

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»  
Филиал в г. Белорецке

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор филиала  
ФГБОУ ВО «МГТУ» в г. Белорецке



Д.Р. Хамзина  
2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ДВ.04.02 АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД**

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность программы

Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки - прикладной бакалавриат

Форма обучения - заочная

Филиал МГТУ в г. Белорецке  
Кафедра металлургии и стандартизации  
Курс: 4,5

Белорецк  
2018г.



Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 955.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры металлургии и стандартизации филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г.Белорезке  
«24» 10 2018г., протокол №2

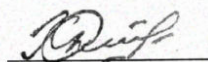
Зав.кафедрой



/ С.М.Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией филиала ФГБОУ ВО «МГТУ» в г.Белорезке  
«31» 10 2018г., протокол №1

Председатель



/ Д.Р.Хамзина

Рабочая программа составлена: доцентом, к.т.н.



/ О.А. Сарапулов /



Рецензент: начальник лаборатории автоматизации ОАО БМК



/Ю.И. Кузнецов/



**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел РПД (модуля)	Краткое содержание изменения /дополнения	Дата, № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	3.09.2019 №1	
2	8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	3.09.2020 №1	

## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Автоматизированный электропривод» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»/ профиль «Электропривод и автоматика».

Задачами дисциплины являются:

- овладение студентами комплексом знаний и умений в области теории, принципов построения и способов реализации систем управления электроприводов постоянного и переменного тока, включая оптимальные, обеспечивающих требуемые законы изменения координат электропривода средствами аналоговой и цифровой техники;
- приобретение навыков проектирования, расчета и исследования таких систем с учетом характеристик и свойств объектов управления и особенностей применяемых технических средств, включая современные комплектные электроприводы;
- изучение методов теоретического и экспериментального исследования, расчета и проектирования систем управления;
- выработка умения применять полученные знания в будущей самостоятельной профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 «Автоматизированный электропривод» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения основных положений следующих дисциплин:

- Б1.Б.17 - Теоретические основы электротехники;
- Б1.Б.18 – Электрические машины;
- Б1.В.04.- Теория электропривода;
- Б1.В.08 – Теория автоматического управления;
- Б1.В.12 – Электрический привод.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при выполнении и защите выпускной квалификационной работы.

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК- 5 готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</b>	
Знать	– Нормативные документы по монтажу, наладке и ремонту вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Технические характеристики элементов, входящих в систему управления вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</li> <li>– Нормативные документы по монтажу, наладке и ремонту и технические характеристики элементов, входящих в систему управления вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рассчитывать параметры объектов регулирования и выполнять настройку контуров регулирования вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</li> <li>– Аргументированно обосновывать применение структур регуляторов и контуров регулирования для обеспечения требуемого качества статических и динамических показателей системы управления вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</li> <li>– Применять полученные знания в профессиональной деятельности;</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основными методиками расчета и настройки систем регулирования вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</li> <li>– Основными методами решения задач анализа и синтеза систем управления с заданными характеристиками;</li> <li>– Способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования информационной среды;</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов:

7 семестр 8 зачетных единиц, в том числе:

- контактная работа – 148,1 акад. часа;
  - аудиторная работа – 144 акад. часа;
    - лекции – 36 акад. часов;
    - лабораторные работы - 54 акад. часа;
    - практические занятия – 54 акад. часа;
  - внеаудиторная – 4,1 акад. часа;
- самостоятельная работа – 104,2 акад. часа;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часов

8 семестр 2 зачетные единицы, в том числе:

- контактная работа – 57,7 акад. часа;
  - аудиторная работа – 55 акад. часа;
    - лекции – 22 акад. часов;
    - лабораторные работы - 33 акад. часов;
  - внеаудиторная – 2,7 акад. часа;
- самостоятельная работа – 14,3 акад. часа;

