



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиал в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина

10.09.2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД**

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная


Институт/ факультет    Филиал в г. Белорецк  
Кафедра                    Металлургии и стандартизации  
Курс                         5

Магнитогорск  
2019 год

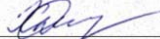
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

03.09.2019, протокол № 1

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк  
10.09.2019 г. протокол № 1

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиС, канд. техн. наук  О.А. Сарапулов

Рецензент:

Начальник  лаборатории АО БМК МиС,  
Ю.И. Кузнецов

**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 03.09.2020 г. №1  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

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

Дисциплина Автоматизированный электропривод 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 электропривода

Теория автоматического управления

Теоретические основы электротехники

Электрический привод

Электрические машины

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Автоматизированный электропривод» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способность подготовить комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода
ПК-4.1	Осуществляет подготовку комплекта конструкторской документации, технических и рабочих проектов системы электропривода

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 2,1 акад. часов;
- аудиторная – 2 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 102 акад. часов;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет

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. Раздел 1.								
1.1 Роль и место автоматизированных электроприводов в технологических процессах. классификация систем управления; краткий обзор развития систем автоматического управления электро-приводов (АЭП)	5			2	10	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу				2	10			
2. Раздел 2.								
2.1 Релейно-контакторные схемы управления электро-приводами. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и сигнализация в схемах электропривода	5				10	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					10			
3. Раздел 3.								
3.1 Системы управления электроприводов с параллельными обратными связями (АЭП с обратными связями по напряжению, току, скорости)	5				10	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					10			
4. Раздел 4.								

4.1 Системы управления с подчиненным регулированием координат	5				10	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					10			
5. Раздел 5.								
5.1 Системы управления электроприводов по системе ТПД с подчиненным регулированием координат. Настройка контура регулирования тока якоря.	5				10	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					10			
6. Раздел 6.								
6.1 Настройка контура регулирования скорости вращения электропривода	5				10	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					10			
7. Раздел 7.								
7.1 Настройка контура регулирования скорости в двукратно-интегрирующей системы автоматизированного электропривода	5				14	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					14			
8. Раздел 8.								
8.1 Позиционная система автоматизированного электро-привода	5				14	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					14			
9. Раздел 9.								
9.1 Двухзонная система автоматизированного электропривода	5				14	Изучение учебной и научной литературы	Устный опрос, тестирование	ПК-4.1
Итого по разделу					14			
Итого за семестр				2	102		зачёт	
Итого по дисциплине				2	102		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Автоматизированный электропривод» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Автоматизированный электропривод» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме и в форме лекций-консультаций. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **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**

### **а) Основная литература:**

Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс]: Учебное пособие.- 2-е изд., испр. и доп.-СПб.: Издательство «Лань», 2013.- 208 с.: ил.-(Учебники для вузов. Специальная литература).- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5849](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5849).- Заглавие с экрана.- ISBN 978-5-8114-1471-0

### **б) Дополнительная литература:**

1. Даниленко, Ю. И. Типовые схемы автоматического управления электроприводами [Электронный ресурс]: метод. указания к практическим занятиям по курсу «Электротехника и электроника»/Ю. И. Даниленко. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2013.-18, [4] с.: ил. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52434](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52434) - Заглавие с экрана.- ISBN 978-5-7038-3754-2

2. Ившин, В. П., Перухин, М. Ю. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 400 С. (Высшее образование. Бакалавриат)/- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=430323> .- Заглавие с экрана- ISBN 978-5-16-005162-8

### **в) Методические указания:**

1. Фомин Н. В., Омельченко Е. Я., Белый А. В., Шохин В. В. Исследование систем управления электроприводов с параллельными обратными связями: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» для студентов специальностей 140604, 140600 и 220401. Магнито-горск: МГТУ, 2013, 36 с.

2. Фомин Н. В. Системы управления электроприводов. Курсовое проектирование: учеб. пособие /Н. В. Фомин.- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2014. 102 с. (приложение)

3. Васильев, В.Ф. Частотное регулирование однофазного асинхронного двигателя [Текст]. Ч.2.: учебное пособие/ В.Ф. Васильев, В.И. Королев, К.А. Шиповалова; М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2018. – 19 с.

