Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 20.09.2023 16:19:44
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 факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«16» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление электромеханическими системами»

Направление подготовки
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Роботы и робототехнические устройства»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

к.т.н., доцент_____ А.В. Кузнецов

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
к.т.н., доцент /А.В. Кузнецов/

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 7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
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 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 11
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 12
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 12
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 13
7. Фонд оценочных средств 14
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 15
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 16
7.3. Оценочные средства 17

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Управление электромеханическими системами» следует отнести:

- изучение принципов построения, методов расчета и проектирования электроприводов промышленного и бытового назначения, отвечающих предъявляемым требованиям к качеству и надежности работы;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

К основным задачам освоения дисциплины «Управление электромеханическими системами» следует отнести:

- приобретении теоретических и практических знаний и навыков, позволяющих разрабатывать электроприводы на основе современных методов и средств автоматики, электроники и электротехники.

Обучение по дисциплине «Управление электромеханическими системами» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-7. Способен производить необходимые расчеты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления	ИОПК -7.1. **Знает** современные типовые технические средства автоматизации; методику выбора технических средств при решении конкретной задачи автоматизации; принципы работы и схемотехнику современных устройств управления; ИОПК -7.2. **Умеет** оптимизировать состав технических средств автоматизации; создавать схемы автоматических систем контроля и управления для объектов и процессов машиностроения; читать и разрабатывать простейшие электрические схемы ИОПК-7.3. **Владеет** методами рационального выбора технических средств автоматизации с учетом особенности решаемой задачи; **Имеет навыки** моделирования электронных схем в специализированном ПО

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление электромеханическими системами» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профиль «Роботы и робототехнические устройства» очной формы обучения.

Дисциплина «Управление электромеханическими системами» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части Блока 1 :

- основы управления и автоматики;
- теория автоматического управления;
- технические средства автоматизации и управления.

В части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1:

- микропроцессорные системы управления;
- промышленные роботы и робототехнические комплексы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(е) единиц(ы) (288 часов).
Изучается на 3,4 семестрах обучения. Форма промежуточной аттестации -экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1.Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3 семестр	4 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**144**	72	72
	В том числе:			
1.1	Лекции	72	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	18	18
1.3	Лабораторные занятия	36	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**144**	72	72
	В том числе:			
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	72	36	36
2.2	Самостоятельное изучение	72	36	36
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		экзамен	экзамен
	Итого	**288**	144	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

***** Примечание Тематический план обучения удобнее представить в форме приложения к РПД, сделав такую запись: Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе. Пример оформления Приложения 1 прилагается.***

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Основы электротехники**		**14**	**14**	**6**		**28**
	Тема 1. Цепи постоянного тока		2	2	2		4
	Тема 2. Цепи переменного тока		2	2	2		4
	Тема 3. Пассивный четырехполюсник		2	2			4
	Тема 4. Резонансы в цепях синусоидального тока		2	2			4
	Тема 5. Трёхфазные цепи		2	2			4
	Тема 6. Переходные процессы в		2	2	2		4

	линейных электрических цепях						
	Тема 7. Нелинейная цепь постоянного тока		2	2			4
2	**Раздел 2. Основы теории полупроводников**		**14**		**2**		**28**
	Тема 8. Основные сведения о полупроводниках и их электрофизических свойствах. Полупроводниковые диоды		4				8
	Тема 9. Биполярные транзисторы		6		2		12
	Тема 10. Полевые транзисторы. Тиристоры		4				8
	Раздел 3. Аналоговая электроника		**20**	**2**	**10**		**40**
	Тема 11. Вторичные источники питания		2	2	2		4
	Тема 12. Усилители электрических сигналов. Общие сведения		2				4
	Тема 13. Усилители электрических сигналов. Схемы на БТ и ПТ		4		2		8
	Тема 14. Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители		4				8
	Тема 15. Операционные усилители (ОУ). Некоторые схемы на их основе		4		4		8
	Тема 16. Операционные усилители фильтры и генераторы		2		2		4
	Раздел 4. Цифровая электроника		**12**	**12**	**18**		**24**
	Тема 17. Введение в цифровую схемотехнику. Основы алгебры-логики		2	2			4
	Тема 18. Электронные ключи на транзисторах		2	2	2		4
	Тема 19. Логические и комбинационные устройства		2		6		4
	Тема 20. Последовательностные устройства		2		6		4
	Тема 21. Схемотехника цифро-аналоговых преобразователей		2	2	2		4
	Тема 22. Характеристики цифро-аналоговых преобразователей		2	2			4
	Тема 23. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей		2	2	2		4
	Тема 24. Характеристики аналого-цифровых преобразователей		2	2			4
	Тема 25. Основы микропроцессорной техники		4				8
	Раздел 5. Основы электропривода		**12**	**8**			**24**
	Тема 26. Магнитные цепи постоянного тока		2	2			4
	Тема 27. Однофазный трансформатор		2	2			4
	Тема 28. Асинхронные двигатели		4	2			8

