

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Направление подготовки (специальность)
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы
Программирование и электроника информационных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микрoeлектроники
Курс	4

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

13.02.2020 г, протокол № 6

Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук _____ Е.Э. Бодров

Рецензент:

директор СЦ, ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг", канд. техн. наук _____ Е.С. Суспицын

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы электропривода» являются: ознакомление с основами устройства регулируемого электропривода; формирование способности осуществлять тестирование, обслуживание и бесперебойную работу электроприводов постоянного и переменного тока.

Поставленная цель достигается с помощью решения следующих задач:

- изучение свойств и характеристик различных типов электроприводов;
- изучение и усвоение студентами принципов работы современных электроприводов;
- изучение различных способов регулирования скорости и других координат систем электропривода;
- изучение способов тестирования и методов обслуживания электроприводов;
- изучение принципов обеспечения бесперебойной работы электроприводов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы электропривода входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория автоматического управления

Электрические машины

Основы преобразовательной техники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Энергетическая электроника

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы электропривода» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен тестировать, обслуживать и обеспечивать бесперебойную работу электронных средств и электронных систем различного назначения
ПК-4.1	Осуществляет организацию и проведение профилактического и текущего ремонта электронного оборудования
ПК-4.2	Решает вопросы контроля полноты и качества проведения ремонтных работ

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 124,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1.								
1.1 1. Основные сведения. История развития электропривода	4	1	1/ИИ		31,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Устный опрос (собеседование)	ПК-4.1, ПК-4.2
Итого по разделу		1	1/ИИ		31,1			
2. 2.								
2.1 2. Механика электропривода	4	1	1/ИИ		31,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение контрольной работы	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета, защита лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
Итого по разделу		1	1/ИИ		31,1			
3. 3.								
3.1 3. Механические характеристики электроприводов	4	1	1/ИИ		31,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение контрольной работы	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета, защита лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
Итого по разделу		1	1/ИИ		31,1			
4. 4.								
4.1 4. Регулирование угловой скорости электроприводов. Расчет мощности электроприводов	4	1	1/ИИ		31,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение контрольной работы	Выполнение, контроль, оформление отчета, проверка контрольной работы	ПК-4.1, ПК-4.2
Итого по разделу		1	1/ИИ		31,1			

Итого за семестр	4	4/4И		124,4		экзамен	
Итого по дисциплине	4	4/4И		124,4		экзамен	

5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Основы электропривода» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии. Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где студентам заранее предлагается ознакомиться с информацией по теме лекционного занятия для подготовки вопросов лектору, таким образом лекция проходит по типу «вопросы–ответы–дискуссия». На всех лекционных занятиях также применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала с помощью заранее подготовленных презентаций, слайдов с помощью мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных занятиях, на которых выполняются индивидуальные и групповые задания по пройденной теме. Для глубокого и полного усвоения лекционного материала на лабораторных занятиях студентам предлагается выполнять задания на специализированных учебных стендах. На лабораторных занятиях также применяются метод контекстного обучения, работы в команде и метод case-study, позволяющие усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также анализа конкретных ситуаций и поиска решений в группе студентов. Защита результатов лабораторных работ проходит в виде диалога преподавателя и студента, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

В ходе самостоятельной работы студенты получают более глубокие практические навыки по дисциплине при подготовке к выполнению и защите лабораторных работ и итоговой аттестации.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: устный опрос (собеседование), выполнение работ на специализированном лабораторном оборудовании и защита полученных результатов, выполнение контрольной работы.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы: полупроводниковые приемники излучений : учебное пособие / С. А. Леготин, А. А. Краснов, Д. С. Ельников [и др.]. — Москва : МИСИС, 2018. — 188 с. — ISBN 978-5-906953-50-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115280> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рабинович, О. И. Основы технологии электронной компонентной базы : учебно-методическое пособие / О. И. Рабинович. — Москва : МИСИС, 2015. — 59 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116686> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93594> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Коледов, Л. А. Технология и конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок : учебное пособие / Л. А. Коледов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-0766-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/192> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Бодров, Е.Э. Основы технологии электронной компонентной базы: учеб. пособие / Е.Э. Бодров. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. – 179 с.

