1/(T_1p+1)$	6	13,00	0,10	0,15
7	$k(T_1p+1)/(T_2p+1)$	7	6,60	0,70	0,33
8	$1/(T_1p)+k/(T_2p+1)$	8	0,80	0,05	0,25
9	$k/[T_1p(T_2p+1)]$	9	10,00	0,44	0,23

## 3.2 Задания для промежуточной аттестации

### Контрольные вопросы к экзамену

- 1 Понятие элемента системы автоматики и классификация элементов.
- 2 Математическое описание элементов систем автоматики, их основные координаты и основные характеристики.
- 3 Генератор постоянного тока независимого возбуждения, его схема, принцип действия, характеристика управления, переходная характеристика, внешние характеристики и передаточная функция.



4 Электромашинный усилитель поперечного поля, его схема, принцип действия, характеристика управления, внешние характеристики и передаточная функция.

5 Магнитные усилители с выходом на постоянном токе, их схемы, принцип действия, характеристика управления, внешние характеристики и передаточная функция.

6 Управляемые выпрямители, их достоинства и недостатки, принцип действия, функциональная схема и основные ее координаты, регулировочные характеристики  $p$ -пульсных выпрямителей.

7 Силовые схемы нереверсивных управляемых выпрямителей, расчет параметров их основных силовых элементов, понятие о процессе коммутации вентилей, сравнительный анализ схем по основным техническим показателям.

8 Основные принципы управления вентилями выпрямителей, функциональная схема канала системы импульсно-фазового управления вертикального типа, синхронизация опорных напряжений системы управления с питающей сетью, распределение импульсов управления по тиристорам.

9 Построение реверсивных схем управляемых выпрямителей, способы совместного и отдельного управления вентильными комплектами выпрямителей и их достоинства и недостатки.

10 Функциональные схемы выпрямителей с совместным и отдельным управлением, входные и выходные координаты реверсивных выпрямителей с совместным и отдельным управлением, назначение логического переключающего устройства.

11 Статические характеристики управляемых выпрямителей при косинусоидальной и пилообразной форме опорных напряжений системы импульсно-фазового управления.

12 Динамические характеристики управляемых выпрямителей, передаточные функции управляемых выпрямителей.

13 Широтно-импульсные преобразователи, их достоинства и недостатки, принцип действия, функциональная схема и ее основные координаты.

14 Силовые схемы транзисторных широтно-импульсных преобразователей, способы симметричной и несимметричной коммутации силовых ключей реверсивных широтно-импульсных преобразователей, достоинства и недостатки этих способов.

15 Внешние характеристики широтно-импульсных преобразователей, характеристика управления реверсивного широтно-импульсного преобразователя, передаточные функции широтно-импульсных преобразователей.

16 Трехфазный преобразователь частоты с автономным инвертором, его принцип действия, функциональная схема и ее основные координаты, достоинства и недостатки преобразователей частоты на основе автономных инверторов напряжения и на основе автономных инверторов тока.

17 Силовая транзисторная схема трехфазного преобразователя частоты на основе автономного инвертора напряжения.

18 Гармонический состав выходных координат преобразователей частоты на основе автономных инверторов, улучшение гармонического состава путем широтно-импульсной модуляции выходных координат, передаточные функции преобразователей частоты с промежуточным звеном постоянного тока.

19 Преобразователи частоты с непосредственной связью с питающей сетью, их принцип действия, достоинства и недостатки, функциональная схема и ее основные координаты.

20 Силовые схемы нулевых и мостовых преобразователей частоты с непосредственной связью с питающей сетью, их достоинства и недостатки, управление вентилями преобразователей частоты с непосредственной связью, характеристики управления и динамические характеристики преобразователей частоты с непосредственной связью.

21 Электрические двигатели постоянного тока независимого возбуждения, их принцип действия и схема, достоинства и недостатки, входные и выходные координаты.

22 Структурные схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения, передаточная функция двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

23 Двухфазные асинхронные двигатели, их принцип действия и силовая схема, достоинства и недостатки, механические и динамические характеристики двигателя при амплитудном регулировании скорости.

24 Трехфазные асинхронные двигатели, их принцип действия и силовая схема, достоинства и недостатки, основные способы регулирования скорости и соответствующие им механические характеристики, динамические характеристики и линеаризованная структурная схема при частотном управлении

25 Операционный усилитель, функциональная схема усилителя и ее основные координаты, схемы включения операционных усилителей по прямому и инверсному входу и расчет коэффициентов усиления в этих схемах.