	Тема 29. Двигатели постоянного тока параллельного возбуждения		4	2			8
Итого			**72**	**36**	**36**		**144**

3.3 Содержание дисциплины

Седьмой семестр

Электропривод как автоматическая система

Понятие автоматизированного электропривода (ЭП). Назначение и виды электроприводов. Принципы построения электропривода и его структура. Характеристики и требования к электроприводу. Управляемые координаты электропривода. Регулирование скорости вращения вала электродвигателя. Регулирование угла поворота вала двигателя. Регулирование двигателя по току (моменту).

Механика электропривода.

Механика электропривода. Одномассовая расчетная схема механической части ЭП. Метод приведения. Приведенный момент инерции ротора, приведенный момент сил. Уравнения динамики.

Электроприводы с двигателем постоянного тока (ДПТ).

ДПТ с независимым возбуждением, с последовательным и параллельным возбуждением. Электромеханические и механические характеристики ДПТ. Регулирование координат ДПТ с помощью резисторов. Регулирование координат ДПТ путем изменения напряжения. Установившееся и неустановившиеся движения ЭП и анализ их устойчивости.

Электроприводы с трехфазными асинхронными двигателями (АД).

АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Электромеханические и механические характеристики АД. Регулирование координат АД с помощью резисторов. Регулирование координат АД путем изменения напряжения. Регулирование координат АД путем изменения частоты питающего напряжения.

Характеристики и регулировочные свойства двигателей переменного тока и электроприводов на их основе.

Характеристики и регулировочные свойства двигателей переменного тока и электроприводов на их основе. ЭП в системе преобразователь напряжения - двигатель.

Способы управления и структурные схемы электроприводов переменного тока.

Способы управления и структурные схемы электроприводов переменного тока. Регулирование скорости, тока и момента с помощью резисторов в цепях ротора и статор

Динамические процессы в электроприводе.

Динамические процессы в электроприводе. Изменение магнитного потока возбуждения.

Энергетика и выбор мощности электродвигателя ЭП.

Энергетические показатели работы электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме, при переходных процессах и способы их снижения. Энергетика и выбор мощности электродвигателя ЭП.

Частотное регулирование скорости асинхронных двигателей.

Схема включения асинхронного двигателя при частотном регулировании. Механические характеристики асинхронного двигателя при частотном регулировании. Частотное регулирование скорости асинхронных двигателей с непосредственной связью и со звеном постоянного тока. Техническая реализация преобразователей частоты и напряжения.

Электропривод на основе синхронного двигателя.

Схема включения, статические характеристики и режимы работы синхронного двигателя. Общие принципы и схемы управления синхронными двигателями: - пуск синхронного двигателя - регулирования скорости синхронного двигателя.

Электропривод на основе вентильного и вентильно-индукторного двигателя.

Упрощенная схема вентильного двигателя. Схема вентильного двигателя с искусственной коммутацией инвертора. Вентильно - индукторный электропривод.

Замкнутые системы управления электроприводом.

Электропривод в системе автоматического управления. Управление электроприводом в схеме с общим усилителем. Управление электроприводом по схеме подчиненного регулирования. Методика расчета контуров при подчиненном регулировании координат. Замкнутые системы управления электроприводом с ДПТ. Замкнутые системы управления электроприводом с АД.

Следящий электропривод. Электропривод с программным управлением.

Микропроцессорное управление электроприводом.