2. Астахов, В. П. Основы технологии электронной компонентной базы : практикум : учебное пособие / В. П. Астахов, С. А. Леготин, К. А. Кузьмина. — Москва : МИСИС, 2016. — 53 с. — ISBN 978-5-87623-964-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93644> (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
7 Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NI Developer Suite	К-118-08 от 20.10.2008	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

представления информации.

Лаборатория методов математического моделирования и компьютерных технологий в научных исследованиях: лабораторный стенд «Микроприводы» National Instruments.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитории кафедры электроники и микроэлектроники (ауд. 457,458,459,460).

Компьютерный класс: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Основы электропривода» предусмотрено самостоятельное изучение обучающимися основной и дополнительной литературы при подготовке к лекционным и лабораторным занятиям по следующей тематике:

Тема 1. Основные сведения. История развития электропривода.

1. Типы электроприводов и движения, осуществляемые ими.
2. Краткий исторический обзор развития электропривода.

Тема 2. Механика электропривода.

- 1 Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции.
- 2 Механические характеристики производственных механизмов и электрических двигателей.
- 3 Уравнение движения электропривода.
- 4 Время ускорения и замедления электропривода. Установившиеся режимы.

Тема 3. Механические характеристики электроприводов.

1. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения
2. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в пусковых и тормозных режимах

3. Механические характеристики асинхронного двигателя

4. Механические характеристики асинхронного двигателя в пусковых и тормозных режимах

Тема 4. Регулирование угловой скорости электроприводов.

1. Основные показатели регулирования угловой скорости электроприводов.
2. Регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
3. Регулирование угловой скорости асинхронного двигателя
- 4 Регулирование угловой скорости электроприводов переменного тока

Тема 5. Переходные процессы в электроприводах.

1. Общие положения.
2. Переходные процессы в электроприводах с двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
3. Общие дифференциальные уравнения и их решение.
4. Общие дифференциальные уравнения и их решение без учета электромагнитных процессов.

5 Реостатный пуск.

6. Динамическое торможение.

7. Торможение противовключением.

8. Переходные режимы в приводах с асинхронными двигателями трехфазного тока.

9. Формирование переходных процессов.

Тема 6. Расчет мощности двигателя.

1. Общие положения.

2. Потери энергии в электроприводах постоянного и переменного тока.

3. Нагрев и охлаждение двигателя. Классификация режимов работы электроприводов.

4 Нагрузочные диаграммы электроприводов.

5. Расчет мощности двигателя при продолжительном режиме работы.

6. Расчет мощности двигателя при кратковременном режиме работы.

7. Расчет мощности двигателя при повторно-кратковременном режиме работы.

Самостоятельная работа студентов предполагает также подготовку к выполнению и к защите результатов лабораторных работ.

Темы лабораторных работ (ЛР):

ЛР№1. Определение активного сопротивления обмотки якоря микродвигателя.

ЛР№2. Определение коэффициента электромеханического преобразования микродвигателя.

ЛР№3. Снятие механических характеристик микродвигателя постоянного тока.

ЛР№4. Снятие рабочих характеристик микродвигателя постоянного тока.

ЛР№5. Снятие статических механических характеристик одноконтурной САУ скоростью с различными регуляторами.

ЛР№6. Определение динамических характеристик разомкнутой САУ скоростью двигателя постоянного тока.

Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ:

- Для чего необходимо стопорить электродвигатель при измерении активного сопротивления обмотки якоря?
- Что будет форма электромеханической характеристики, если при измерении активного сопротивления обмотки якоря двигатель не застопоривать?
- Что представляет собой электромеханическая постоянная электродвигателя?
- Какими способами можно регулировать скорость электродвигателя в лабораторной установке?
- Для чего необходим маховик в лабораторной установке?

Кроме того, обучающиеся выполняют контрольные работы по трем темам:

1. Механика электропривода

Примерное задание:

А) Выбрать вариант задания (задается ведущим преподавателем) и определить параметры электропривода по базе данных.

Для выбранного электропривода требуется

- провести расчеты параметров электропривода, используемые во всех пунктах задания;
- рассчитать момент сопротивления и момент инерции, приведенные к валу двигателя.