26 Общие принципы построения регуляторов на основе операционных усилителей, схемы пропорционального, интегрального, пропорционально-интегрального, пропорционально-дифференциального, пропорционально-интегрально-дифференциального регуляторов и расчет параметров их схем

27 Задатчики интенсивности, их назначение и принцип действия, схемы однократно интегрирующих задатчиков интенсивности, расчет параметров их основных элементов, переходные характеристики однократно интегрирующих задатчиков интенсивности.

28 Фазовые детекторы, их назначение, входные и выходная координаты, принцип действия, расчетная схема, амплитудный и фазовый режим работы фазовых детекторов и характеристики управления в этих режимах.

29 Цифроаналоговые преобразователи, их назначение, принцип действия, схема, входная и выходная координаты, характеристика управления.

30 Аналого-цифровые преобразователи, их назначение, принцип действия, функциональная схема, входная и выходная координаты, характеристика управления.

31 Датчики угла на основе сельсинов, принцип действия сельсина и его входная и выходные координаты, амплитудный и фазовый режим работы сельсина и характеристики управления в этих режимах.

32 Датчик угла рассогласования на сельсинах, его работа и характеристика управления.

33 Цифровой датчик угла на основе кодового диска, его работа и характеристика управления.

34 Тахогенератор постоянного тока, его принцип действия и схема, входная и выходная координаты, характеристика управления, передаточная функция тахогенератора с выходным фильтром.

35 Асинхронный тахогенератор, его принцип действия и схема, входная и выходные координаты, характеристики управления.

36 Цифровой датчик скорости, его структурная схема, входная и выходная координаты, принцип действия реверсивного цифрового датчика скорости на основе фотоэлектрического датчика импульсов, способы формирования выходного цифрового кода.

37 Датчики тока и датчики напряжения, их входные и выходные координаты, функциональные схемы и принцип действия, характеристики управления.

38. Достоинства, недостатки и области применения электрогидравлических элементов систем автоматики.

39. Достоинства, недостатки и области применения электропневматических элементов систем автоматики.

40. Физические основы работы пневматических систем.

41. Физические основы работы гидравлических систем.

42. Условные обозначения на принципиальных схемах пневматических систем.

43. Условные обозначения на принципиальных схемах гидравлических систем.

44. Гидравлические двигатели, их работа, устройство и расчет основных характеристик.
45. Пневматические двигатели, их работа, устройство и расчет основных характеристик.
47. Гидравлические цилиндры, их работа, устройство и расчет основных характеристик.
48. Пневматические цилиндры, их работа, устройство и расчет основных характеристик.
49. Электропневматические распределители, их работа, устройство и способы управления ими.
50. Электрогидравлические распределители, их работа, устройство и способы управления ими.
51. Гидравлические и пневматические клапаны, их виды, устройство и работа.
52. Гидравлические и пневматические дроссели и регуляторы, их устройство, работа и расчет основных параметров.

### Типовые экзаменационные задачи

*Задача 1.* Воздух при нормальном атмосферном давлении  $p_1 = 1,013$  бар, занимающий первоначальный объем  $V_1 = 2000$  л, сжимается при постоянстве температуры (изотермически) до объема  $V_2 = 300$  л. Определить давление воздуха  $p_2$  после сжатия.

*Задача 2.* Воздух при нормальном атмосферном давлении  $p_1 = 1,013$  бар и температуре  $t_1 = 22$  °С, занимающий первоначальный объем  $V_1 = 2000$  л, сжимается, сжимается при постоянстве давления (изобарически) до объема  $V_2 = 1500$  л. Какой должна быть температура  $t_2$  после сжатия, чтобы процесс сжатия был изобарическим.

*Задача 3.* Воздух фиксированного объема и фиксированной массы при давлении  $p_1 = 1,013$  бар и температуре  $t_1 = 22$  °С нагревается без изменения объема (изохорически) до температуры  $t_2 = 80$  °С. Какое будет давление воздуха  $p_2$  в конце нагрева.

*Задача 4.* Воздух при нормальном атмосферном давлении  $p_1 = 1,013$  бар, занимающий первоначальный объем  $V_1 = 2000$  л, сжимается без теплообмена с окружающей средой (адиабатически) до объема  $V_2 = 300$  л. Для воздуха показатель адиабаты  $k = 1,4$ . Определить давление воздуха  $p_2$  после сжатия.

*Задача 5.* В процессе подготовки рабочего воздуха для пневматической системы атмосферный воздух в объеме  $V_1 = 20$  м<sup>3</sup> и давлении  $p_1 = 1,013$  бар при температуре 20 °С и относительной влажности 70 % сжимается до избыточного давления  $p_2 = 8$  бар. Температура при сжатии поддерживается на уровне 30 °С. Определить массу водяного конденсата выделившегося из воздуха при его сжатии.

*Задача 6.* Воздух поступает в пневматическую систему через воздухопровод с эквивалентным сечением  $s = 40$  мм<sup>2</sup>. Скорость воздушного потока меньше скорости звука. Давление воздуха на входе воздухопровода  $p_1 = 8$  бар, давление воздуха на выходе воздухопровода  $p_2 = 6$  бар. Определить объемный расход воздуха  $Q$  протекающего через воздухопровод.

*Задача 7.* Воздух поступает в пневматическую систему через воздухопровод с эквивалентным сечением  $s = 40$  мм<sup>2</sup>. Скорость воздушного потока больше скорости звука. Давление воздуха на входе воздухопровода  $p_1 = 8$  бар. Определить объемный расход воздуха  $Q$  протекающего через воздухопровод.

*Задача 8.* При работе гидравлической системы жидкость массой  $m = 1000$  кг поднимается на высоту  $h = 50$  м. Определить потенциальную энергию  $W$ , которую запасла жидкость после подъема. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 9,81$  м / с<sup>2</sup>.

*Задача 9.* Жидкость массой  $m = 100$  кг движется со скоростью  $V = 5$  м/с. Определить кинетическую энергию  $W$  движущейся жидкости.

*Задача 10.* При протекании объема жидкости  $U = 1 \text{ м}^3$  через элемент гидравлической системы давление на выходе элемента уменьшилось, по сравнению с давлением на его входе на  $\Delta p = 1 \text{ бар} = 1 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Определить часть общей энергии потока жидкости преобразованную вследствие наличия трения в тепловую энергию.

*Задача 11.* При сжатии неидеальной жидкости до давления  $p = 1 \text{ бар}$  ее объем уменьшился на  $\Delta U = 0,015 \text{ м}^3$ . Определить энергию  $W$  запасенную жидкостью при сжатии.

*Задача 12.* Жидкость подается в гидравлическую систему по трубопроводу диаметром  $d = 10 \text{ мм}$  и длиной  $l = 10 \text{ м}$  со скоростью  $V = 1 \text{ м / с}$ . Вязкость жидкости  $\nu = 93 \text{ мм}^2 / \text{с} = 0,000093 \text{ м}^2 / \text{с}$ , плотность жидкости при температуре  $20^\circ\text{C}$   $\rho = 845 \text{ кг / м}^3$ . Определить потерю давления в трубопроводе  $\Delta p$ .

*Задача 13.* Гидравлическая установка работает при давлении жидкости на выходе подводящего трубопровода  $p = 100 \text{ бар} = 100 \cdot 10^5 \text{ Па} = 100 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2$  и расходе через трубопровод  $Q = 50 \text{ л / мин} = 0,000833 \text{ м}^3 / \text{с}$ . Определить гидравлическую мощность подводимую к гидравлической установке.

*Задача 15.* Неидеальная жидкость, находящаяся под атмосферным давлением, занимала объем  $U_0 = 0,04 \text{ м}^3$ . После сжатия ее до избыточного давления в  $\Delta p = 100 \text{ бар} = 100 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}$  ее объем уменьшился на  $\Delta U = 0,003 \text{ м}^3$ . Определить объемный модуль упругости жидкости.

*Задача 16.* Жидкость с плотностью  $\rho = 835 \text{ кг / м}^3$  протекает через дроссель с поперечным сечением места дросселирования  $A_d = 0,000025 \text{ м}^2$  и конструктивным коэффициентом расхода дросселя  $\alpha = 0,6$ . Потеря давления в дросселе  $\Delta p = 1,5 \text{ бар} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2$ . Определить расход жидкости через дроссель.

*Задача 17.* Гидромотор работает при давлении жидкости  $p = 60 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Геометрический рабочий объем мотора  $q = 0,0001 \text{ м}^3$ . Определить вращающий момент на валу гидромотора.

*Задача 18.* Гидромотор работает при объемном расходе жидкости  $Q = 0,002 \text{ м}^3 / \text{с}$ . Геометрический рабочий объем мотора  $q = 0,0001 \text{ м}^3$ . Определить частоту вращения вала гидромотора.

*Задача 19.* Объемный расход жидкости, втекающей в гидроцилиндр,  $Q = 0,002 \text{ м}^3 / \text{с}$ , эффективное сечение поршня  $A = 0,0025 \text{ м}^2$ . Определить скорость движения поршня гидроцилиндра.

*Задача 20.* Необходимое усилие на штоке гидроцилиндра  $F = 5000 \text{ Н}$ , давление жидкости в цилиндре  $p = 60 \cdot 10^5$ , гидромеханический КПД цилиндра  $\eta_{\text{гм}} = 0,9$ . Определить требуемый диаметр поршня цилиндра.