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Лекции 7 семестр</b>								
1.1. Введение: роль и место автоматизированных электроприводов в технологических процессах; классификация систем управления; краткий обзор развития автоматизированного электропривода (АЭП)	7	2			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5-зув
1.2. Релейно-контакторные схемы управления электроприводами. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и сигнализация в схемах электропривода	7	4			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5-зув
1.3. Системы управления электроприводов с параллельными обратными связями (АЭП с обратными связями по напряжению, току, скорости)	7	4			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5-зув
1.4. Системы управления с подчиненным регулированием координат	7	4			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5-зув
1.5. Системы управления электроприводов по системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат. Настройка контура регулирования тока якоря.	7	4			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5зув
1.6. Настройка контура регулирования скорости вращения	7	4			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выбо-	ПК-5зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
электропривода.							рочный опрос	
1.7. Настройка контура регулирования скорости в двукратно-интегрирующей системы автоматизированного электропривода.	7	4			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
1.8.Позиционная система автоматизированного электропривода	7	4			4	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
1.9. Двухзонная система автоматизированного электропривода	7	6			5	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
2. Лабораторные работы								
2.1. Разомкнутая система ТП-Д			4/2		5			
2.2. «АЭП с отрицательной обратной связью по напряжению»	7		6/2		5	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.3. «Исследование замкнутой системы регулирования электропривода с отрицательной обратной связью по скорости»	7		6/2		5	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.4. «АЭП с обратными связями по току»	7		6/2		5	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.5. «АЭП с внешним контуром скорости»	7		10/4		5	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5-зув
2.6. «АЭП двухзонного регулирования»	7		12/5		5	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.7. «Исследование	7		10/4		5	Подготовка к	Прием лабора-	ПК-5

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
позиционного АЭП»						лабораторной работе, оформление	торных работ	зув
<b>3. Практические занятия</b>								
3.1. Роль и место автоматизированных электроприводов в технологических процессах; классификация систем управления; краткий обзор развития систем автоматического управления электроприводов (АЭП)	7			6/2	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
3.2. Релейно-контакторные схемы управления электроприводами. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и сигнализация в схемах электропривода	7			6/2	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
3.3. Системы управления электроприводов с параллельными обратными связями (АЭП с обратными связями по напряжению, току, скорости)	7			6/2	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
3.4. Системы управления с подчиненным регулированием координат	7			6/2	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
3.5. Системы управления электроприводов по системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат. Настройка контура регулирования тока якоря.	7			6/2	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
3.6. Настройка контура регулирования скорости вращения электропривода.	7			6/3	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
3.7. Настройка контура регулирования скорости в двукратно-интегрирующей системы автоматизированного электропривода.	7			6/3	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
3.8.Позиционная система автоматизированного электропривода				6/3	4	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
3.9. Двухзонная система автоматизированного электропривода				6/3	4,2	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-5 зув
<b>Итого по курсу 7 семестр</b>	<b>7</b>	<b>36</b>	<b>54/22</b>	<b>54/22</b>	<b>104.2</b>	<b>288</b>	<b>экзамен</b>	
<b>1. Лекции 8 семестр</b>								
1.1. Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД). Общие принципы частотного регулирования координат асинхронного двигателя.	8	2			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
1.2. Разомкнутые и замкнутые системы скалярного управления асинхронным электроприводом.	8	2			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
1.3. Векторная модель АД. Системы векторного управления ПЧ – АД.	8	3			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 - зув
1.4. Расчет параметров АД по паспортным данным	8	3			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выбо-	ПК-5 зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
							рочный опрос	
1.5. Расчет параметров схемы замещения ПЧ-АД	8	3			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
1.6. Расчет параметров регуляторов системы векторного управления ПЧ-АД	8	3			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
1.7. Системы управления синхронным электроприводом	8	3			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
1.8. Системы управления электроприводом с вентильным двигателем	8	3			1	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-5 зув
<b>2. Лабораторные работы 8 семестр</b>								
2.1. «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД»	8		5/2		1	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.2. «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД с регулятором скорости»	8		5/2		1	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.3. «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД для текстильной промышленности»	8		5/2		1	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.4. «Исследование систем векторного управления ПЧ-АД»	8		6/2		1	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.5. «Исследование бездатчиковой системы векторного управления ПЧ-АД»	8		6/2		1	Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув
2.6. «Исследование системы векторного	8		6/2		1,3	Подготовка к лабораторной	Прием лабораторных работ	ПК-5 зув