Б) Для электропривода, параметры которого определены в п. 1, требуется рассчитать и построить в относительных единицах нагрузочные диаграммы при разных массах поднимаемого груза:

- пуска от нуля до номинальной скорости при полном использовании двигателя по перегрузочной способности;
- пуска от нуля до номинальной скорости при постоянном ускорении, определяемом перегрузочной способностью двигателя и наибольшим поднимаемым грузом;
- торможения от номинальной скорости до нуля при полном использовании двигателя по перегрузочной способности;
- торможения от номинальной скорости до нуля при постоянном ускорении (замедлении) привода, определяемом перегрузочной способностью двигателя и наименьшим поднимаемым грузом.

В) Для электропривода, параметры которого приведены в п. 1, требуется рассчитать и построить в относительных единицах нагрузочные диаграммы, а также зависимость пути от времени $S = f(t)$ при разных массах поднимаемого груза:

- пуска от нуля до номинальной скорости, работы на установившейся скорости и торможения от номинальной скорости до нуля при полном использовании двигателя по перегрузочной способности;
- пуска от нуля до номинальной скорости, работы на установившейся скорости и торможения от номинальной скорости до нуля при постоянном ускорении привода, определяемом перегрузочной способностью и наибольшей массой поднимаемого груза.

Г) Проанализировать полученные и сделать соответствующие выводы.

- Влияние передаточного числа и КПД на величину момента сопротивления и момент инерции, приведенных к валу двигателя.
- Влияние массы поднимаемого груза на момент сопротивления и момент инерции, приведенных к валу двигателя.
- Влияние массы поднимаемого груза на время пусковой и тормозной моменты, ускорение привода.
- Влияние массы поднимаемого груза на время пуска и торможения.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, РЕЖИМЫ РАБОТЫ И РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ СВОЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Примерное задание:

1. Выбрать вариант задания (задается ведущим преподавателем) и определить параметры двигателя. Технические данные двигателей постоянного тока независимого возбуждения по вариантам приведены в табл. 1.

Для выбранного двигателя требуется провести расчеты параметров, используемые во всех пунктах задания.

2. Задаться относительными значениями сопротивлений дополнительных резисторов, вводимых в якорную цепь. Для выбранного двигателя и заданных значений резисторов рассчитать и построить:

2.1. Естественные механическую и электромеханическую характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

2.2. Реостатные механические и электромеханические характеристики

3. Задаться коэффициентами понижения якорного напряжения в долях от номинального. Рассчитать и построить механические и электромеханические характеристики при пониженном напряжении. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.

4. Определить постоянную двигателя при максимальном ослаблении магнитного потока двигателя. Рассчитать и построить механическую и электромеханическую характеристики при ослабленном магнитном потоке. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.

5. Определить величины сопротивления динамического торможения, которые обеспечивали бросок якорного тока: $-I_n$ и $-2 \cdot I_n$, при начальной скорости, равной номинальной. Рассчитать и построить механические и электромеханические характеристики динамического торможения. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.

6. Определить величину сопротивления противовключения, которое обеспечивало силовой спуск груза со скоростью, равной номинальной, при моменте сопротивления, равном номинальному и сопротивлению противовключения, которое обеспечивало бросок якорного тока $-2 \cdot I_n$, при смене полярности якорного напряжения и начальной скорости, равной номинальной.

Рассчитать и построить естественные механическую и электромеханическую характеристики и реостатные характеристики двигателя в режиме противовключения. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.

7. Проанализировать полученные результаты и сделать соответствующие выводы.

7.1. Влияние параметров электропривода (дополнительных сопротивлений, напряжения, магнитного потока) на вид механических и электромеханических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения

7.2. Влияние сопротивления якорной цепи на величину перепада скорости и реостатные характеристики.

7.3. Влияние напряжения питания на величину скорости идеального холостого хода, перепада скорости и механические характеристики.

7.4. Влияние магнитного потока на скорость идеального холостого хода, перепада скорости и механические характеристики.

7.5. Влияние сопротивления якорной цепи при динамическом торможении на величину тормозного тока и механические характеристики.

7.6. Влияние сопротивления якорной цепи в режиме противовключения (силовой спуск груза) на величину установившейся скорости и механические характеристики.

7.7. Влияние сопротивления якорной цепи в режиме противовключения на величину тормозного тока и механические характеристики.

3. Расчет мощности электроприводов

Примерное задание:

При движении электропривода “вперед” (промежутки времени t_1 , t_2 , t_3) момент сопротивления на валу механизма равен $M_{с, мех}$, электропривод разгоняется от нуля до номинальной скорости, работает на этой скорости и тормозится до нуля.

