Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.10.2023 13:16:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**
Декан факультета машиностроения
_____ / Е.В.Сафонов/
«15» сентября 2022 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Управление электромеханическими системами»

Направление подготовки
**27.03.04 Управление в технических системах**

Образовательная программа (профиль подготовки)
**«Электронные системы управления»**

Квалификация (степень) выпускника
**бакалавр**

Форма обучения
**очная**

**Москва 2022**

Программа дисциплины «Управление электромеханическими системами» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **27.03.04 «Управление в технических системах»** и профилю подготовки **«Электронные системы управления».**

Программу составил

_____В.Г. Бебенин д.п.н., к.т.н., доцент

Программа дисциплины «Управление электромеханическими системами» по направлению **27.03.04 «Управление в технических системах»** и профилю подготовки **«Электронные системы управления»** утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»
«31» 8 2022 г. протокол № 1

Заведующий кафедрой
доцент, к.т.н. /А.В.Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **27.03.04 «Управление в технических системах»** и профилю подготовки **«Электронные системы управления»**

_____ /_____/
«31» 8 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Машиностроения

Председатель комиссии _____ / А. Васильев /

«13» 09 2022 г. Протокол: 14-22

| | |
|---|---|
| Присвоен регистрационный номер: | **27.03.04.01/01.2022.21** |

## 1. Цель освоения дисциплины

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.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Управление электромеханическими системами» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», профиль «Электронные системы управления» 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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **ОПК-3** | Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности | **знать:**<br>• состояние и тенденции развития электропривода (ЭП) как структурных элементов большинства современных систем автоматизации и производственных установок;<br>• теоретические основы расчета и проектирования электроприводов различного функционального назначения, отвечающих предъявляемым требованиям к качеству их работы и условиям эксплуатации.<br>**уметь:**<br>• выполнить расчеты электропривода и его функциональных элементов, а также дать экономическое обоснование выбора электродвигателя;<br>• составить математическую модель электромеханической системы с электроприводом, и на ее основе провести исследование ее статических и регулировочных характеристик<br>**владеть:**<br>• методикой расчета электропривода.и методикой построения автоматизированной системы управления электроприводом. |

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

На третьем курсе в **пятом** семестре выделяется **4** зачетных единиц, т.е. **144** академических часа (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Управление электромеханическими системами» изучаются на третьем курсе.

**Пятый семестр:** лекции – 2 час в неделю (38 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (17 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (17 часов), , форма контроля - экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Управление электромеханическими системами» по срокам и видам работы отражены в Приложении.

## Содержание разделов дисциплины

**Пятый семестр**

**Общие сведения об электроприводе**

Понятие автоматизированного электропривода (ЭП). Назначение и виды электроприводов. Принципы построения электропривода и его структура. Характеристики и требования к электроприводу.

**Механика электропривода.**

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

**Трансформаторы.**

Электромагнитные процессы в электрической катушке. Электромагнитные процессы в катушке с сердечником. Конструкция и принцип действия. Режимы работы, векторные диаграммы, схемы замещения. Определение расчетных параметров трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора.

**Асихронные двигатели**.

Устройство трехфазных двигателей. Принцип действия и режимы работы двигателя. Основы теории трехфазного асинхронного двигателя. Энергетические режимы и рабочие характеристики АД.

**Синхронные двигатели.**

Устройство и принцип работы синхронного двигателя (СД). Угловая характеристика и режимы работы СД. Регулирование тока возбуждения. U-образная характеристика СД.

**Двигатели постоянного тока (ДПТ).**

Устройство машин постоянного тока. Принцип действия машин постоянного тока. Режимы работы и основные уравнения ДПТ. Потери мощности и КПД.

**Шаговые двигатели.**

Принцип действия простейшего однофазного шагового двигателя. Реверсивные шаговые двигатели. Редукторные (индукторные) шаговые двигатели.

Основные параметры и характеристики шаговых двигателей. Режимы работы шаговых двигателей.

**Вентильные двигатели.**

Принцип действия вентильных двигателей. Вентильные двигатели средней и большой мощности. Режимы работы вентильного двигателя.