*Задача 21.* Пневмоцилиндр работает с избыточным давлением  $p_{\text{пит}} = 6 \text{ бар}$ , атмосферное давление  $p_{\text{атм}} = 1 \text{ бар}$ , площадь поршня  $A = 0,0025 \text{ м}^2$ , ход поршня  $s = 0,5 \text{ м}$ , число ходов в минуту  $n = 6 \text{ мин}^{-1}$ . Определить расход потребляемого пневмоцилиндром воздуха.

*Задача 22.* Действующее напряжение однофазной питающей сети переменного тока с частотой  $50 \text{ Гц}$  равно  $220 \text{ В}$ . Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя  $0,001 \text{ Гн}$ . Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для однофазного однополупериодного выпрямителя.

*Задача 23.* Действующее напряжение однофазной питающей сети переменного тока с частотой  $50 \text{ Гц}$  равно  $110 \text{ В}$ . Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя  $0,002 \text{ Гн}$ . Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для однофазного двухполупериодного нулевого выпрямителя.

*Задача 24.* Действующее напряжение однофазной питающей сети переменного тока с частотой  $50 \text{ Гц}$  равно  $110 \text{ В}$ . Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя  $0,002 \text{ Гн}$ . Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для однофазного двухполупериодного мостового выпрямителя.

*Задача 24.* Действующее линейное напряжение трехфазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 380 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,0015 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для трехфазного нулевого выпрямителя.

*Задача 25.* Действующее линейное напряжение трехфазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 380 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,0025 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для трехфазного мостового выпрямителя.

*Задача 26.* Действующее линейное напряжение трехфазной питающей сети переменного тока с частотой 50 Гц равно 380 В. Нагрузка питаемого от этой сети управляемого выпрямителя индуктивная. Индуктивность фазы выпрямителя 0,002 Гн. Рассчитать регулировочную и внешнюю характеристику для *шестифазного нулевого выпрямителя*.

*Задача 27.* Параметры некомпенсированного электродвигателя следующие: номинальная мощность  $P_n = 1 \text{ кВт}$ , номинальная скорость вращения якоря  $n_n = 2850 \text{ об/мин}$ ; номинальный КПД электродвигателя  $\eta_n = 0,835$ ; номинальное напряжение обмотки возбуждения  $U_{вн} = 110 \text{ В}$ ; номинальный ток обмотки возбуждения  $I_{вн} = 0,43 \text{ А}$ ; момент инерции якоря  $J = 0,019 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; номинальный магнитный поток возбуждения на один полюс  $\Phi = 0,0336 \text{ Вб}$ ; число пар полюсов  $p = 2$ , индуктивность обмотки возбуждения  $L_b = 0,156 \text{ Гн}$ ; номинальное напряжение якоря  $U_n = 220 \text{ В}$ . Составить структурную схему электрического двигателя постоянного тока независимого возбуждения и определить параметры ее динамических звеньев.

*Задача 28.* Параметры некомпенсированного электродвигателя следующие: номинальная мощность  $P_n = 3 \text{ кВт}$ , номинальная скорость вращения якоря  $n_n = 2810 \text{ об/мин}$ ; номинальный КПД электродвигателя  $\eta_n = 0,845$ ; номинальное напряжение обмотки возбуждения  $U_{вн} = 220 \text{ В}$ ; номинальный ток обмотки возбуждения  $I_{вн} = 0,23 \text{ А}$ ; момент инерции якоря  $J = 0,029 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; номинальный магнитный поток возбуждения на один полюс  $\Phi = 0,0336 \text{ Вб}$ ; число пар полюсов  $p = 2$ , индуктивность обмотки возбуждения  $L_b = 0,256 \text{ Гн}$ ; номинальное напряжение якоря  $U_n = 220 \text{ В}$ . Составить структурную схему электрического двигателя постоянного тока независимого возбуждения и определить параметры ее динамических звеньев.

*Задача 29.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 1 кОм, в выходной цепи последовательно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 1 мкФ. Определить передаточную функцию этого усилителя и рассчитать ее параметры.

*Задача 30.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 1 кОм, в выходной цепи параллельно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 1 мкФ. Определить передаточную функцию этого усилителя и рассчитать ее параметры.

*Задача 31.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 5 кОм, в выходной цепи параллельно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 1 мкФ. Определить переходную характеристику этого усилителя и рассчитать ее параметры.

*Задача 32.* Операционный усилитель включен по схеме с инвертирующим входом. Во входной цепи включено сопротивление 5 кОм, в выходной цепи последовательно включены сопротивление 10 кОм и конденсатор 5 мкФ. Определить переходную характеристику этого усилителя и рассчитать ее параметры.