Заданная установившаяся угловая скорость вала механизма соответствует основной (номинальной) скорости двигателя

При движении электропривода “назад” (промежутки времени t_4, t_5, t_6, t_7, t_8) момент сопротивления на валу механизма равен $M_{c,xx}$ электропривод разгоняется от нуля до максимальной скорости за счет ослабления магнитного потока, работает на этой скорости и тормозится до нуля.

Путь вала механизма как “вперед”, так и “назад” $N_{об}$ одинаков. При разгоне и торможении система управления электроприводом обеспечивает постоянство углового ускорения вне зависимости от направления движения $\frac{d\omega_{мех}}{dt} = const$.

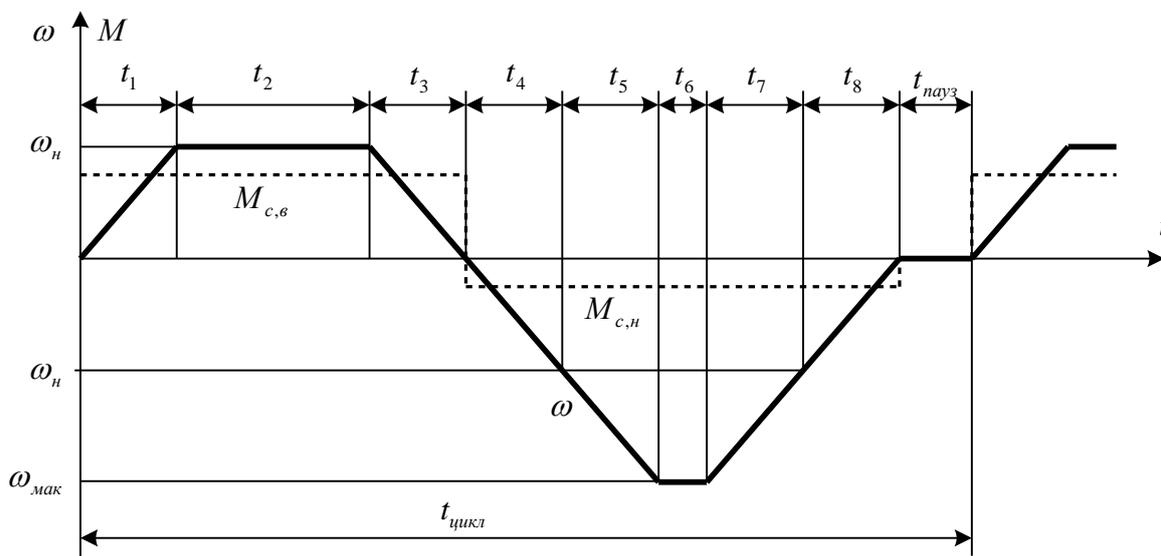


Рис. 1. Тахограмма и зависимость $M_c = f(t)$ проектируемого электропривода

Требуется:

1. Используя исходные данные (табл.1) определить мощность двигателя, его номинальную и максимальную скорости (вариант 60).

Таблица 1

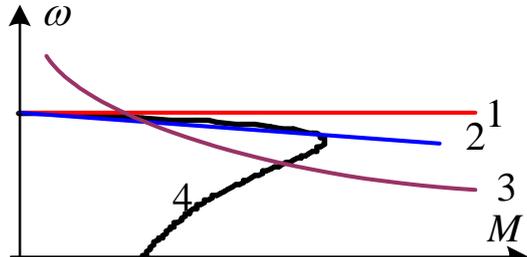
N/N	Наименование	Единицы измерения	Значение
1	Номинальная скорость вала механизма, $n_{мех}$	Об/мин	375
2	Диапазон регулирования		2,3
3	Момент сопротивления на валу механизма при работе "вперед", $M_{c,в}$	Нм	295
4	Момент сопротивления на валу механизма при работе "назад", $M_{c,хх}$	Нм	29
5	Путь рабочего органа " вперед" или "назад", $N_{об}$	обороты	38
6	Передаточное число редуктора		4
7	КПД редуктора		0,9
8	Момент инерции механизма, $J_{мех}$	кгм ²	3
9	Угловое ускорение на валу механизма, $\pm \frac{d\omega_{мех}}{dt} = const$	1/с ²	40
10	Время цикла	с	14
11	Коэффициент ухудшения охлаждения во время паузы		0,5
12	Коэффициент ухудшения охлаждения во время пуска и торможения		0,75