**Регулирование координат электропривода**.

Регулирование скорости. Регулирование момента и тока. Регулирование положения. Структуры электропривода, применяемые при регулировании координат. Регулирование координат электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения изменением напряжения якоря. Система «тиристорный преобразователь – двигатель». Регулирование координат в системе «источник тока – двигатель». Регулирование скорости двигателя с последовательным возбуждением. Регулирование координат электропривода с асинхронным двигателем изменением напряжения. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением частоты питающего напряжения. Принцип действия преобразователя частоты.

**Разомкнутые системы управления электропривода.**

Коммутационная аппаратура в схемах электропривода. Схемы управления электроприводов с двигателями постоянного тока. Схемы управления электроприводов с асинхронными двигателями.

**Замкнутые системы управления электропривода.**

**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

## 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Управление электромеханическими системами» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии 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 лабораторных работ в лабораториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Управление электромеханическими системами» и в целом по дисциплине составляет 50 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

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

**В пятом семестре:**

- проведение тестирования по материалам изученных разделов дисциплины;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита.
- проведение тестирования по материалам изученных разделов дисциплины.

Образцы тестовых заданий, заданий курсовых работ, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

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

- индивидуальный опрос;
- экзамен по материалам пятого семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме компьютерного тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

### 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| **ОПК-3** | Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности |

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.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| **ОПК-3 способностью использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | | | |
| | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **знать:**<br>состояние и тенденции развития электропривода (ЭП) как структурных элементов большинства современных систем автоматизации и производственных установок;<br>теоретические основы расчета и проектирования электроприводов различного функционального назначения, отвечающих предъявляемым требованиям к качеству их работы и условиям эксплуатации.<br><br>. | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: состояние и тенденции развития электропривода (ЭП) как структурных элементов большинства современных систем автоматизации и производственных установок;<br>теоретические основы расчета и проектирования электроприводов различного назначения отвечающих предъявляемым требованиям к качеству их работы и условиям эксплуатации. | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: состояние и тенденции развития электропривода (ЭП) как структурных элементов большинства современных систем автоматизации и производственных установок;<br>теоретические основы расчета и проектирования электроприводов различного назначения отвечающих предъявляемым требованиям к качеству их работы и условиям эксплуатации. 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: состояние и тенденции развития электропривода (ЭП) как структурных элементов большинства современных систем автоматизации и производственных установок;<br>теоретические основы расчета и проектирования электроприводов различного назначенияотвечающ их предъявляемым требованиям к качеству их работы и условиям эксплуатации. но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: состояние и тенденции развития электропривода (ЭП) как структурных элементов большинства современных систем автоматизации и производственных установок;<br>свободно оперирует приобретенными знаниями. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **уметь:** выполнить расчеты электропривода и его функциональных элементов, а также дать экономическое обоснование выбора электродвигателя; составить математическую модель электромеханической системы с электроприводом, и на ее основе провести исследование ее статических и регулировочных характеристик | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: выполнить расчеты электропривода и его функциональных элементов, а также дать экономическое обоснование выбора электродвигателя; составить математическую модель электромеханической системы с электроприводом, и на ее основе провести исследование ее статических и регулировочных характеристик | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнить расчеты электропривода и его функциональных элементов, а также дать экономическое обоснование выбора электродвигателя; составить математическую модель электромеханической системы с электроприводом, и на ее основе провести исследование ее статических и регулировочных характеристик. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выполнить расчеты электропривода и его функциональных элементов, а также дать экономическое обоснование выбора электродвигателя; составить математическую модель электромеханической системы с электроприводом, и на ее основе провести исследование ее статических и регулировочных характеристик. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполнить расчеты электропривода и его функциональных элементов, а также дать экономическое обоснование выбора электродвигателя; составить математическую модель электромеханической системы с электроприводом, и на ее основе провести исследование ее статических и регулировочных характеристик. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| **владеть:** методикой построения автоматизированной системы управления электроприводом; методикой расчета электропривода | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методикой построения автоматизированной системы управления электроприводом и методикой его расчета | Обучающийся владеет методикой построения автоматизированной системы управления электроприводом и методикой его расчета, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет методикой построения автоматизированной системы управления электроприводом и методикой его расчета, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации. | Обучающийся в полном объеме владеет методикой построения автоматизированной системы управления электроприводом и методикой его расчета, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

**Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание**

**Форма промежуточной аттестации: 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».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Управление электромеханическими системами» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили курсовую работу).

| **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. |

**Фонды оценочных средств представлены в Приложении 1 к рабочей программе.**

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**а) основная:**

1. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 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, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1468-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168515

**б) дополнительная:**

1. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 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.