Микропроцессорные средства управления электроприводом. Система управления электроприводом на базе асинхронного электродвигателя с помощью микроконтроллера. Система управления электроприводом на базе синхронного и вентильного электродвигателей с помощью микроконтроллера

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия
Семинар 1. Цепи постоянного тока
Семинар 2. Цепи переменного тока
Семинар 3. Пассивный четырехполюсник
Семинар 4. Резонансы в цепях синусоидального тока
Семинар 5. Трёхфазные цепи
Семинар 6. Переходные процессы в линейных электрических цепях
Семинар 7. Нелинейная цепь постоянного тока
Семинар 8. Тиристоры
Семинар 9. Вторичные источники питания (2ч)
Семинар 10. Введение в цифровую схемотехнику. Основы алгебры-логики
Семинар 11. Электронные ключи на транзисторах
Семинар 12. Магнитные цепи постоянного тока
Семинар 13. Однофазный трансформатор
Семинар 14. Асинхронные двигатели
Семинар 15. Двигатели постоянного тока параллельного возбуждения
Семинар 16. Характеристики цифро-аналоговых преобразователей
Семинар 17. Характеристики аналого-цифровых преобразователей
Семинар 18. Оптоэлектронные приборы и устройства

3.4.2.Лабораторные занятия
Лабораторная работа 1. Измерение электрических величин и параметров элементов электрических цепей.
Лабораторная работа 2. Разветвленная цепь переменного тока.
Лабораторная работа 3. Переходные процессы в линейных электрических цепях.
Лабораторная работа 4. Биполярные транзисторы. Измерение Н-параметров.
Лабораторная работа 5. Диод, стабилитрон, источник вторичного питания.
Лабораторная работа 6. Усилитель на биполярном транзисторе.
Лабораторная работа 7. Схемы усилителей на ОУ – инвертирующий, неинвертирующий, разностный.

Лабораторная работа 8. Схемы вычислений на ОУ – интегратор, дифференциатор, логарифматор.
Лабораторная работа 9. Схемы сравнения сигналов на ОУ.
Лабораторная работа 10. Схемы генераторов сигналов на ОУ.
Лабораторная работа 11. Электронный ключ на транзисторах.
Лабораторная работа 12. Анализ работы логических устройств. Синтез логических схем с ограничениями.
Лабораторная работа 13. Комбинационные устройства: дешифратор, мультиплексор, схема контроля четности, АЛУ.
Лабораторная работа 14. Последовательностные устройства: триггеры, регистр, счетчик.
Лабораторная работа 15. Схемотехника АЦП и ЦАП.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

* В разделе указываются только те нормативные документы и стандарты, которые относятся непосредственно к изучаемой дисциплине и рекомендуются студентам к ознакомлению и применению.

4.2 Основная литература

1. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168425.

2. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов : учебное пособие / Г. В. Никитенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1468-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168515

4.3 Дополнительная литература

1. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167448.

2. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода : учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121467.

3.Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-2605-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/96241.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:.

Название ЭОР	

Линейная и векторная алгебра	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3368
Аналитическая геометрия	https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=2843
Линейная алгебра и аналитическая геометрия	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=462
Схемотехника электронных устройств управления	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=8355

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru в разделе: «Центр математического образования» (http://mospolytech.ru/index.php?id=4486, http://mospolytech.ru/index.php?id=5822);

Варианты контрольных заданий по дисциплине представлены на сайтах: *http://i-exam.ru*,*http:// fepo.ru*.

Тесты по высшей математике http://function-x.ru/tests_higher_math.html.

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах: *http://exponenta.ru*, *http://eqworld.ipmnet.ru/ru/info/mathwebs.htm*.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины: www.matematikalegko.ru>studentu, www.i-exam.ru.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	Astra Linux Common Edition	ООО "РУСБИТЕХ-АСТРА"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305783/?sphrase_id=954036
2	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375
	NI Multisim 10.0.	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	Лицензионное	

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	Zefar91	https://www.youtube.com/user/Zefar91	Доступно
	tolik7772	.https://www.youtube.com/user/tolik7772	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Специализированные компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление» ав2614 и ав2507.