Раздел/ тема дисциплины	Semestr	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
управления моментом ПЧ-АД»						работе, оформление		
<b>Итого по курсу 8 семестр</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>33/12</b>		<b>14,3</b>	<b>72</b>		
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>7,8</b>	<b>58</b>	<b>87/34</b>	<b>54/22</b>	<b>118,5</b>	<b>360</b>		

## 5 Образовательные и информационные 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.

#### Тестовые вопросы к лабораторным работам. 7 семестр.

#### Тестовые вопросы к лабораторной работе №1 «Разомкнутая система ТП-Д»

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 к лабораторной работе №2 «АЭП с отрицательной обратной связью по напряжению»**

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  $K_{он}$ ?
14. Как изменится статическая просадка по скорости в замкнутой АЭП при уменьшении величины коэффициента усиления РС  $K_{рс}$ ?
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  $K_{рс}$  для получения заданной жесткости электромеханической характеристики?
18. Как отразится на виде электромеханической характеристики замкнутой АЭП уменьшение  $K_{он}$ ?
19. Как получить уравнение внешней характеристики данной АЭП на основании вырожденной схемы?
20. Поясните физический смысл повышения жесткости электромеханической характеристики данной АЭП?



### **Тестовые вопросы к лабораторной работе №3 «Исследование замкнутой системы регулирования электропривода с отрицательной обратной связью по скорости»**

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  $K_{рс}$  и неизменном значении напряжения задания на входе РС?
5. Как влияет величина коэффициента обратной связи по скорости  $K_{ос}$  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  $K_{рс}$  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  $K_{рс}$  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 к лабораторной работе №4 «АЭП с обратными связями по току»**

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  $K_{от}$  на вид электромеханической характеристики?
6. Как определить величину  $K_{от}$  для получения абсолютно жесткой электромеханической характеристики?
7. Как определить величину  $K_{от}$  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 к лабораторной работе № 5 «АЭП с внешним контуром скорости»**

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 вопросы к лабораторной работе № 6 «АЭП двухзонного регулирования»**

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 к лабораторной работе № 7 «Исследование позиционного АЭП»**

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 к лабораторным работам. 8 семестр.**

**Тестовые вопросы к лабораторной работе № 1 «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД», № 2 «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД с регулятором скорости», № 3 «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД для текстильной промышленности»**

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 к лабораторной работе № 4 «Исследование систем векторного управления ПЧ-АД», № 5 «Исследование бездатчиковой системы векторного управления ПЧ-АД», № 6 «Исследование системы векторного управления моментом ПЧ-АД»**

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?