4. Омельченко Е. Я. Исследование системы управления асинхронно – вентиль-ным каскадом: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы управления электроприводов» для студентов специальностей 140604, 140600, 220401. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2013. 15 с

5. Фомин Н. В., Радионов А. А., Белый А. В., Линьков С. А., Мерзляков Ю. В., Толмачев Г. Г., Параметрирование преобразователей фирмы «SIEMENS» Учеб. пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2011. 94 с

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA v.6(Белорецк)	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно
MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные занятия для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ Лаборатория БЖД с комплектом оборудования, наглядные пособия по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду

Помещение для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации

### **Приложение 1.**

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.**

#### **Тестовые вопросы № 1.**

1. Какие особенности присущи тиристорному преобразователю (ТП), как динамическому звену системы электропривода?
2. Какая передаточная функция ТП принимается при исследовании динамических свойств системы электропривода?
3. Какие параметры определяют величину постоянной времени ТП?
4. От чего зависит величина коэффициента передачи ТП? В каком случае коэффициент остается постоянным, а в каком переменным?
5. Как рассчитать параметры ТП?
6. Какие допущения принимаются при выводе структурной схемы электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ)?
7. Как получить структурную схему электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения?
8. Какие управляющие и возмущающие воздействия можно выделить для ДПТ?
9. Какие факторы определяют быстродействие якорной цепи ДПТ?
10. Какие факторы определяют быстродействие электромеханического преобразования в ДПТ?
11. Как определить передаточную функцию ДПТ по управляющему воздействию?
12. Как получить передаточную функцию ДПТ по возмущающему воздействию?
13. Что влияет на коэффициент демпфирования ДПТ?
14. В каком случае переходные процессы в ДПТ носят колебательный характер?
15. В каком случае переходные процессы в ДПТ апериодические?
16. Как рассчитать параметры якорной цепи ДПТ?
17. Как рассчитать параметры электромеханического преобразователя ДПТ?
18. Как определить корни характеристического уравнения ДПТ?

#### **Тестовые вопросы № 2.**

1. Что такое обратная связь?
2. Какая обратная связь считается отрицательной, а какая положительной?
3. В чем отличие жесткой обратной связи от гибкой?
4. Что такое задержанная обратная связь?
5. Как выполняется система управления с параллельными обратными связями? Какие достоинства и недостатки присущи данным АЭП?
6. Как осуществляется обратная связь по напряжению?
7. Структурная схема системы управления с отрицательной обратной связью по напряжению?
8. Как получить вырожденную структурную схему данной АЭП?
9. Как получить уравнение электромеханической характеристики на основании вырожденной структурной схемы данной АЭП?
10. Какой параметр определяет величина напряжения на входе регулятора скорости (РС)?

11. Как изменится скорость вращения двигателя при обрыве цепи обратной связи?
12. Какие параметры системы управления влияют на величину жесткости электромеханической характеристики замкнутой АЭП?
13. Как изменится вид электромеханической характеристики, если при неизменной величине напряжения задания на входе РС увеличить значение коэффициента обратной связи по напряжению  $K_{\text{он}}$ ?
14. Как изменится статическая просадка по скорости в замкнутой АЭП при уменьшении величины коэффициента усиления РС  $K_{\text{рс}}$ ?
15. Какая предельная жесткость электромеханической характеристики получается в данной АЭП?
16. Как получить предельную жесткость электромеханической характеристики при реальных параметрах системы управления?
17. Как рассчитать величину  $K_{\text{рс}}$  для получения заданной жесткости электромеханической характеристики?
18. Как отразится на виде электромеханической характеристики замкнутой АЭП уменьшение  $K_{\text{он}}$ ?
19. Как получить уравнение внешней характеристики данной АЭП на основании вырожденной схемы?
20. Поясните физический смысл повышения жесткости электромеханической характеристики данной АЭП?

### Тестовые вопросы №3

1. Как реализуется обратная связь по скорости вращения электропривода?
2. Структурная схема АЭП с отрицательной обратной связью по скорости.
3. Как получить уравнение электромеханической характеристики данной АЭП на основании вырожденной структурной схемы?
4. Как изменится скорость идеального холостого хода данной АЭП при снижении величины  $K_{\text{рс}}$  и неизменном значении напряжения задания на входе РС?
5. Как влияет величина коэффициента обратной связи по скорости  $K_{\text{ос}}$  на вид электромеханических характеристик?
6. Какова предельная жесткость электромеханической характеристики в данной АЭП?
7. С какой целью на выходе тахогенератора устанавливают делитель напряжения?
8. С какой целью выходное напряжение тахогенератора подвергают фильтрации?
9. Как влияет величина  $K_{\text{рс}}$  на статическую просадку скорости в данной АЭП?
10. Изменится ли величина статической просадки скорости в данной АЭП при увеличении напряжения задания на входе РС?
11. Как получить предельную жесткость электромеханической характеристики при реальных параметрах системы управления?
12. Как выглядит внешняя характеристика в данной АЭП для обеспечения предельной жесткости электромеханической характеристики?
13. Как рассчитать величину  $K_{\text{рс}}$  для получения заданной жесткости электромеханической характеристики?
14. Как правильно подключить отрицательную обратную связь по скорости на вход РС?
15. Как влияет величина момента нагрузки на жесткость электромеханической характеристики?

### Тестовые вопросы №4

1. Как реализуется обратная связь по якорному току электропривода?
2. Структурная схема АЭП с положительной обратной связью по величине якорного тока.
3. Как получить вырожденную структурную схему данной АЭП?
4. Как вывести уравнение электромеханической характеристики для данной АЭП на основании вырожденной структурной схемы?
5. Как влияет величина коэффициента обратной связи по току  $K_{\text{от}}$  на вид электромеханической характеристики?
6. Как определить величину  $K_{\text{от}}$  для получения абсолютно жесткой электромеханической характеристики?
7. Как определить величину  $K_{\text{от}}$  для получения жесткости естественной характеристики?
8. Почему на практике одну положительную обратную связь по току не применяют?
9. Что такое токовая отсечка? Как реализуется токовая отсечка?

10. Вырожденная структурная схема АЭП с токовой отсечкой.
11. Как получить уравнение электромеханической характеристики АЭП с токовой отсечкой?
12. Как влияет величина напряжения задания на входе регулятора на величину тока отсечки?
13. Как изменится вид электромеханической характеристики при увеличении коэффициента  $K_{от}$ ?
14. Как рассчитать коэффициенты данной АЭП для получения заданной величины тока стопорения?
15. Как в данной АЭП задать величину необходимого тока отсечки?
16. Как изменится вид электромеханической характеристики при изменении величины напряжения задания на входе регулятора?

#### **Тестовые вопросы № 5**

1. Принципы оптимизации в системах подчиненного регулирования координат.
2. Расчет передаточных функций регуляторов.
3. Порядок настройки контура регулирования якорного тока.
4. Порядок настройки контура регулирования скорости.
5. Логарифмические частотные характеристики при модульном и симметричном оптимумах
6. Влияние параметров САР на статические и динамические свойства системы.
7. Структурная схема двухконтурной САР скорости.
8. Ограничение координат и производных в системах подчиненного регулирования координат.
9. Оценка качества статических и динамических свойств замкнутой системы.
10. Пуск под «отсечку» на холостом ходу и под нагрузкой.
11. Пуск от ЗИ в системах регулирования с П – РС и ПИ- РС.
12. Реакция системы регулирования скорости с П – РС и ПИ- РС на наброс нагрузки.

#### **Тестовые № 6**

1. Особенности работы схемы двухзонного регулирования скорости.
2. Осуществление автоматического разделения зон регулирования.
3. Особенности настройки контура регулирования тока возбуждения, структурная схема контура регулирования тока возбуждения и потока двигателя.
4. Настройка датчика ЭДС двигателя.
5. Оценка качества динамических свойств системы двухзонного регулирования скорости.
6. Компенсация нелинейностей, связанных с двухзонным регулированием.
7. Особенности работы системы двухзонного регулирования при пуске под отсечку и от датчика интенсивности.

#### **Тестовые вопросы № 7**

1. Структурная схема трехконтурной системы регулирования.
2. Особенности работы позиционной САР при малых, средних и больших перемещениях.
3. Фазовые характеристики при отработке перемещений.
4. Оценка качества статических и динамических свойств позиционной САР.

#### **Тестовые вопросы №8**

1. Какие основные законы частотного регулирования?
2. Какая система управления относится к скалярной?
3. Как настраивается функциональный блок  $U_f$ ?
4. Каким образом осуществляется токовая отсечка в системе скалярного управления?
5. Как осуществляется компенсация скольжения?

6. Как осуществляется компенсация падения напряжения в статорной цепи?
7. Как изменяется вид механических характеристик при изменении коэффициентов компенсации?
8. Какой вид имеет механическая характеристика в системе с регулятором скорости (обратной связью по скорости)?

#### **Тестовые вопросы № 9**

1. В чем отличие системы векторного управления от системы скалярного управления?
2. С какой целью в системах векторного управления применяют координатные преобразователи?
3. Как настраивают контуры регулирования тока статора в системах векторного управления?
4. Как определяют потокосцепление статора?
5. Как определяют потокосцепление ротора?
6. Как выполняется построение контура регулирования скорости?
7. Как осуществляется настройка контура потокосцепления?
8. Как строится система управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД?
9. Вид механических характеристик в системе векторного управления, влияние настроек на вид механической характеристики?
10. Укажите достоинства и недостатки систем векторного управления АД без датчика скорости?