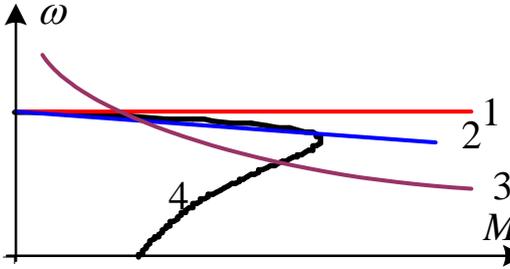
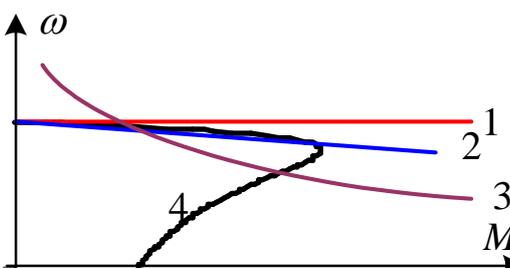
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

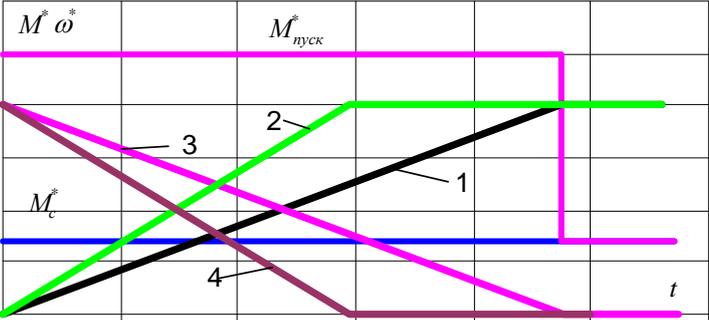
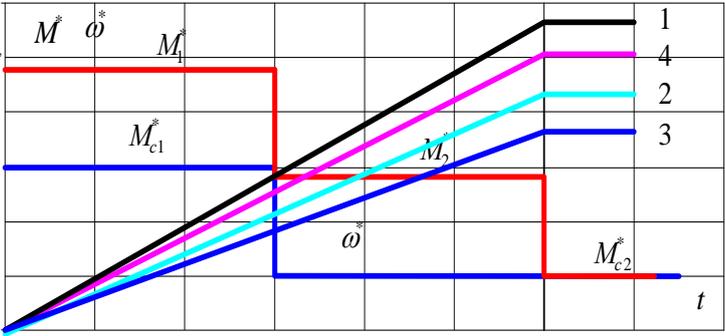
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения

промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-4 Способен тестировать, обслуживать и обеспечивать бесперебойную работу электронных средств и электронных систем различного назначения		
ПК-4.1	Осуществляет организацию и проведение профилактического и текущего ремонта электронного оборудования	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Типы электроприводов и движения, осуществляемые ими. 2. Приведение моментов и сил сопротивления, инерционных масс и моментов инерции. 3. Механические характеристики производственных механизмов и электрических двигателей. 4. Уравнение движения электропривода. 5. Время ускорения и замедления электропривода. Установившиеся режимы. 6. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения. 7. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в пусковых и тормозных режимах 8. Механические характеристики асинхронного двигателя 9. Механические характеристики асинхронного двигателя в пусковых и тормозных режимах 10. Основные показатели регулирования угловой скорости электроприводов. 11. Регулирование угловой скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения. 12. Регулирование угловой скорости асинхронного двигателя. 13. Реостатное регулирование угловой скорости асинхронного двигателя. 14. Частотное регулирование угловой скорости асинхронного двигателя. 15. Регулирование угловой скорости асинхронного электропривода изменением напряжения. 16. Частотное регулирование асинхронных электроприводов. 17. Динамическое торможение двигателя постоянного тока независимого возбуждения. 18. Торможение противовключением двигателя постоянного тока независимого возбуждения. 19. Расчет мощности двигателя при продолжительном режиме работы. 20. Расчет мощности двигателя при кратковременном