**7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК- 5 готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</b>		
Знать	– Нормативные доку-	<b>Контрольные вопросы для подготовки к</b>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>менты по монтажу, наладке и ремонту вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>– Технические характеристики элементов, входящих в систему управления вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</p> <p>– Нормативные документы по монтажу, наладке и ремонту и технические характеристики элементов, входящих в систему управления вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования</p>	<p><b>экзамену</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– В функции каких основных параметров выполняется построение релейно – контакторных систем управления электроприводов?</li> <li>– Как осуществляется управление пуско – тормозными режимами электроприводов в функции времени?</li> <li>– Как осуществляется управление пуско – тормозными режимами электроприводов в функции скорости (ЭДС)?</li> <li>– Как осуществляется управление пуско – тормозными режимами электроприводов в функции тока (момента)?</li> <li>– Что такое защита и блокировка в схемах управления электроприводов?</li> <li>– Какие виды защит применяются в схемах управления электроприводов?</li> <li>– Как рассчитать уставки основных защит?</li> <li>– Как выполнить переход от релейно – контакторной схемы управления к бесконтактной?</li> <li>– Какие функциональные элементы применяются в программируемых контроллерах для реализации схем управления пуско – тормозными режимами электроприводов?</li> <li>– Какая жесткость механической характеристики обеспечивается при помощи отрицательной обратной связи по напряжению?</li> <li>– Какая жесткость механической характеристики обеспечивается при помощи отрицательной обратной связи по скорости?</li> <li>– Какие механической характеристики моно получить применяя положительную обратную связь по якорному току?</li> <li>– Принцип работы САР с положительной обратной связью по току электродвигателя и токовой отсечкой, механические характеристики электропривода?</li> <li>– Принцип построения систем подчиненного регулирования с последовательной коррекцией, выбор передаточной функции регулятора для получения оптимальных переходных процессов</li> <li>– Контур регулирования якорного тока, настройка на получение оптимального пе-</li> </ul>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>реходного процесса</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ограничение координат в системах подчиненного регулирования</li> <li>– Ограничение ускорения в системах подчиненного регулирования</li> <li>– Необходимость компенсации влияния противо ЭДС электродвигателя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, принципы компенсации.</li> <li>– Необходимость учета влияния прерывистого режима работы тиристорного преобразователя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, применение адаптивного регулятора тока якоря.</li> <li>– Необходимость учета влияния прерывистого режима работы тиристорного преобразователя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, применение двойного регулятора тока якоря.</li> <li>– Система подчиненного регулирования с П – РС и ПИ - РТ, принцип работы, статические и динамические характеристики.</li> <li>– Система подчиненного регулирования с ПИ – РС и ПИ - РТ, принцип работы, статические и динамические характеристики.</li> <li>– Система подчиненного регулирования положением механизма, принцип работы, статические и динамические характеристики.</li> <li>– Двухзонная система подчиненного регулирования, принцип работы, настройка контура регулирования скорости, необходимость применения множително – делительных и делительных устройств, статические и динамические характеристики.</li> <li>– Двухзонная система подчиненного регулирования, принцип работы, настройка контура регулирования ЭДС электродвигателя, необходимость применения делительных устройств, статические и динамические характеристики.</li> <li>– В чем заключается отличие позиционных систем от следящих;</li> <li>– Какие основные режимы работы отрабатывает позиционный электропривод?</li> <li>– Как происходит отработка малых пере-</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>мещений?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Как происходит отработка средних перемещений?</li> <li>– Как происходит отработка больших перемещений?</li> <li>– С какой целью реализуется нелинейный регулятор положения?</li> <li>– Что влияет на точность позиционирования?</li> <li>– Как обеспечить заданную точность позиционирования?</li> <li>– Какие особенности преобразователей частоты, применяемых в электроприводе переменного тока?</li> <li>– Какие механические характеристики электрических машин можно получить при реализации основных законов частотного регулирования?</li> <li>– Как выполняется построение систем скалярного управления электроприводов переменного тока?</li> <li>– Каковы принципы построения систем векторного управления электроприводов переменного тока?</li> <li>– Какие основные элементы входят в состав систем векторного управления?</li> <li>– Какие структурные схемы применяют для реализации систем векторного управления?</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Рассчитывать параметры объектов регулирования и выполнять настройку контуров регулирования вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования;</li> <li>– Аргументированно обосновывать применение структур регуляторов и контуров регулирования для обеспечения требуемого качества статических и динамических показателей системы управле-</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверка соединений жил контрольных кабелей.</li> <li>2. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами</li> <li>3. «Индуктивные» методы наладки: <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока.</li> <li>3.2. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором.</li> </ol> </li> <li>4. Фазировка тиристорных преобразователей.</li> <li>5. Электронное моделирование основных динамических звеньев и элементов систем электроприводов.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	ния вводимого в эксплуатацию электро-энергетического и электротехнического оборудования; – Применять полученные знания в профессиональной деятельности;	
Владеть	– Основными методами расчета и настройки систем регулирования вводимого в эксплуатацию электро-энергетического и электротехнического оборудования; – Основными методами решения задач анализа и синтеза систем управления с заданными характеристиками; – Способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования информационной среды;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверка соединений жил контрольных кабелей.</li> <li>2. Приемы работы с аналоговыми и цифровыми измерительными приборами</li> <li>3. «Индуктивные» методы наладки:               <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Проверка установки щеток на «нейтраль» в двигателе постоянного тока.</li> <li>3.2. Определение полярности обмоток асинхронного двигателя с к.з. ротором.</li> </ol> </li> <li>4. Фазировка тиристорных преобразователей.</li> <li>5. Электронное моделирование основных динамических звеньев и элементов систем электроприводов.</li> </ol>