### **Приложение 2**

#### **Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

*Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.*

*а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.*

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-4: Способность подготовить комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода		
ПК-4.1	Осуществляет подготовку комплекта конструкторской документации, технических и рабочих проектов системы электропривода	<p> Определить параметры регулятора тока якоря  Определить параметры регулятора скорости  Определить параметры регулятора тока возбуждения  Определить параметры регулятора ЭДС при двухзонном регулировании скорости  Определить и показать на механической характеристике величину статической просадки скорости в разомкнутой и замкнутой САРС с П-регулятором скорости  Пояснить, как формируется сигнал переключения групп вентилей в ТП  Конструктивные особенности двигателей для металлургической промышленности  Конструктивные особенности преобразователей для металлургической промышленности </p> <hr/> <p> Начертить структурную схему двигателя постоянного тока независимого возбуждения при неизменном потоке возбуждения.  Записать формулы для определения электромагнитной и электромеханической постоянной времени, сопротивления якорной цепи, коэффициента связи ЭДС и скорости вращения, конструктивной постоянной машины постоянного тока.  Начертить схему реверсивного магнитного пускателя для управления асинхронным короткозамкнутым двигателем.  Начертить естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока независимого возбуждения.  Начертить реостатные механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.  Начертить механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения при различных напряжениях на его якоре.  Начертить механические характеристики асинхронного двигателя при различных частотах питающего напряжения.  Указать тормозные режимы для двигателя постоянного тока независимого возбуждения; для этих режимов начертить механические характеристики.  Начертить механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в </p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>режиме динамического торможения (торможения с независимым возбуждением и с самовозбуждением).</p> <p>Начертить механическую характеристику асинхронного двигателя в режиме динамического торможения.</p> <p>Начертить трехфазную мостовую схему выпрямления. Указать номера тиристорov в схеме в соответствии с их порядком работы.</p> <p>Как изменится угол коммутации при увеличении индуктивного сопротивления фазы трансформатора.</p> <p>Как изменится угол коммутации при увеличении тока нагрузки тиристорного преобразователя.</p> <p>Начертить внешние характеристики преобразователя и механические характеристики привода с учетом зоны прерывистого тока. Указать границу зоны прерывистого тока.</p> <p>Указать основные особенности инверторного режима работы преобразователя.</p> <p>Начертить механические характеристики вентильного электропривода для инверторного режима работы преобразователя.</p> <p>Записать соотношение для углов управления вентильных групп реверсивного тиристорного преобразователя при линейном и нелинейном согласовании углов.</p> <p>Назначение логического переключающего устройства (ЛПУ) в реверсивных тиристорных преобразователях с отдельным управлением вентильными группами.</p> <p>Начертить механические характеристики электропривода с реверсивным тиристорным преобразователем для питания якорной цепи двигателя при использовании преобразователя с отдельным управлением при линейном и нелинейном согласовании углов.</p> <p>Записать передаточную функцию тиристорного преобразователя и формулы для определения параметров этой передаточной функции.</p> <p>Указать типы преобразователя частоты для электропривода переменного тока.</p> <p>Начертить силовую схему тиристорного преобразователя частоты со звеном постоянного тока.</p> <p>Начертить силовую схему тиристорного преобразователя частоты с непосредственной связью.</p> <p>Начертить временную диаграмму напряжения на выходе трехфазного автономного инвертора</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>напряжения при длительности работы тиристорov 120 эл.градусов.</p> <p>Начертить временную диаграмму напряжения на выходе трехфазного автономного инвертора напряжения при длительности работы тиристорov 180 эл.градусов.</p> <p>Начертить временную диаграмму напряжения для одной фазы преобразователя частоты с непосредственной связью, которая строится на основе трехфазной нулевой схемы.</p> <p>Начертить функциональную схему двухконтурной системы регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока.</p> <p>Начертить структурную схему системы двухзонного регулирования скорости с зависимым ослаблением потока возбуждения двигателя в функции эдс якоря двигателя.</p> <p>Начертить логарифмическую амплитудно – частотную характеристику (ЛАЧХ) разомкнутого контура, настроенного по модульному оптимуму (минимальная некомпенсируемая постоянная времени <math>T_{\mu}</math> ). Указать частоты сопряжения участков ЛАЧХ.</p> <p>Начертить ЛАЧХ разомкнутого контура, настроенного по симметричному оптимуму (минимальная некомпенсируемая постоянная времени <math>T_{\mu}</math> ). Указать частоты сопряжения участков ЛАЧХ.</p> <p>Записать обобщенную формулу для определения передаточной функции регулятора при настройке контура по модульному оптимуму в системах с подчиненным регулированием координат.</p> <p>Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при изменении сигнала задания скорости от задатчика интенсивности (П – регулятор скорости).</p> <p>Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при набросе нагрузки (П – регулятор скорости).</p> <p>Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при изменении сигнала задания скорости от задатчика интенсивности (ПИ – регулятор скорости; на входе регулятора скорости фильтр не установлен).</p> <p>Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>изменении сигнала задания скорости от задатчика интенсивности (ПИ – регулятор скорости; на входе регулятора скорости фильтр установлен).</p> <p>Начертить переходные процессы тока и скорости в двухконтурной системе регулирования скорости с внутренним контуром регулирования тока при набросе нагрузки (ПИ – регулятор скорости).</p> <p>Начертить переходные процессы тока и скорости в системе электропривода с подчиненным регулированием координат с двухзонным регулированием скорости с зависимым ослаблением потока в функции ЭДС якоря двигателя при разгоне двигателя до максимальной скорости (сигнал задания скорости подается от задатчика интенсивности, регулятор скорости – пропорциональный или пропорционально-интегральный).</p> <p>Пояснить назначение корректирующего устройства в контуре регулирования скорости при двухзонном регулировании скорости вращения двигателя.</p> <p>Пояснить назначение корректирующего устройства в контуре регулирования ЭДС якоря при двухзонном регулировании скорости вращения двигателя.</p> <p>Способы коррекции коэффициента передачи регулятора скорости при изменении магнитного потока двигателя (начертить схемы).</p> <p>Способы коррекции коэффициента передачи регулятора ЭДС при изменении магнитного потока двигателя (начертить схемы).</p> <p>Указать основные требования к электроприводу механизма поворота конвертера.</p> <p>Указать основные требования к электроприводу механизма перемещения фурмы.</p> <p>Указать основные требования к электроприводу механизма качания кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок.</p> <p>Указать основные требования к электроприводу тянущей клетки (тянущих роликов) машины непрерывного литья заготовок.</p> <p>Указать основные требования к электроприводу механизма газорезки машины непрерывного литья заготовок.</p> <p>Начертить качественную зависимость момента сопротивления на валу двигателя от угла поворота конвертера.</p> <p>Начертить качественную зависимость момента сопротивления на валу двигателя от количества металла в конвертере (при различных углах поворота).</p> <p>Начертить циклограмму работы электропривода</p>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>конвертера и указать выполняемые операции.</p> <p>С какой целью для механизма поворота конвертера применяют многодвигательный электропривод.</p> <p>Начертить зависимость момента сопротивления на валу от времени для механизма кристаллизатора МНЛЗ.</p> <p>Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму для главного электропривода блюминга.</p> <p>Перечислить основные требования к электроприводу валков блюминга.</p> <p>Указать основные особенности индивидуального электропривода валков блюминга.</p> <p>Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму главного электропривода чистой клетки непрерывного листового стана горячей прокатки.</p> <p>Перечислить основные требования к электроприводу валков чистовых клеток непрерывного листового стана горячей прокатки.</p> <p>Указать основные типы станов холодной прокатки.</p> <p>Указать технологические процессы для непрерывного листового стана холодной прокатки.</p> <p>Указать технологические процессы для реверсивного стана холодной прокатки.</p> <p>Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму для электропривода валков клетки непрерывного листового стана холодной прокатки.</p> <p>Начертить зависимость угловой скорости вращения барабана, линейной скорости движения прокатываемого металла, момента, развиваемого двигателем, тока якорной цепи двигателя от диаметра рулона для моталки непрерывного листового стана холодной прокатки.</p> <p>Начертить зависимость угловой скорости вращения барабана, линейной скорости движения прокатываемого металла, момента, развиваемого двигателем, тока якорной цепи двигателя от времени для моталки непрерывного листового стана горячей прокатки.</p> <p>Перечислить основные требования, предъявляемые к электроприводу моталки листового стана холодной прокатки.</p> <p>С какой целью в систему регулирования натяжения полосы для моталки листового стана холодной прокатки вводят узел компенсации динамического тока.</p> <p>Начертить тахограмму и нагрузочную диаграмму для электропривода нажимного устройства клетки прокатного стана (реверсивный стан горячей прокатки, чистовая группа клеток непрерывного листового стана горячей прокатки).</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Перечислить основные требования к электроприводу нажимного устройства клетки прокатного стана (реверсивный стан горячей прокатки, чистовая группа клеток непрерывного листового стана горячей прокатки).