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>режиме работы.</p> <p>21. Расчет мощности двигателя при повторно-кратковременном режиме работы.</p> <p>22. Передаточные функции автоматических систем управления.</p> <p>23. Качество регулирования. Показатели качества.</p> <p>24. Системы управления электроприводами с последовательной коррекцией при подчиненном регулировании параметров.</p> <p>25. Дефекты и неисправности двигателей постоянного тока.</p> <p>26. Дефекты и неисправности асинхронных электродвигателей.</p> <p>27. Принципы диагностирования неисправностей и ремонта электрических двигателей постоянного и переменного тока</p> <p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <p>1.</p> <p>Из приведенных зависимостей выберите уравнение приведения момента сопротивления к валу двигателя.</p> <p>1) $M = M_c - J \frac{d\omega}{dt}$</p> <p>2) $M = M_c + J \frac{d\omega}{dt}$</p> <p>3) $M + M_c = -J \frac{d\omega}{dt}$</p> <p>4) $\omega = \frac{U}{c} + \frac{MR_{\text{я}}}{c^2}$</p> <p>2. Из приведенных зависимостей выберите уравнение приведения сил сопротивления к валу двигателя.</p> <p>1) $M_c = F_{\text{см}} \cdot V / \omega_{\text{д}} \eta_n$</p> <p>2) $M_c = F_{\text{см}} \cdot V / V_{\text{д}} \eta_n$</p> <p>3) $M_c = F_{\text{см}} \cdot \omega_{\text{д}} / V \eta_n$</p> <p>4) $M_c = m_{\text{см}} \cdot V / \omega_{\text{д}} \eta_n$</p> <p>3. Из приведенных механических характеристик электрических двигателей укажите характеристику асинхронного двигателя.</p> 

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>4. Из приведенных механических характеристик электрических двигателей укажите характеристику двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.</p>  <p>5. Из приведенных механических характеристик электрических двигателей укажите характеристику синхронного двигателя.</p>  <p>6. Из приведенных уравнений для определения жесткости механических характеристик выберите правильный ответ.</p> <p>1) $\beta = \frac{M_2 - M_1}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$</p> <p>2) $\beta = \frac{M_2 - M_1}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$</p> <p>3) $\beta = \frac{\omega_2 - \omega_1}{M_2 - M_1} = \frac{\Delta \omega}{\Delta M}$</p> <p>4) $\beta = \frac{M_2 + M_1}{\omega_2 + \omega_1} = \frac{\Delta M}{\Delta \omega}$</p> <p>7. Из приведенных уравнений выберите правильный ответ, обеспечивающий устойчивую работу электропривода. β_o и β_c - жесткости механических характеристик двигателя и производственного механизма</p> <p>1) $\beta_o + \beta_c < 0$</p> <p>2) $\beta_c - \beta_o < 0$</p> <p>3) $\beta_o - \beta_c < 0$</p> <p>4) $\beta_o - \beta_c > 0$</p>

