



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)**

***СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	4
Семестр	7, 8

Магнитогорск  
2020 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 Автоматизированного электропривода и мехатроники  
13.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры АЭПиМ, д-р техн. наук  Е.Я. Омельченко

Рецензент:  
зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук



 А.Ю. Юдин

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

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

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Системы управления электроприводов» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «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 (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Системы управления электроприводов 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

Электрические машины

Электрический привод

Теоретические основы электротехники

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Проектная деятельность

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Системы управления электроприводов» 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 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 224,7 акад. часов;
- аудиторная – 217 акад. часов;
- внеаудиторная – 7,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 99,6 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен, курсовой проект, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек. зан.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Лекции 7 семестр								
1.1 1.1. Введение: роль и место автоматизированных электро-приводов в технологических процессах; классификация систем управления; краткий обзор развития систем	7	6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-4.1
1.2 1.2. Релейно-контакторные схемы управления электроприводами. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и		6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-4.1
1.3 1.3. Системы управления электроприводов с параллельными обратными связями (СУЭП с обратными		6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-4.1
1.4 1.4. Системы управления с подчиненным регулированием		6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1

1.5 1.5. Системы управления электроприводов по системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат. Настройка	6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный опрос	ПК-4.1
1.6 1.6. Настройка контура регулирования скорости вращения электропривода.	6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
1.7 1.7. Настройка контура регулирования скорости в двукратно-интегрирующую	6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный	ПК-4.1
1.8 1.8. Позиционная система управления электроприводом	6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
1.9 1.9. Двухзонная система управления электроприводом	6				Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
Итого по разделу	54						
2. 2. Лабораторные работы 7 семестр							
2.1 2.1. Разомкнутая система ТП-Д		8/4И			Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
2.2 2.2. «СУЭП с отрицательной обратной связью по		8/4И			Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
2.3 2.3. «Исследование замкнутой системы регулирования электропривода с отрицательной		8/4И			Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
2.4 2.4. «СУЭП с обратными связями по току»	7	8/4И			Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
2.5 2.5. «СУЭП с внешним контуром скорости»		8/4И			Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
2.6 2.6. «СУЭП двухзонного регулирования»		7/4И			Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
2.7 2.7. «Исследование позиционной СУЭП»		7/4И			Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
Итого по разделу		54/28И					

3. 3. Практические занятия 7 семестр								
3.1	3.1. Роль и место автоматизированных электроприводов в технологических процессах; классификация систем управления; краткий обзор развития систем			6/2И	6	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.2	3.2. Релейно-контакторные схемы управления электроприводами. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и			6/2И	6	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.3	3.3. Системы управления электроприводов с параллельными обратными связями (СУЭП с обратными			6/2И	5	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.4	3.4. Системы управления с подчиненным регулированием	7		6/2И	6,3	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.5	3.5. Системы управления электроприводов по системе ТП-Д с подчиненным регулированием координат. Настройка			6/2И	6	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.6	3.6. Настройка контура регулирования			6/1И	5	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.7	3.7. Настройка контура регулирования скорости в двукратно-интегрирующей			6/1И	5	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.8	3.8.Позиционная система управления			6/2И	5	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
3.9	3.9. Двухзонная система управления			6/2И	5	Работа над курсовым проектом	Проверка хода курсового проектирования	ПК-4.1
Итого по разделу				54/16 И	49,3			
Итого за семестр		54	54/28 И	54/16 И	49,3		экзамен	
4. 1. Лекции 8 семестр								

4.1 1.1. Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД). Общие принципы частотного	8	3		7,3	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости, выборочный	ПК-4.1
4.2 1.2. Разомкнутые и замкнутые системы скалярного управления асинхронным		3		6	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
4.3 1.3. Векторная модель АД. Системы векторного управления ПЧ – АД.		3		6	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
4.4 1.4. Расчет параметров АД по паспортным данным		3		7	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
4.5 1.5. Расчет параметров схемы замещения ПЧ-АД		2,5		6	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
4.6 1.6. Расчет параметров регуляторов системы векторного управления		2,5		6	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
4.7 1.7. Системы управления синхронным электроприводом		2,5		6	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
4.8 1.8. Системы управления электроприводом с вентильным		2,5		6	Подготовка к лекции	Текущий контроль посещаемости,	ПК-4.1
Итого по разделу	22		50,				
5. 2. Лабораторные работы 8 семестр							
5.1 2.1. «Исследование скалярной системы регулирования»	8		5,5/2 И		Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
5.2 2.2. «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД»			5,5/2 И		Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
5.3 2.3. «Исследование скалярной системы регулирования ПЧ-АД для текстильной»			5,5/2 И		Подготовка к лабораторной работе, оформление	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
5.4 2.4. «Исследование систем векторного управления ПЧ-АД»			5,5/2 И		Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
5.5 2.5. «Исследование бездатчиковой системы векторного управления»			5,5/2 И		Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1



5.6 2.6. «Исследование системы векторного управления моментом»		5,5/2 И			Подготовка к лабораторной работе,	Прием лабораторных работ	ПК-4.1
Итого по разделу		33/12 И					
Итого за семестр	22	33/12 И		50, 3		зао,кп	
6. Форма контроля	7						
6.1 Контроль	7						ПК-4.1
Итого по разделу							
Итого за семестр	54	54/28 И	54/16 И	49, 3		экзамен	
7. Форма контроля	8						
7.1 Зачет с оценкой	8						
7.2 Курсовой проект							
Итого по разделу							
Итого за семестр	76	87/40 И	54/16 И	99, 6			
Итого по дисциплине	76	87/40 И	54/16 И	99, 6		экзамен, курсовой	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образова-тельных технологий в преподавании дисциплины «Системы управления электроприводов» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Системы управления электроприводов» 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:

1. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab : учеб. пособие / А.Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <https://new.znanium.com>]. —(Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/14347](http://www.dx.doi.org/10.12737/14347). - ISBN 978-5-16-010185-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/590240> (дата обращения: 24.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Неменко, А. В. Механические компоненты электропривода машин: расчет и проектирование: Учебное пособие/Неменко А.В. - Москва : Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 307 с. ISBN 978-5-9558-0441-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/508528> (дата обращения: 24.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

### б) Дополнительная литература:

1. **Фролов, Ю. М.** Регулируемый асинхронный электропривод : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-2177-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102251> (дата обращения: 07.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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.Методические указания для студентов по подготовке к лабораторным работам/ составители: **Шохин, В.В.**; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2016. - 57 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

2.Методические указания для студентов по подготовке к лабораторным и практическим работам / Составители: **Косматов, В. И.** Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2013. - 79 с. : ил., табл. - Текст: непосредственный.

2. Методические указания для студентов по подготовке к лабораторным и практическим работам / Составители: **Линьков, С. А.** Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. - 102 с. : ил., табл. - Текст: непосредственный.

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MathWorks MatLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office Visio Prof 2013(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</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>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>

Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория систем управления электроприводами	макет «Универсальный лабораторный стенд»; макет «Электрические и электронные аппараты»; макет «Выключатель автоматический токоограничивающий»
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока	компьютеры Syntex mod-1+ LCD LG TFT19; лабораторный стенд №1; лабораторный стенд №2; стенд ШЭП-ПЧ «Исследование электроприводов постоянного тока»
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с ПО из п. 8(г), выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

**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 «СУЭП 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 СУЭП?
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 СУЭП?
9. Как получить уравнение электромеханической характеристики на основании вырожденной структурной схемы данной СУЭП?

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 СУЭП?
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 СУЭП при уменьшении величины коэффициента усиления РС  $K_{\text{рс}}$ ?
15. Какая предельная жесткость электромеханической характеристики получается в данной СУЭП?
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 СУЭП уменьшение  $K_{\text{он}}$ ?
19. Как получить уравнение внешней характеристики данной СУЭП на основании вырожденной схемы?
20. Поясните физический смысл повышения жесткости электромеханической характеристики данной СУЭП?

**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 СУЭП с отрицательной обратной связью по скорости.
3. Как получить уравнение электромеханической характеристики данной СУЭП на основании вырожденной структурной схемы?
4. Как изменится скорость идеального холостого хода данной СУЭП 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 СУЭП?
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 СУЭП?
10. Изменится ли величина статической просадки скорости в данной СУЭП 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 СУЭП 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 к лабораторной работе №4 «СУЭП с обратными связями  
по току»**

1. Как реализуется обратная связь по якорному току электропривода?
2. Структурная схема СУЭП с положительной обратной связью по величине якорного тока.
3. Как получить вырожденную структурную схему данной СУЭП?
4. Как вывести уравнение электромеханической характеристики для данной СУЭП 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 СУЭП с токовой отсечкой.
11. Как получить уравнение электромеханической характеристики СУЭП 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 СУЭП для получения заданной величины тока стопорения?
15. Как в данной СУЭП 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 «СУЭП 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 «СУЭП 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 задатчика интенсивности.

**Тестовые вопросы к лабораторной работе № 7 «Исследование позиционной СУЭП»**

1. Структурная схема трехконтурной системы регулирования.
2. Особенности работы позиционной САР при малых, средних и больших перемещениях.
3. Фазовые характеристики при обработке 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?

Приложение 2

***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-4: Способность подготовить комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода</b>		
ПК-4.1	Осуществляет подготовку комплекта конструкторской документации, технических и рабочих проектов системы электропривода	<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 можно 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,</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>настройка на получение оптимального переходного 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 против 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 множительно – 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 перемещений?</li> <li>– Как происходит отработка средних</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>перемещений?</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Системы управления электроприводов» 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.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Системы управления электроприводов». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

#### **Показатели и критерии оценивания курсового проекта:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает 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) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает 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) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.