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы»

http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

## 8.Материально – техническое обеспечение дисциплины

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

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

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

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов теории и расчета автоматизированного электропривода, 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 зачету и экзамену.

**Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;-
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- научно-исследовательская работа студентов.

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.

**Вопросы, выносимые на самостоятельную работу**

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). (ОПК-3)

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. (ОПК-3)

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.(ОПК-3)

Механика электропривода. Одномассовая расчетная схема механической части ЭП. Метод приведения. Приведенный момент инерции ротора, приведенный момент сил. Уравнения динамики. (ОПК-3)

Статические характеристики и регулировочные свойства двигателя постоянного тока (ДПТ). Установившееся и неустановившиеся движения ЭП и анализ их устойчивости.(ОПК-3)

Способы управления и структурные схемы электроприводов переменного тока. Регулирование скорости, тока и момента с помощью резисторов в цепях ротора и статора. (ОПК-3)

Динамические процессы в электроприводе. Изменение магнитного потока возбуждения.(ОПК-3)

Энергетические показатели работы электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме, при переходых процессах и способы их снижения.Энергетика и выбор мощности электродвигателя ЭП.(ОПК-3)

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. (ОПК-3)

Схема включения, статические характеристики и режимы работы синхронного двигателя. Общие принципы и схемы управления синхронными двигателями: - пуск синхронного двигателя - регулирования скорости синхронного двигателя. (ОПК-3)

Упрощенная схема вентильного двигателя. Схема вентильного двигателя с искусственной коммутацией инвертора. Вентильно-индукторный электропривод. (ОПК-3)

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.

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. (ОПК-3)

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Управление электромеханическими системами» на первом этапе следует уделять изучению механики электропривода и выбора вида и типа электродвигателя, постоянно обращая внимание обучающихся на согласование требований динамики рабочего органа ми механических характеристик двигателя.

В дальнейшем следует сконцентрироваться на изучении систем управления электроприводом на базе различных двигателей, обращая особое внимание на влияние выбора двигателя на структуру системы управления.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

Приложение 1 к
рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

ОП (профиль): «Электронные системы управления»

Форма обучения: очная

Кафедра: Автоматика и управление

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

# ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Управление электромеханическими системами**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
вариант экзаменационного билета
перечень вопросов на экзамен и зачет
образцы вопросов из фонда тестовых заданий
задание на выполнение курсовой работы
перечень лабораторных работ

**Составители:**

Доцент, д.п.н. Бебенин В.Г.

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

| **УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ФГОС ВО **27.03.04 «Управление в технических системах»** | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**: | | | | | |
| **КОМПЕТЕНЦИИ** | | **Перечень компонентов** | **Технология формирования компетенций** | **Форма оценочного средства**** | **Степени уровней освоения компетенций** |
| **ИНДЕКС** | **ФОРМУЛИРОВКА** | | | | |
| **ОПК-3** | способностью использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности | **знать:**<br>состояние и тенденции развития электропривода (ЭП) как структурных элементов большинства современных систем автоматизации и производственных установок;<br>теоретические основы расчета и проектирования электроприводов различного функционального назначения, отвечающих предъявляемым требованиям к качеству их работы и условиям эксплуатации.<br>**уметь:**<br>выполнить расчеты электропривода и его функциональных элементов, а также дать экономическое обоснование выбора электродвигателя; | лекция,<br>самостоятельная работа,<br>лабораторные работы,<br>практические занятия, | Э,З<br>Т,<br>ЛР,<br>КР. | **Базовый уровень:**<br>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам<br><br>**Повышенный уровень:**<br>практическое применение полученных знаний в процессе выполнения лабораторных работ и курсовой работы; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | составить математическую модель электромеханической системы с электроприводом, и на ее основе провести исследование ее статических и регулировочных характеристик<br><br>**владеть:**<br>методикой расчета электропривода.и методикой построения автоматизированной системы управления электроприводом. | | | недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении |

**- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к рабочей программе.

Приложение 1
к рабочей программе

## Перечень оценочных средств по дисциплине «Управление электромеханическими системами»

| № ОС | Наименование оценочного средства | 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 |

## Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет Машиностроения, кафедра «Автоматика и управление»
Дисциплина «Управление электромеханическими системами»
Образовательная программа 27.03.04 Управление в технических системах
Курс 3, семестр 5

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №7

1. Одномассовая расчетная схема механической части ЭП.
2. Энергетические показатели работы электроприводов.
3. Система управления следящего электропривода.

Утверждено на заседании кафедры «16» июня 2022 г., протокол №9.

Зав. кафедрой _____ /А.В.Кузнецов/

## Перечень вопросов на экзамен

| Вопросы к экзамену | Код компетенции |
|---|---|
| Автоматизированный электропривод: определение и структура | **ОПК-3** |
| Принципы построения электропривода | **ОПК-3** |
| Характеристики и требования к электроприводу | **ОПК-3** |
| Назначение и виды электроприводов | **ОПК-3** |
| Расчетная модель ЭП | **ОПК-3** |
| Метод приведение моментов сил и моментов инерции к валу ЭД (исполнительного органа) | **ОПК-3** |
| Уравнение движения ЭП | **ОПК-3** |
| Приведенный к валу ЭД момент инерции | **ОПК-3** |
| Приведенный момент сил | **ОПК-3** |
| Конструкция и принцип действия трехфазных асинхронных машин | **ОПК-3** |
| Схема включения, статические характеристики и режимы работы асинхронного двигателя | **ОПК-3** |
| Способы торможения АД. | **ОПК-3** |
| Частотное регулирование АД и его условия | **ОПК-3** |
| Формула Клосса в АД . | **ОПК-3** |
| Инвертор и принцип его работы | **ОПК-3** |
| Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) и их применение для управления ЭП | **ОПК-3** |
| Информационные устройства ЭП | **ОПК-3** |
| Выбор мощности электродвигателя | **ОПК-3** |
| Проверка ЭД на перегрузку и на нагрев. | **ОПК-3** |
| Принцип действия ДПТ | **ОПК-3** |
| Бесконтактные двигатели постоянного тока | **ОПК-3** |
| Вентильный двигатель, принцип работы. | **ОПК-3** |
| Тенденции развития систем управления электроприводом. | **ОПК-3** |
| Типовые структуры перспективных систем управления приводами переменного тока. | **ОПК-3** |
| Преимущества цифровых электроприводов | **ОПК-3** |
| Требования к микроконтроллеру в зависимости от круга решаемых задач. | **ОПК-3** |
| Система управления электроприводом на базе асинхронного электродвигателя с помощью | **ОПК-3** |

| | |
|---|---|
| микроконтроллера. | |
| Управление асинхронным электродвигателем переменного тока и ШИМ-управления. | **ОПК-3** |
| Система управления электроприводом на базе синхронного и вентильного электродвигателей с помощью микроконтроллера | **ОПК-3** |
| Синхронная машина с электромагнитным возбуждением. | **ОПК-3** |
| Конструкция синхронной машины с электромагнитным возбуждением | **ОПК-3** |
| Принцип действия синхронного генератора | **ОПК-3** |
| Принцип действия синхронного двигателя | **ОПК-3** |
| Схема включения, статические характеристики и режимы работы синхронного двигателя | **ОПК-3** |
| Пуск синхронного двигателя. | **ОПК-3** |
| Особенности переходных процессов электропривода с синхронным приводом. | **ОПК-3** |
| Электропривод с вентильным двигателем Вентильно-индукторный электропривод. | **ОПК-3** |
| Многофункциональный векторный электропривод переменного тока с общим микроконтроллерным ядром. | **ОПК-3** |
| Электропривод с двигателем постоянного тока | **ОПК-3** |
| Замкнутые схемы управления электропривода с ДПТ с использованием микроконтроллера. | **ОПК-3** |
| Управление двухфазным бесколлекторным электродвигателем постоянного тока без датчиков. | **ОПК-3** |
| Методы устранения помех от ходового двигателя и контроллера | **ОПК-3** |
| Электропривод на основе линейного двигателя. | **ОПК-3** |
| Конструкция и принцип действия линейного двигателя. | **ОПК-3** |
| Электропривод с линейным асинхронным двигателем | **ОПК-3** |
| Система управления линейным прецизионным электроприводом на базе сигнального процессора. | **ОПК-3** |
| Информационное обеспечение систем управления Л Д . | **ОПК-3** |
| Микроконтроллерные системы управления электроприводами | **ОПК-3** |
| Микроконтроллеры для встраиваемых систем управления электроприводом. | **ОПК-3** |
| Использование интегрированных схем программируемой логики для управления шаговым двигателем | **ОПК-3** |
| Основы устройства и работы шагового двигателя | **ОПК-3** |
| Составление алгоритма работы блока управления. | **ОПК-3** |
| Разработка внутренней структуры цифрового блока | **ОПК-3** |

| | |
|---|---|
| управления | |
| Разработка внутренней структуры программно-логической интегральной схемы | **ОПК-3** |
| Синхронный двигатель как компенсатор реактивной мощности | **ОПК-3** |
| Общая характеристика семейства "DashDSP". | **ОПК-3** |
| Специализированные микроконтроллеры фирм Atmel и Infineon для управления электроприводами | **ОПК-3** |
| Семейство 8-разрядных микроконтроллеров AVR | **ОПК-3** |

**Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ОПК-3)**

**Пятый 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

## Перечень лабораторных работ

| № п/п | Наименование | Оснащение | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| | **Пятый семестр** | | **18** |
| 1 | Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя (АД) как звена автоматической системы | Лаборатория кафедры ав2619 | 6 |
| 2 | Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе трехфазного АД. | Лаборатория кафедры ав2619 | 4 |
| 3 | Исследование электродвигателя постоянного тока (ДПТ) как звена автоматической системы | Лаборатория кафедры ав2619 | 4 |
| 4 | Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе ДПТ. | Лаборатория кафедры ав2619 | 4 |

Приложение 2

**Структура и содержание дисциплины «Автоматизированный электропривод» по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» и профилю подготовки «Автономные информационные управляющие системы»**

| № № 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 |
| | **Пятый 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. | **5** | **1** | **2** | | | **6** | | | | | | | |
| **2** | *Лабораторная работа 1* Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя (АД) как звена автоматической системы | **5** | **1** | | | **2** | | | | | | | | |
| **3** | **Механика электропривода.** Одномассовая расчетная схема механической части ЭП. Метод приведения. Уравнения динамики. | **5** | **2** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **4** | *Практическое занятие 1* Использование метода приведения для расчета момента привода. | **5** | **2** | | **2** | | | | | | | | | |
| **5** | **Трансформаторы (часть 1).** Схемы замещения и основные параметры | **5** | **3** | **2** | | | **4** | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **6** | *Лабораторная работа 1(Продолжение)* Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя (АД) как звена автоматической системы | **5** | **3** | | | **2** | | | | | | | | |
| **7** | **Трансформаторы (часть 2)** | **5** | **4** | **2** | | | **5** | | | | | | | |
| **8** | *Практическое занятие 2* Выбор номинальной мощности двигателя | **5** | **4** | | **2** | | | | | | | | | |
| **9** | **Асихронные двигатели (часть_1)** Устройство трехфазных двигателей. Принцип действия и режимы работы двигателя | **5** | **5** | **2** | | | **3** | | | | | | | |
| **10** | *Лабораторная работа 1(Продолжение)* Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя (АД) как звена автоматической системы | **5** | **5** | | | **2** | | | | | | | | |
| **11** | **Асихронные двигатели (часть_2)** Основы теории трехфазного асинхронного двигателя. Энергетические режимы и рабочие характеристики АД. | **5** | **6** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **12** | *Практическое занятие 3* Расчет механической передачи | **5** | **6** | | **2** | | | | | | | | | |
| **13** | **Синхронные двигатели.** Устройство и принцип работы синхронного двигателя (СД). Угловая характеристика и режимы работы СД. Регулирование тока возбуждения. U-образная характеристика СД | **5** | **7** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **14** | *Лабораторная работа 2* Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе АД. | **5** | **7** | | | **2** | | | | | | | | |
| **15** | **Двигатели постоянного тока (ДПТ) (часть 1).** Устройство машин постоянного тока. Принцип действия машин постоянного тока. | **5** | **8** | **2** | | | **2** | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **16** | *Практическое занятие 4*<br>Выбор силового трансформатора | **5** | **8** | | **2** | | | | | | | | | |
| **17** | **Двигатели постоянного тока (часть_2)**<br>Режимы работы и основные уравнения ДПТ. Потери мощности и КПД. | **5** | **9** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **18** | *Лабораторная работа 2 (Продолжение)*<br>Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе АД. | **5** | **9** | | | **2** | | | | | | | | |