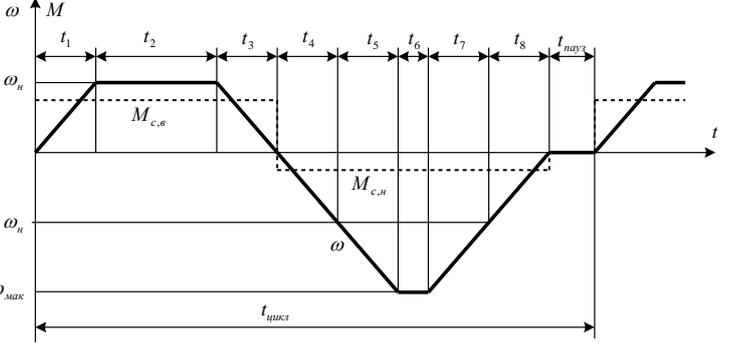
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>8. Из приведенных зависимостей выберите правильное выражение уравнения движения.</p> <p>1) $M = M_c - J \frac{d\omega}{dt}$</p> <p>2) $M = M_c + J \frac{d\omega}{dt}$</p> <p>3) $M + M_c = -J \frac{d\omega}{dt}$</p> <p>4) $\omega = \frac{U}{c} + \frac{MR_{\text{я}}}{c^2}$</p> <p>9. Выбрать зависимость $\omega^* = f(t)$, которая соответствует заданным зависимостям момента двигателя $M^* = f(t)$, момента сопротивления $M_c^* = f(t)$.</p>  <p>10. Выбрать зависимость $\omega^* = f(t)$, которая соответствует заданным зависимостям момента двигателя $M^* = f(t)$, момента сопротивления $M_c^* f(t)$ и наибольшему значению момента инерции J.</p>  <p>11. Выбрать зависимость $\omega^* = f(t)$, которая соответствует заданным зависимостям момента двигателя $M^* = f(t)$, момента сопротивления $M_c^* f(t)$.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div data-bbox="743 271 1474 566" data-label="Figure"> <p>The graph shows engine moment M^* and speed ω^* on the y-axis versus time t on the x-axis. A blue curve represents M^*, a black curve represents ω^*, and a red curve represents M_c. The red curve has two steps: M_{c1} and M_{c2}. The blue curve starts at the origin and increases to meet the red curve. The black curve starts at the origin and increases to meet the blue curve. Numbered points 1, 2, 3, and 4 are marked on the curves.</p> </div> <p data-bbox="730 616 1501 741">12. Выбрать зависимость $\omega^* = f(t)$, которая соответствует заданным зависимостям момента двигателя $M^* = f(t)$, момента сопротивления $M_c^* f(t)$.</p> <div data-bbox="743 781 1453 1173" data-label="Figure"> <p>The graph shows engine moment M^* and speed ω^* on the y-axis versus time t on the x-axis. A blue curve represents M^*, a black curve represents ω^*, and a red curve represents M_c. The red curve starts at a positive value and decreases to zero. The blue curve starts at the origin, dips below zero, and then rises to meet the red curve. The black curve starts at the origin and rises to meet the blue curve. Numbered points 1, 2, 3, and 4 are marked. A red horizontal line at the bottom is labeled M_{top}^*.</p> </div> <p data-bbox="730 1223 1477 1435">13. Выбрать зависимость момента двигателя $M^* = f(t)$, которая соответствует заданным зависимостям скорости двигателя $\omega^* = f(t)$, момента сопротивления $M_c^* f(t)$ и наибольшему моменту инерции электропривода.</p> <div data-bbox="743 1442 1442 1783" data-label="Figure"> <p>The graph shows engine moment M^* and speed ω^* on the y-axis versus time t on the x-axis. A blue curve represents M^*, a black curve represents ω^*, a red curve represents M_c, and a green curve represents M_m. The red curve has two steps: M_{c1} and M_{c2}. The blue curve starts at the origin and increases to meet the red curve. The black curve starts at the origin and increases to meet the blue curve. The green curve starts at a positive value and decreases to zero. Numbered points 1, 2, 3, and 4 are marked.</p> </div> <p data-bbox="730 1827 1477 1995">14. Выбрать зависимость момента двигателя $M^* = f(t)$, которая соответствует заданным зависимостям скорости двигателя $\omega^* = f(t)$, момента сопротивления $M_c^* f(t)$.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>- торможения от номинальной скорости до нуля при полном использовании двигателя по перегрузочной способности;</p> <p>- торможения от номинальной скорости до нуля при постоянном ускорении (замедлении) привода, определяемом перегрузочной способностью двигателя и наименьшим поднимаемым грузом.</p> <p>В) Для электропривода, параметры которого приведены в п. 1, требуется рассчитать и построить в относительных единицах нагрузочные диаграммы, а также зависимость пути от времени $S = f(t)$ при разных массах поднимаемого груза:</p> <p>- пуска от нуля до номинальной скорости, работы на установившейся скорости и торможения от номинальной скорости до нуля при полном использовании двигателя по перегрузочной способности;</p> <p>- пуска от нуля до номинальной скорости, работы на установившейся скорости и торможения от номинальной скорости до нуля при постоянном ускорении привода, определяемом перегрузочной способностью и наибольшей массой поднимаемого груза.</p> <p>Г) Проанализировать полученные и сделать соответствующие выводы.</p> <p>- Влияние передаточного числа и КПД на величину момента сопротивления и момент инерции, приведенных к валу двигателя.</p> <p>- Влияние массы поднимаемого груза на момент сопротивления и момент инерции, приведенных к валу двигателя.</p> <p>- Влияние массы поднимаемого груза на время пусковой и тормозной моменты, ускорение привода.</p> <p>- Влияние массы поднимаемого груза на время пуска и торможения.