Оборудование и аппаратура:- сетевые компьютерные классы, программное обеспечение которых включает программы MBTY и SIAM, а также контрольные
тесты для текущего контроля;

- мультимедийный проектор с подборкой материалов для лекций, практических занятий и лабораторных работ.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Управление электромеханическими системами» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «Математика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

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

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

*1.2.4. * Дополнительные пункты в этот раздел может включить преподаватель при необходимости дать специальные рекомендации по конкретным видам учебной работы работы, например*

- "при выполнении лабораторных работ студент должен приходить на занятие предварительно изучив методические указания к лабораторной работе и подготовить журнал к выполнению лабораторной работы".

- " при подготовке к занятиям по теме 2 студент должен самостоятельно изучить (подготовить) ....."

1.2.5. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;

- подготовка к лекционным занятиям;

- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

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 самостоятельной работы или защита лабораторной работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.3. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 2

Раздел 7 РПД - ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Управление электромеханическими системами»
Направление подготовки
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Образовательная программа (профиль подготовки)
«Роботы и робототехнические устройства»

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, экзамен.

Обучение по дисциплине «Схемотехника электронных систем управления» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	ИОПК -7.1. Знает современные типовые технические средства автоматизации; методику выбора технических средств при решении конкретной задачи автоматизации; принципы работы и схемотехнику современных устройств управления; ИОПК -7.2. Умеет оптимизировать состав технических средств автоматизации; создавать схемы автоматических систем контроля и управления для объектов и процессов машиностроения;читать и разрабатывать простейшие электрические схемы ИОПК -7.3. Владеет методами рационального выбора технических средств автоматизации с учетом особенности решаемой задачи; навыками моделирования электронных схем в специализированном ПО

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС

1	Устный опрос (Э -экзамен), (З – зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект экзаменационных билетов, вопросы к зачету и экзамену
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом.. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка

	или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

***** В разделе описываются применяемые способы текущего контроля и регламенты их проведения***

Текущий контроль выполняется с применением Банка тестовых вопросов (частично). Примеры тестов представлены ниже. Для подготовки к тестированию и защите лабораторных работ в разделе 3.7.1.1 приведён перечень контрольных вопросов. Результаты текущего контроля успешно зачитываются, если при тестировании набрано не менее 75 баллов из 100 возможных.

Седьмой семестр

1. Является ли электропривод замкнутой или разомкнутой САУ, если в нем регулируется одна или несколько координат?

1 ЭП - замкнутая САУ

2 ЭП - разомкнутая САУ

3 ЭП - замкнутая и разомкнутая САУ одновременно

2. Назовите наиболее употребляемый тип силовых преобразователей в электроприводе?

1 Машинный

2 Тиристорный

3 Транзисторный

4 Микропроцессорный

5 Электромашинный

3. Какой способ регулирования скорости ДПТ является наиболее распространенным на практике

1 Изменением напряжения в цепи якоря

2 Изменением тока в обмотке возбуждения

3 Изменением напряжения и тока одноврем

4 Изменением добавочного сопротивления резистора в цепи якоря ДПТ.

4. Какой принцип построения электропривода получил основное применение на практике?

1 С общим усилителем

2 С коррекцией регулируемых координат (подчиненное регулирование)

5. Принцип действия двигателя постоянного тока с независимым возбуждением заключается во взаимодействии:

1 Постоянного магнитного поля статора с постоянным магнитным полем якоря

2 Переменного магнитного поля статора с постоянным током в обмотках якоря

3 Постоянного магнитного поля статора с переменным током в обмотках якоря

4 Постоянного магнитного поля статора с постоянным током в обмотках якоря

6. Принцип действия асинхронного двигателя заключается во взаимодействии:

1 Вращающегося магнитного поля статора с постоянным магнитным полем якоря

2 Переменного магнитного поля статора с переменным магнитным полем якоря

3 Вращающегося магнитного поля статора с током, возникающим в обмотках якоря

4 Переменного магнитного поля статора с вращающимся магнитным полем, создаваемым током якоря

7. Выберите правильное, определение электропривода
Электропривод - это:

1 Электромагнитная система

2 Электромашинная система

3 Электромеханическая система

4 Электрогидравлическая система

8. Какой способ торможения ДПТ является из перечисленных ниже является самым экономичным

1 Динамическое торможение

2 Торможение противовключением

3 Рекуперативное торможение

9. В основу силовых преобразователей положены две схемы: нулевая и мостовая. Какая из этих схем является более экономичной

1 нулевая

2 мостовая

10. Чем обусловлены трудности запуска синхронного двигателя

1 Большой инерцией ротора двигателя

2 Малостью пускового момента

3 Механической характеристикой двигателя

11. Какой регулятор применяют при настройке подчиненного контура тока на технический оптиум;

1 П-регулятор

2 ПИД-регулятор

3 ПИ-регулятор

12. Управляемый инвертор предназначен для изменения в фазных обмотках статора АД значений

1 Напряжений

2 Токов

3 Частоты

13. Равенство пускового момента асинхронного двигателя его максимальному моменту обеспечивается;

1 Включением добавочных сопротивлений в цепь фазных обмоток статора.

2 Включением добавочных сопротивлений в цепь фазных обмоток ротора.

3 Изменением фазных напряжений статора

14. Вентильный двигатель разработан для замены в электроприводах

1 Двигателя постоянного тока.

2 Асинхронного двигателя.

3 Синхронного двигателя.

4 Шагового двигателя.

15.На базе какой электрической машины создан шаговый двигатель:

1 На базе двигателя постоянного тока.

2 На базе асинхронного двигателя.

3 На базе синхронного двигателя.

16.Какой способ регулирования скорости АД получил наибольшее применение на практике?

1 изменением напряжений на фазных обмотках статора

2 изменением частоты напряжений на фазных обмотках статора

3 включением добавочных сопротивлений в фазные обмотки ротора

4 включением добавочных сопротивлений в фазные обмотки статора

17.Сопоставьте электроприводы с ДПТ, АД и СД и укажите, какой из них является наиболее распространенным

1 с ДПТ

2 с АД

3 с СД

18.Каким образом увеличивают пусковой момент АД с фазным ротором?

1 включением добавочных сопротивлений в цепь фазных обмоток статора

2 включением добавочных сопротивлений в цепь фазных обмоток ротора

3 подачей повышенного напряжения на обмотки статора

19.Широтно-импульсный преобразователь преобразует:

1 переменное напряжение в постоянное регулируемое

2 постоянное напряжение в постоянное регулируемое

3 переменное напряжение в переменное регулируемое

4 постоянное напряжение в переменное регулируемое

20.Тиристорный силовой преобразователь регулирует напряжение на якоре ДПТ за счет:

1 изменения напряжения сети

2 отпирания тиристоров с фазовым запаздыванием

3 отпирания тиристоров в момент естественной коммутации

7.3.1.1 Вопросы для защиты лабораторных работ

1. Что такое диод.
2. Какие включения диодов бывают.
3. Какие виды выпрямителей Вы знаете.
4. Для чего нужны выпрямители.
5. Объяснить работу безтрансформаторной однополупериодной схемы выпрямителя.
6. Как изменится вид выходного сигнала, если изменить включение диода.
7. Объяснить работу трансформаторной однополупериодной схемы выпрямителя.
8. Как изменится вид выходного сигнала, если изменить включение диода.
9. Объяснить работу трансформаторной двухполупериодной схемы выпрямителя.

10. Каковы преимущества и недостатки трансформаторной и безтрансформаторной, однополупериодной и двухполупериодной схем выпрямления.
11. Что такое стабилитрон.
12. Принцип работы стабилитрона.
13. ВАХ стабилитрона.
14. Как изменится выходной сигнал в схеме диодного ограничителя, если изменить включение диода и источника постоянного напряжения.
15. По какому уровню происходит ограничение в схеме 2.
16. Объяснить работу источника питания в схеме 3.
17. Для чего нужен транзистор в схеме 3.
18. Для чего нужен диодный мост, конденсаторы и стабилитрон в схеме 3.
19. За счет чего возможна регулировка выходного напряжения в схеме 3.
20. В каких пределах возможна регулировка выходного напряжения в схеме 3 (в идеальном случае).
21. Что такое транзистор
22. Какие схемы включения транзисторов бывают, чем они обусловлены
23. Дать определение входной статической характеристике
24. Дать определение выходной статической характеристике
25. Определение Н-параметров, основные термины
26. Порядок получения статических характеристик (последовательность выполнения)
27. Что такое усилитель.
28. Какие схемы усилителей на биполярном транзисторе вы знаете.
29. Схема с фиксированным током базы.
30. Схема с обратной связью по напряжению (коллекторная температурная стабилизация).
31. Классическая схема (эмитерная температурная стабилизация).
32. Основы расчета статического режима усилителей, выбор рабочей точки.
33. Режимы работы усилителей, их отличия.
34. Для чего нужны разделительные конденсаторы.
35. Какова максимальная амплитуда выходного сигнала в схеме на рис. 8.
36. Напряжение какой амплитуды имеет смысл подавать на вход схемы 8, чтобы на выходе не было нелинейных искажений.
37. Нелинейные искажения.
38. Чему равен коэффициент усиления в каскадной схеме.
39. Что такое операционный усилитель (ОУ)?
40. Какие схемы включения ОУ Вы знаете?
41. Как рассчитывается коэффициент усиления по постоянномутоку для инвертирующего и неинвертирующего усилителя на основе ОУ?
42. Как в схеме, приведенной на рис. 6.5, получить инвертор сигналов?
43. Как изменятся показания вольтметра в схеме, приведенной на рис. 6.5, если R1=1 кОм?
44. Как изменятся показания вольтметра в схеме, приведенной на рис. 6.5, если поменять местами входы ОУ?
45. В чем заключается инверсия сигнала на переменном токе?
46. Каковы преимущества дифференциальной схемы усиления на ОУ?
47. Сумматор и принцип его работы?
48. Что такое интегратор?
49. Какова форма выходного сигнала интегратора при воздействии постоянного входного напряжения?
50. Что такое дифференциатор и проблемы его практической реализации?
51. Как предотвратить возникновение паразитных колебаний в дифференциаторе?

52. Как рассчитать добротность ОУ?
53. Критерии при выборе ОУ для дифференциатора?
54. Что такое логарифмический усилитель?
55. Как из логарифмического усилителя получить антилогарифматор?
56. Компаратор и принцип его работы?
57. Что такое время срабатывания компаратора?
58. Для чего в компараторе применяют цепь положительной обратной связи?
59. Как работает компаратор с гистерезисом?
60. Что такое триггер Шмитта и для чего он применяется?
61. Из чего состоит триггер Шмитта?
62. Каков принцип работы триггера Шмитта?
63. Что такое мультивибратор?
64. Типы мультивибраторов?
65. Принцип работы мультивибратора с незаземлённым синхронирующим конденсатором?
66. Что такое одновибратор?
67. Что такое источник запуска одновибратора?
68. Принцип работы одновибратора?
69. Что такое ГПН?
70. Из чего состоит ГПН и каков принцип его работы?

7.3.2. Промежуточная аттестация

*** В этом разделе подробно описывается регламент проведения процедур промежуточной аттестации (зачёта или экзамена)**

Промежуточная аттестация проводится на 7 семестре обучения в форме экзамена

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания

2. Перечень вопросов содержит 77 вопросов по изученным темам на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Перечень вопросов для подготовки к экзамену и составления экзаменационных билетов для (7 семестра) (ОПК-13)

1. Автоматизированный электропривод: определение и структура
2. Принципы построения электропривода
3. Характеристики и требования к электроприводу
4. Назначение и виды электроприводов
5. Расчетная модель ЭП
6. Метод приведение моментов сил и моментов инерции к валу ЭД (исполнительного органа)
7. Уравнение движения ЭП
8. Приведенный к валу ЭД момент инерции