| **19** | **Шаговые двигатели**<br>Принцип действия простейшего однофазного шагового двигателя. Реверсивные шаговые двигатели. Редукторные (индукторные) шаговые двигатели. Основные параметры и характеристики шаговых двигателей. Режимы работы шаговых двигателей. | **5** | **10** | **2** | | | **2** | | | | | | | |
| **20** | *Практическое занятие 5*<br>Построение механической характеристики электропривода постоянного тока | **5** | **10** | | **2** | | | | | | | | | |
| **21** | **Вентильные двигатели**<br>Принцип действия вентильных двигателей. Вентильные двигатели средней и большой мощности. Режимы работы вентильного двигателя. | **5** | **11** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **22** | *Лабораторная работа 3*<br>Исследование электродвигателя постоянного тока (ДПТ) как звена автоматической системы | **5** | **11** | | | 2 | | | | | | | | |
| **23** | **Регулирование координат электропривода (часть 1)**<br>Регулирование скорости. Регулирование момента и тока. Регулирование положения. Структуры электропривода, применяемые при регулировании координат. | **5** | **12** | **2** | | | **4** | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **24** | *Практическое занятие 6*<br>Коммутационные аппараты ручного управления | **5** | **12** | | **2** | | | | | | | | | |
| **25** | **Регулирование координат электропривода (часть 2)**<br>Регулирование координат электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения изменением напряжения якоря. Система «тиристорный преобразователь – двигатель». Регулирование координат в системе «источник тока – двигатель». Регулирование скорости двигателя с последовательным возбуждением | **5** | **13** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **26** | *Лабораторная работа 3(Продолжение)*<br>Исследование электродвигателя постоянного тока (ДПТ) как звена автоматической системы | **5** | **13** | | | 2 | | | | | | | | |
| **27** | **Регулирование координат электропривода (часть 3)**<br>Регулирование координат электропривода с асинхронным двигателем изменением напряжения. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением частоты питающего напряжения. Принцип действия преобразователя частоты. | **5** | **14** | **2** | | | **3** | | | | | | | |
| **28** | *Практическое занятие 7*<br>Коммутационные аппараты дистанционного управления | **5** | **14** | | **2** | | | | | | | | | |
| **29** | **Разомкнутые системы управления электроприводом.**<br>Коммутационная аппаратура в схемах электропривода. Схемы управления электроприводов с двигателями постоянного ток. Схемы управления электроприводов с | **5** | **15** | **2** | | | **3** | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | асинхронными двигателями. | | | | | | | | | | | | | |
| **30** | *Лабораторная работа 4* Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе ДПТ. | **5** | **15** | | | 2 | | | | | | | | |
| **31** | **Замкнутые системы управления электроприводом (часть 1).**Управление электроприводом в схеме с общим усилителем Управление электроприводом по схеме подчиненного регулирования. | **5** | **16** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **32** | *Практическое занятие 8* Типовые схемы включения электропривода | **5** | **16** | | **2** | | | | | | | | | |
| **33** | **Замкнутые системы управления электроприводом (часть 2).** Замкнутые системы управления электроприводом с ДПТ. | **5** | **17** | **2** | | | **4** | | | | | | | |
| **34** | *Лабораторная работа 4 (Продолжение)* Статические характеристики и регулировочные свойства электроприводов на базе ДПТ. | **5** | **17** | | | **2** | | | | | | | | |
| **35** | **Замкнутые системы управления электроприводом (часть 3)**. Замкнутые системы управления электроприводом с АД. Следящий электропривод. Электропривод с программным управлением. | **5** | **18** | **2** | | | **8** | | | | | | | |
| **36** | *Практическое занятие 9* Расчет параметров электропривода по методу подчиненного регулирования | **5** | **18** | | **2** | | | | | | | | | |
| | **Форма аттестации** | | | | | | | | | | | | **Э** | |
| | **Всего часов по дисциплине** | | | **36** | **18** | **18** | **72** | | | | | | **Э** | |