</p> <p>2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, РЕЖИМЫ РАБОТЫ И РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ СВОЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА</p> <p><i>Примерное задание:</i></p> <p>1. Выбрать вариант задания (задается ведущим преподавателем) и определить параметры двигателя. Технические данные двигателей постоянного тока независимого возбуждения по вариантам приведены в табл. 1.</p> <p>Для выбранного двигателя требуется провести расчеты параметров, используемые во всех пунктах задания.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. Задаться относительными значениями сопротивлений дополнительных резисторов, вводимых в якорную цепь. Для выбранного двигателя и заданных значений резисторов рассчитать и построить:</p> <p>2.1. Естественные механическую и электромеханическую характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.</p> <p>2.2. Реостатные механические и электромеханические характеристики</p> <p>3. Задаться коэффициентами понижения якорного напряжения в долях от номинального. Рассчитать и построить механические и электромеханические характеристики при пониженном напряжении. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.</p> <p>4. Определить постоянную двигателя при максимальном ослаблении магнитного потока двигателя. Рассчитать и построить механическую и электромеханическую характеристики при ослабленном магнитном потоке. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.</p> <p>5. Определить величины сопротивления динамического торможения, которые обеспечивали бросок якорного тока: $-I_n$ и $-2 \cdot I_n$, при начальной скорости, равной номинальной. Рассчитать и построить механические и электромеханические характеристики динамического торможения. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.</p> <p>6. Определить величину сопротивление противовключения, которое обеспечивало силовой спуск груза со скоростью, равной номинальной, при моменте сопротивления, равном номинальному и сопротивлению противовключения, которое обеспечивало бросок якорного тока $-2 \cdot I_n$, при смене полярности якорного напряжения и начальной скорости, равной номинальной.</p> <p>Рассчитать и построить естественные механическую и электромеханическую характеристики и реостатные характеристики двигателя в режиме противовключения. Для сравнения на этом же графике построить естественную характеристику, рассчитанную в п. 2.1.</p> <p>7. Проанализировать полученные результаты и сделать соответствующие выводы.</p> <p>7.1. Влияние параметров электропривода (дополнительных сопротивлений, напряжения, магнитного потока) на вид механических и электромеханических характеристик двигателя</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>постоянного тока независимого возбуждения</p> <p>7.2. Влияние сопротивления якорной цепи на величину перепада скорости и реостатные характеристики.</p> <p>7.3. Влияние напряжения питания на величину скорости идеального холостого хода, перепада скорости и механические характеристики.</p> <p>7.4. Влияние магнитного потока на скорость идеального холостого хода, перепада скорости и механические характеристики.</p> <p>7.5. Влияние сопротивления якорной цепи при динамическом торможении на величину тормозного тока и механические характеристики.</p> <p>7.6. Влияние сопротивления якорной цепи в режиме противовключения (силовой спуск груза) на величину установившейся скорости и механические характеристики.</p> <p>7.7. Влияние сопротивления якорной цепи в режиме противовключения на величину тормозного тока и механические характеристики.</p> <p>3. Расчет мощности электроприводов</p> <p><i>Примерное задание:</i></p> <p>При движении электропривода “вперед” (промежутки времени t_1, t_2, t_3) момент сопротивления на валу механизма равен $M_{с,мех}$, электропривод разгоняется от нуля до номинальной скорости, работает на этой скорости и тормозится до нуля.</p> <p>Заданная установившаяся угловая скорость вала механизма соответствует основной (номинальной) скорости двигателя</p> <p>При движении электропривода “назад” (промежутки времени t_4, t_5, t_6, t_7, t_8) момент сопротивления на валу механизма равен $M_{с,хх}$ электропривод разгоняется от нуля до максимальной скорости за счет ослабления магнитного потока, работает на этой скорости и тормозится до нуля.</p> <p>Путь вала механизма как “вперед”, так и “назад” $N_{об}$ одинаков. При разгоне и торможении система управления электроприводом обеспечивает постоянство углового ускорения вне зависимости от направления движения $\frac{d\omega_{мех}}{dt} = const$.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		 <p data-bbox="746 672 1476 750">Рис. 1. Тахограмма и зависимость $M_c = f(t)$ проектируемого электропривода</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы электропривода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.