9. Приведенный момент сил
10. Конструкция и принцип действия трехфазных асинхронных машин
11. Схема включения, статические характеристики и режимы работы асинхронного двигателя
12. Способы торможения АД.
13. Частотное регулирование АД и его условия
14. Формула Клосса в АД .
15. Инвертор и принцип его работы
16. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) и их применение для управления ЭП
17. Информационные устройства ЭП
18. Выбор мощности электродвигателя
19. Проверка ЭД на перегрузку и на нагрев.
20. Принцип действия ДПТ
21. Бесконтактные двигатели постоянного тока
22. Вентильный двигатель, принцип работы.
23. Тенденции развития систем управления электроприводом.
24. Типовые структуры перспективных систем управления приводами переменного тока.
25. Преимущества цифровых электроприводов
26. Требования к микроконтроллеру в зависимости от круга решаемых задач.
27. Система управления электроприводом на базе асинхронного электродвигателя с помощью микроконтроллера.
28. Управление асинхронным электродвигателем переменного тока и ШИМ-управления.
29. Система управления электроприводом на базе синхронного и вентильного электродвигателей с помощью микроконтроллера
30. Синхронная машина с электромагнитным возбуждением.
31. Конструкция синхронной машины с электромагнитным возбуждением
32. Принцип действия синхронного генератора
33. Принцип действия синхронного двигателя
34. Схема включения, статические характеристики и режимы работы синхронного двигателя
35. Пуск синхронного двигателя.
36. Особенности переходных процессов электропривода с синхронным приводом.
37. Электропривод с вентильным двигателем Вентильно-индукторный электропривод.
38. Многофункциональный векторный электропривод переменного тока с общим микроконтроллерным ядром.
39. Электропривод с двигателем постоянного тока
40. Замкнутые схемы управления электропривода с ДПТ с использованием микроконтроллера.
41. Управление двухфазным бесколлекторным электродвигателем постоянного тока без датчиков.
42. Методы устранения помех от ходового двигателя и контроллера
43. Электропривод на основе линейного двигателя.
44. Конструкция и принцип действия линейного двигателя.
45. Электропривод с линейным асинхронным двигателем

46. Система управления линейным прецизионным электроприводом на базе сигнального процессора.
47. Информационное обеспечение систем управления Л Д .
48. Микроконтроллерные системы управления электроприводами
49. Микроконтроллеры для встраиваемых систем управления электроприводом.
50. Использование интегрированных схем программируемой логики для управления шаговым двигателем
51. Основы устройства и работы шагового двигателя
52. Составление алгоритма работы блока управления.
53. Разработка внутренней структуры цифрового блока управления
54. Разработка внутренней структуры программно-логической интегральной схемы
55. Синхронный двигатель как компенсатор реактивной мощности
56. Общая характеристика семейства "DashDSP".
57. Специализированные микроконтроллеры фирм Atmel и Infineon для управления электроприводами
58. Семейство 8-разрядных микроконтроллеров AVR

Приложение 1

Тематический план содержания дисциплины «Управление электромеханическими системами»
по направлению подготовки
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Профиль подготовки
Роботы и робототехнические устройства
Форма обучения : очная
Год набора: 2023/2024
(Бакалавр)

№ № n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттес-тации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Контр.р.	Э	З
	Седьмой семестр			**36**	**18**	**18**	**72**							
1	**Электропривод (ЭП) как автоматическая система** Понятие автоматизированного ЭП. Назначение и виды ЭП. Принципы построения ЭП и его структура. Управляемые координаты ЭП.	**7**	**1**	**2**	**1**		**6**							
2	*Лабораторная работа 1* Исследование электродвигателя постоянного тока (ДПТ) как звена автоматической системы	**7**	**1**			**2**								
3	**Механика электропривода.** Одномассовая расчетная схема механической части ЭП. Метод приведения. Уравнения динамики.	**7**	**2**	**2**	**1**		**4**							
4	*Практическое занятие 1*	**7**	**2**											

	Использование метода приведения для расчета момента привода.													
5	**Трансформаторы.** Схемы замещения и основные параметры	**7**	**3**	**2**	**1**		**4**							
6	*Лабораторная работа 1(Продолжение)* Исследование электродвигателя постоянного тока (ДПТ) как звена автоматической системы	**7**	**3**			**2**								
7	**Электроприводы с ДПТ.** ДПТ с независимым возбуждением, с последовательным и параллельным возбуждением. Электромеханические и механические характеристики ДПТ.	**7**	**4**	**2**	**1**		**5**							
8	*Практическое занятие 2* Выбор номинальной мощности двигателя	**7**	**4**											
9	**Электроприводы с ДПТ.** Способы регулирования координат ДПТ	**7**	**5**	**2**	**1**		**3**							
10	*Лабораторная работа 2* Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе ДПТ.	**7**	**5**			**2**								
11	**Электроприводы с трехфазными АД** АД с короткозамкнутым и фазным ротором. Электромеханические и механические характеристики АД. .	**7**	**6**	**2**	**1**		**4**							
12	*Практическое занятие 3* Расчет механической передачи	**7**	**6**											
13	**Электроприводы с трехфазными АД.** Характеристики и регулировочные свойства двигателей переменного тока и электроприводов на их основе. ЭП в системе преобразователь напряжения - двигатель..	**7**	**7**	**2**	**1**		**4**							
14	*Лабораторная работа 2(Продолжение)* Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов	**7**	**7**			**2**								

	на базе ДПТ.													
15	**Электроприводы с трехфазными АД** Способы регулирование координат АД.	**7**	**8**	**2**	**1**		**2**							
16	*Практическое занятие 4* Выбор силового трансформатора	**7**	**8**											
17	**Динамические процессы в электроприводе**. Динамические процессы в электроприводе. Изменение магнитного потока возбуждения.	**7**	**9**	**2**	**1**		**4**							
18	*Лабораторная работа 3* Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя (АД) как звена автоматической системы	**7**	**9**			**2**								
19	**Энергетика и выбор мощности электродвигателя ЭП.** Энергетические показатели работы электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме, при переходных процессах и способы их снижения. Энергетика и выбор мощности электродвигателя ЭП.	**7**	**10**	**2**	**1**		**2**	2						
20	*Практическое занятие 5* Построение механической характеристики электропривода постоянного тока	**7**	**10**											
21	**Частотное регулирование скорости асинхронных двигателей**. Схема включения асинхронного двигателя при частотном регулировании. Механические характеристики асинхронного двигателя при частотном регулировании. Частотное регулирование скорости асинхронных двигателей с непосредственной связью и со звеном постоянного тока. Техническая реализация преобразователей частоты и напряжения.	**7**	**11**	**2**	**1**		**4**	4						

22	*Лабораторная работа 3(Продолжение)* Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя (АД) как звена автоматической системы	**7**	**11**			2								
23	**Электропривод на основе синхронного двигателя.** Схема включения, статические характеристики и режимы работы синхронного двигателя. Общие принципы и схемы управления синхронными двигателями: - пуск синхронного двигателя - регулирования скорости синхронного двигателя.	**7**	**12**	**2**	**1**		**4**							
24	*Практическое занятие 6* Коммутационные аппараты ручного управления	**7**	**12**											
25	**Электропривод на основе вентильного и вентильно-индукторного двигателя**. Упрощенная схема вентильного двигателя. Схема вентильного двигателя с искусственной коммутацией инвертора. Вентильно-индукторный электропривод.	**7**	**13**	**2**	**1**		**4**							
26	*Лабораторная работа 3(Продолжение)* Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя (АД) как звена автоматической системы	**7**	**13**			2								
27	**Замкнутые системы управления электроприводом.** Электропривод в системе автоматического управления. Управление электроприводом в схеме с общим усилителем	**7**	**14**	**2**	**1**		**3**							
28	*Практическое занятие 7* Коммутационные аппараты дистанционного управления	**7**	**14**											

29	**Замкнутые системы управления электроприводом.** Управление электроприводом по схеме подчиненного регулирования.	**7**	**15**	**2**	**1**		**3**							
30	*Лабораторная работа 4* Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе трехфазного АД.	**7**	**15**			2								
31	**Замкнутые системы управления электроприводом с ДПТ.**	**7**	**16**	**2**	**1**		**4**							
32	*Практическое занятие 8* Типовые схемы включения электропривода	**7**	**16**											
33	**Замкнутые системы управления электроприводом с АД**. Следящий электропривод. Электропривод с программным управлением.	**7**	**17**	**2**	**1**		**4**							
34	*Лабораторная работа 4 (Продолжение)* Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе трехфазного АД.	**7**	**17**			**2**								
35	**Микропроцессорное управление ЭП**. Микропроцессорные средства управления ЭП. Система управления электроприводом на базе АД с помощью микроконтроллера.	**7**	**18**	**2**	**1**		**9**							
36	*Практическое занятие 9* Расчет параметров электропривода по методу подчиненного регулирования	**7**	**18**											
	Форма аттестации												**Э**	
	Всего часов по дисциплине			**36**	**18**	**18**	**72**						**Э**	