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

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку **«отлично» (5 баллов)** – обучающийся должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо» (4 балла)**– обучающийся должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно» (3 балла)**– обучающийся должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно» (2 балла)**– обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Критерии оценки зачета:**

- на оценку «зачтено» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку «незачтено» – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. **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
2. **Фомин, Н. В.** Системы управления электроприводов [Текст] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 293с. : ил., граф., схемы, табл. - ISBN 978-5-9967-0297-8.

### 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
3. **Фомин, Н. В.** Системы управления электроприводов [Текст] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ, каф. ЭиАПУ. - Магнитогорск, 2009. - 87с. : ил., граф., схемы, табл.
4. **Фомин, Н. В.** Системы подчиненного регулирования координат в электроприводах постоянного тока [Текст] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ, [ каф. АЭиМ ]. - Магнитогорск, 2010. - 199с. : ил., граф., схемы, табл.
5. **Соколовский, Г. Г.** Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст]: учеб. для высших учебных заведений – М.: Изд. центр Академия, 2006. – 272 с.
6. **Терехов, В. М.** Системы управления электроприводов [Текст]: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /В. М. Терехов; О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова.- М.: Изд. центр «Академия», 2005.-305 с.
7. **Виноградов, А. Б.** Векторное управление электроприводами переменного тока [Текст]: ГОУ ВПО «Ивановский государственной энергетической университет им.



В. И. Ленина».- Иваново, 2008, - 298 с.

#### **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. Магнитогорск: МГТУ, 2013, 36 с.

2. **Фомин Н. В.**, Белый А. В., Омельченко Е. Я. Исследование систем подчиненного регулирования: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Системы управления электроприводов» для студентов специальности 140604. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010.- 25 с.

3. **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)

4. **Омельченко Е. Я.** Исследование системы управления асинхронно – вентильным 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:**

1. <http://electrobook.ukoz.ru>

2. [www.mirknig.com](http://www.mirknig.com)

3. [www.bookarchiv.ru](http://www.bookarchiv.ru)

4. Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel.

5. Электронно-библиотечные системы

<http://newlms.magtu.ru/course/view.php?id=76738>

6. Интернет-тестирование <https://www.i-exam.ru/>

7. Открытое образование <https://openedu.ru/>

7. Профессиональная база данных – международная справочная система «Полпред» [polpred.com](http://polpred.com) отрасль «Образование, наука» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://education.polpred.com/>. – Загл. с экрана.

8. Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian OLP NL AE № лицензии 46188366, № договора К-171-09

#### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Аудитория для лекционных занятий	Доска, мультимедийный проектор, экран, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации с выходом в Интернет
Аудитория для практических занятий	Доска, мультимедийный проектор, экран, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации с выходом в Интернет

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Аудитории для проведения лабораторных работ	Универсальные лабораторные стенды
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальный зал 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 для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации