Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2025 12:59:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль

Роботы и робототехнические комплексы

Квалификация

Бакалавр

Формы обучения

очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Автоматика и управление»,
к.т.н., доцент  /А.С. Маклаков/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров /

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 5
3.3 Содержание дисциплины ... 8
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 9
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 9
4.2 Основная литература ... 9
4.3 Дополнительная литература ... 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 10
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5 Материально-техническое обеспечение ... 10
6 Методические рекомендации ... 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 11
7 Фонд оценочных средств ... 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 13
7.3 Оценочные средства ... 17

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов» является приобретение теоретических, практических знаний и навыков в области систем управления электроприводами и силовыми полупроводниковыми преобразователями.

К основным задачам освоения дисциплины «Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов» следует отнести:

– изучение особенностей разработки систем управления электроприводами;

– изучение принципов действия силовых полупроводниковых преобразователей электрической энергии постоянного и переменного тока в составе мехатронных систем, режимов работы и характеристик.

Обучение по дисциплине «Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ПК-6 Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств робототехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ИПК-6.1. Понимает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств робототехнических систем, выбирает системы автоматизированного проектирования робототехнических систем; ИПК-6.2. Работает с программными средствами с использованием современных прикладных программ по расчету робототехнических систем; ИПК-6.3. Рассчитывает и проектирует детали, узлы и устройства робототехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.	**Знать:** методы синтеза систем автоматического управления координат автоматизированного электропривода **Уметь:** правильно и рационально составлять техническое задание на проектирование системы управления электроприводом **Владеть:** навыками использования современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых электроприводов

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)» Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование;

Диагностика и надежность автоматизированных систем;

Механика роботов и мехатронных модулей;

Проектирование автоматизированных систем;

Производственная практика (проектно-технологическая);
Специальные главы математики;
Теория автоматического управления;
Технические средства автоматизации;
Техническое обслуживание и ремонт оборудования;
Управление роботами и робототехническими комплексами;
Эксплуатация и наладка мехатронных и робототехнических систем;
Электрические машины;
Электротехника.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			7
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	-	-
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**
	В том числе:		
2.1	Выполнение и защита РГР	28	28
2.2	Подготовка к экзамену	18	18
2.3	Подготовка отчетов по лабораторным работам	8	8
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен
	Итого	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Определение и функции электрических исполнительных систем робототехнических комплексов (ЭИСРК).**	**26**	**10**	**0**	**4**	**0**	**12**
1.1	Тема 1. Определение ЭИСРК. Основные и вспомогательные функции ЭИСРК. Цели, задачи и		2				

	содержание дисциплины. Понятие «Система силовой преобразовательной техники».						
1.2	Тема 2. Общие сведения об электроприводах с управлением по жесткой программе. Релейно-контакторные ЭИСРК.		2				2
1.3	Тема 3. Классификация силовых полупроводниковых преобразователей по способу преобразования электрической энергии.		2				2
1.4	Тема 4. Основная элементная база силовой преобразовательной техники. Области применения.		2				2
1.5	Тема 5. Исследование трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс.				4		4
1.6	Тема 6. Определение структурной, функциональной и принципиальной схем электропривода, примеры.		2				2
2	**Раздел 2. Типовые узлы простых релейно-контакторных схем.**	**28**	**10**	**0**	**4**	**0**	**14**
2.1	Тема 1. Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока, работающая с заданием времени.		2				2
2.2	Тема 2. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле времени, описание работы схемы.		2				2
2.3	Тема 3. Методики расчета разомкнутых систем управления электроприводами постоянного тока.		2				2
2.4	Тема 4. Структура и принцип работы системы импульсно-фазового управления. Фазовая, регулировочная и внешняя характеристика преобразователя.		2				2
2.5	Тема 5. Исследование системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем.				4		4
2.6	Тема 6. Принципы регулирования момента в типовых узлах простых схем.		2				2
3	**Раздел 3. Системы автоматического регулирования (САР) электроприводов с**	**28**	**10**	**0**	**4**	**0**	**14**

	преобразователями частоты в ЭИСРК.						
3.1	Тема 1. Понятие системы автоматического регулирования (САР). Функциональная модель, математическое описание и структурная схема САР.		2				2
3.2	Тема 2. Расчет и выбор параметров преобразователя частоты для системы частотного регулирования		2				2
3.3	Тема 3. Основные формулы перехода от циклограммы к структурным формулам. Принцип работы, основные характеристики и особенности работы на активно-индуктивную нагрузку и противо-э.д.с.		2				2
3.4	Тема 4. Исследование активного выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс.				4		4
3.5	Тема 5. Синусоидальная ШИМ. Коэффициент модуляции. Синусоидальная ШИМ с предмодуляцией.		2				2
3.6	Тема 6. Автономный инвертор напряжения (АИН).		2				2
4	**Раздел 4. Векторное и скалярное управление. Защиты электроприводов**	**26**	**6**	**0**	**6**	**0**	**14**
4.1	Тема 1. Этапы синтеза векторных и скалярных систем управления. Понятие синхронизации.		1				2
4.2	Тема 2. Расчет электропривода постоянного тока с подчиненным регулирование координат.		1				2
4.3	Тема 3. Многопульсные силовые схемы подключения силовых полупроводниковых преобразователей. Многоуровневые преобразователи.		1				2
4.4	Тема 4. Исследование автономного инвертора напряжения на основе ШИМ.				6		4
4.5	Тема 5. Управление синхронными и асинхронными двигателями. Системы защиты преобразователей. Расчет аварийных токов в различных режимах.		1				2

4.6	Тема 6. Требования к защите и защитной аппаратуре. Системы защит от аварийных токов. Выбор предохранителей, автоматических выключателей. Системы, схемы и средства защиты от перенапряжений.		2				2
	Итого	**108**	**36**	**0**	**18**	**0**	**54**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Определение и функции электрических исполнительных систем робототехнических комплексов (ЭИСРК)

Основные и вспомогательные функции ЭИСРК. Цели, задачи и содержание дисциплины. Понятие «Система силовой преобразовательной техники». Классификация силовых полупроводниковых преобразователей по способу преобразования электрической энергии. Основная элементная база силовой преобразовательной техники. Области применения. Определение структурной, функциональной и принципиальной схем, примеры. Основные характеристики и принцип работы однофазной однополупериодной схемы выпрямления. Работа на активную, активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузку и на противо-э.д.с.

Раздел 2. Типовые узлы простых релейно-контакторных схем. Тиристорные преобразователи

Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока, работающая с заданием времени. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле времени, описание работы схемы. Структура и принцип работы системы импульсно-фазового управления. Фазовая, регулировочная и внешняя характеристика преобразователя. Принципы регулирования момента в типовых узлах простых схем. Принцип работы и основные характеристики трехфазной мостовой схемы выпрямления. Работа схемы на активную, активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузку и противо-э.д.с. Реверсивный тиристорный преобразователь.

Раздел 3. Системы автоматического регулирования (САР) электроприводов с преобразователями частоты в ЭИСРК

Понятие системы автоматического регулирования (САР). Функциональная модель, математическое описание и структурная схема САР. Основные формулы перехода от циклограммы к структурным формулам: условия включения и отключения, необходимые условия справедливости структурной формулы. Автономный инвертор напряжения (АИН). Принцип работы, основные характеристики и особенности работы на активно-индуктивную нагрузку и противо-э.д.с. Синусоидальная ШИМ. Коэффициент модуляции. Синусоидальная ШИМ с предмодуляцией.

Раздел 4. Векторное и скалярное управление. Защиты электроприводов

Этапы синтеза векторных и скалярных систем управления. Понятие синхронизации. Многопульсные силовые схемы подключения силовых полупроводниковых преобразователей. Многоуровневые преобразователи. Управление синхронными и асинхронными двигателями. Системы защиты преобразователей. Расчет аварийных токов в различных режимах. Требования к защите и защитной аппаратуре. Системы защит от аварийных токов. Выбор предохранителей, автоматических выключателей. Системы, схемы и средства защиты от перенапряжений.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Не предусмотрены.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия 1-2. Лабораторная работа №1. Исследование трехфазной мостовой схемы выпрямления на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс.

Лабораторные занятия 3-4. Лабораторная работа №2. Исследование системы импульсно-фазового управления трехфазным мостовым тиристорным преобразователем.

Лабораторные занятия 5-6. Лабораторная работа №3. Исследование активного выпрямителя по трехфазной мостовой схеме выпрямления при работе на активную, активно-индуктивную, емкостную нагрузку и противо-эдс.

Лабораторные занятия 7-9. Лабораторная работа №4. Исследование автономного инвертора напряжения на основе ШИМ.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы : учебное пособие / В. Л. Афонин, В. А. Макушкин. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 221 с. — ISBN 978-5-4497-3302-3.

2. Балабанов П.В. Техническое зрение робототехнических комплексов : учебное пособие / Балабанов П.В., Дивин А.Г., Егоров А.С.. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2096-3.

3. Рогов, И. Е. Электрические и электронные управляющие системы и комплексы : учебное пособие / И. Е. Рогов. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2023. — 186 с. — ISBN 978-5-7890-2093-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/130468.html

4.3 Дополнительная литература

1. Электрические измерения в электроэнергетических системах и комплексах : учебное пособие / М. А. Каменская, А. В. Кобелев, А. Н. Кагдин [и др.]. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2023. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2611-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/141102.html

2. Гладков Э.А. Робототехнические комплексы для дуговой и контактной сварки : учебное пособие / Гладков Э.А., Киселев О.Н.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 107 с. — ISBN 978-5-7038-3269-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/31541.html

3. Пахомова Л.В. Промышленные роботы и робототехнические системы : учебное пособие / Пахомова Л.В.. — Новосибирск : Сибирский государственный университет водного транспорта, 2022. — 78 с. — ISBN 978-5-8119-0933-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/148824.html

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Matlab/Simulink
3. Microsoft-Windows

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru

2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru

3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.

4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

3. Лабораторное оборудование.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть

место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля.

При подготовке к лабораторным работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части лабораторной работы следует подвести ее итоги: раскрыть положительные стороны и недостатки. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов РГР;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение и защита РГР;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- экзамен;
- защита РГР.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ПК-6	Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств робототехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика оценочного средства
1	Текущий	Защита лабораторной работы	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили

			работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
2	Текущий	Выполнение и защита РГР	Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд заданий в соответствие с методическим указанием. РГР оценивается по 100 бальной шкале. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита РГР каждого студента индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
3	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Критерии оценивания компетенций

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ПК-6. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств робототехнических систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования.				
знать: методы синтеза систем автоматического управления координат автоматизированного электропривода	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методы синтеза систем автоматического управления координат автоматизированного электропривода.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методы синтеза систем автоматического управления координат автоматизированного электропривода. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методы синтеза систем автоматического управления координат автоматизированного электропривода. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методы синтеза систем автоматического управления координат автоматизированного электропривода. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: правильно и рационально составлять техническое задание на проектирование системы управления электроприводом	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет правильно и рационально составлять техническое задание на проектирование системы управления электроприводом	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: правильно и рационально составлять техническое задание на проектирование системы управления электроприводом. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: правильно и рационально составлять техническое задание на проектирование системы управления электроприводом. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: правильно и рационально составлять техническое задание на проектирование системы управления электроприводом. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в

		умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками использования современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых электроприводов	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками использования современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых электроприводов	Обучающийся не в полностью владеет навыками использования современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых электроприводов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет навыками использования современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых электроприводов. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками использования современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых электроприводов. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамен

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита лабораторных работ	Зачтено: набрано 3 и более баллов Незачтено: набрано 2 и менее баллов Расчеты выполнены верно – 1 балл, выводы логичны и обоснованы – 1 балл, оформление работы соответствует требованиям – 1 балл, правильный ответ на один вопрос (при защите задаётся 2 вопроса) – 1 балл.	Отчет по лабораторной работе содержит расчеты, выводы. Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие лабораторную работу к защите не допускаются
Выполнение и защита РГР	От 0 до 100 баллов	Набрано 85 и более баллов за РГР. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. Набрано от 70 до 84 баллов. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом

		могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. Набрано от 51 до 69 баллов. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации Набрано менее 50 баллов. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Теоретические вопросы к лабораторной работе №1:

1. По каким признакам классифицируются выпрямители?
2. Какова наиболее полная структурная схема выпрямителя и почему она может упрощаться?
3. Какие схемы применяются для выпрямления однофазного тока?
4. Как работают однофазные и трёхфазные схемы выпрямления?
5. Какие допущения принимаются при анализе схем выпрямления?

Теоретические вопросы к лабораторной работе №2:

1. Структура системы импульсно-фазового управления.
2. Назначение основных функциональных блоков системы импульсно-фазового управления.
3. Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при различных нагрузках.
4. Фазовые характеристики управляемых выпрямителей при различных нагрузках.
5. Требования, предъявляемые к системе импульсно-фазового управления.

Теоретические вопросы к лабораторной работе №3:

1. Назовите основные трехфазные схемы выпрямления.

2. Какова частота пульсации выпрямленного напряжения в изучаемых схемах?

3. Что такое внешняя характеристика? От каких параметров зависит её наклон в непрерывном режиме?

4. Что такое угол регулирования? В чём отличие угла регулирования от угла проводимости? От какой точки отсчитывается угол регулирования на временных диаграммах входного напряжения выпрямителя при m = 2, 3 и 6?

5. Что такое регулировочная характеристика управляемого выпрямителя? Почему при Lнагр →∞ регулировочные характеристики для различных схем выпрямления имеют одинаковый вид?

Теоретические вопросы к лабораторной работе №4:

1. Силовая схема трехфазного мостового автономного инвертора напряжения.

2. Принцип базового закона коммутации.

3. Принцип широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

4. Особенности работы трехфазного мостового автономного инвертора напряжения на активно-индуктивную нагрузку.

5. Особенности работы трехфазного мостового автономного инвертора напряжения на емкостную нагрузку.

РГР

Задание на РГР:

Расчет и выбор преобразователя частоты. Расчет и выбор автономного инвертора напряжения. Расчет и выбор полупроводниковых модулей IGBT для инвертора напряжения. Расчет и выбор активного выпрямителя напряжения. Расчет и выбор полупроводниковых модулей IGBT для активного выпрямителя. Расчет фильтра звена постоянного тока. Выбор силового трансформатора. Выбор силовых фильтров. Расчет и построение основных характеристик.

Типовые вопросы к защите РГР

1. Как выбирается преобразователь частоты для электропривода?

2. Чем обоснован выбор активного выпрямителя напряжения?

3. Какой способ управления двигателем используется? Поясните его принцип.

4. Как выбраны защиты электропривода?

5. Каким образом управляются полностью управляемые полупроводниковые модули?

6. Какие допущения принимаются при создании схем замещения?

7. Как учитывается ВАХ диодов при создании схем замещения?

8. Какие возможны виды нагрузок выпрямителя?

9. Как и зачем строятся временные диаграммы токов и напряжений?

10. Назовите основные величины, используемые при описании работы выпрямителей.

11. Назовите режимы работы выпрямителя и их отличия.

12. Какова частота пульсаций в различных схемах выпрямления?

13. Почему и как влияет характер нагрузки на форму токов в выпрямителе?

14. Как определяются основные соотношения между токами и напряжениями в схемах выпрямления?

15. Пояснить назначение блоков виртуальной модели, имитирующей трёхфазный диодный выпрямитель.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Перечень вопросов экзамену

Текст вопроса	**Код компетен-ции**
1. Определение и функции электрических исполнительных систем робототехнических комплексов (ЭИСРК).	ПК-6
2. Основные принципы построения систем управления пуском, торможением реверсом электроприводов.	ПК-6
3. Синтез системы управления пуском двигателя постоянного тока (ДПТ) в функции времени.	ПК-6
4. Синтез системы управления пуском ДПТ в функции скорости (ЭДС).	ПК-6
5. Синтез системы управления пуском ДПТ в функции тока.	ПК-6
6. Анализ статических характеристик электроприводов постоянного тока с отрицательной обратной связью по напряжению.	ПК-6
7. Анализ статических характеристик электроприводов постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости.	ПК-6
8. Анализ статических характеристик электроприводов постоянного тока с отрицательной обратной связью по напряжению.	ПК-6
9. Анализ статических характеристик электроприводов постоянного тока с комбинацией обратных связей: положительной по току и отрицательной по напряжению.	ПК-6
10. Анализ статических характеристик электроприводов постоянного тока с комбинацией обратных связей: положительной по току и отрицательной по скорости.	ПК-6
11. Схемы замещения асинхронного двигателя при питании от источников напряжения и тока.	ПК-6
12. Скалярное управление частотно-регулируемого асинхронного электропривода.	ПК-6
13. Разомкнутые системы частотного управления.	ПК-6
14. Скалярное управление частотно-регулируемого асинхронного электропривода.	ПК-6
15. Стандартные настройки систем подчиненного регулирования (СПР)	ПК-6
16. Синтез параметров регулятора контура тока СПР, понятие малой постоянной времени, допущения, принимаемые при синтезе	ПК-6
17. Синтез параметров регулятора контура скорости однократно интегрирующей двухконтурной СПР	ПК-6
18. Синтез параметров регулятора контура скорости двукратно интегрирующей двухконтурной СПР	ПК-6
19. Замкнутые системы частотного управления: Частотно-токовое управление	ПК-6
20. Основы робототехники, базирующиеся на механике, электронике и информатике.	ПК-6

21. Передаточные механизмы.	ПК-6
22. Основные принципы организации движения роботов.	ПК-6
23. Синтез линейной следящей системы непрерывного действия с помощью метода модального управления.	ПК-6
24. Каковы достоинства и недостатки систем с подчинённым регулированием координат?	ПК-6
25. Место промышленных роботов в автоматизированном производстве. Технические показатели промышленных роботов. Требования к приводам.	ПК-6
26. Типовые кинематические схемы. Основные компоновочные решения. Рабочие органы манипуляторов. Сенсорные системы.	ПК-6
27. Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления.	ПК-6
28. Системы и способы программного управления. Типы систем управления промышленными роботами.	ПК-6
29. Синтез линейной следящей системы непрерывного действия с помощью метода подчиненного регулирования координат.	ПК-6
30. Основные уравнения и показатели, характеризующие работу непрерывных следящих систем электропривода. Статические и динамические режимы работы типовых следящих электроприводов.	ПК-6