



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)**

**РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Направление подготовки (специальность)  
15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль/специализация) программы  
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - магистратура  
Программа подготовки - академический магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1491)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники 13.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой А.А. Николаев А.А. Николаев

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

Председатель С.И. Лукьянов С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук

Г.Г. Толмачев Г.Г. Толмачев

Рецензент:

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

А.Ю. Юдин А.Ю. Юдин



**Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники

Протокол от 30 08 2020 г. № 1  
Зав. кафедрой А.А. Николаев

---

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

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

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

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

Дисциплина Регулируемый электропривод переменного тока входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Регулируемый электропривод постоянного тока

Микропроцессорные средства в мехатронных модулях

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

Научно-исследовательская работа

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Производственная-преддипломная практика

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	владением в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств
Знать	основные электромагнитные процессы в преобразователях частоты и двигателях переменного тока; инженерные методы анализа процессов в частотно-регулируемом электроприводе современные методы исследования, анализа и оценки качества процессов в частотно-регулируемом электроприводе
Уметь	Выполнить описание электромагнитных процессов в преобразователях частоты и двигателях переменного тока Провести исследование и анализ электропривода одним из инженерных методов. Применить современные методы исследования, анализа и оценки качества процессов в частотно-регулируемом электроприводе
Владеть	Математическими методами описания процессов электроприводах инженерными методами анализа процессов в частотно-регулируемом электроприводе способами оценки эффективности и значимости различных методов исследования и анализа
ОПК-3	владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности

Знать	Основные определения и понятия о системах автоматизированного проектирования; Специализированные средства машинной графики при проектировании отдельных модулей специализированные программы автоматизированного проектирования и машинной графики
Уметь	выбирать современные информационные технологии для анализа эффективности электропривода, использовать средства машинной графики при проектировании мехатронных модулей САПР, специализированные программы автоматизированного проектирования и машинной графики
Владеть	Навыками машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, современными информационными технологиями для оценки качества работы конкретного регулятора; Методами автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем автоматизации и их отдельных модулей
ПК-2 способностью использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования	
Знать	Известные программные пакеты обработки информации и управления в мехатронных системах Как применить известные программные пакеты при проектировании мехатронных и робототехнических систем
Уметь	Применить при проектировании известные программные пакеты обработки информации и управления в мехатронных системах. Выбрать программное обеспечение для проектирования и исследования модулей обработки информации. Разработать новое программное обеспечение или математическую модель объекта исследования
Владеть	Навыками проведения исследования модулей управления по математической модели объекта или новому программному обеспечению
ПК-3 способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий	
Знать	Возможные варианты реализации технического задания на экспериментальные макеты мехатронных модулей и выбор оптимального варианта реализации технического задания на экспериментальный макеты мехатронных модулей
Уметь	Проанализировать возможности для автоматизации и применить современные информационные технологии для проектировании макетов.
Владеть	методами подготовки рабочей и конструкторской документации по опытным образцам на основе САПР Методами применения информационных технологии для проектировании модулей мехатронных и робототехнических систем.

ПК-5 способностью разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	
Знать	
Уметь	Оформить некоторые разделы научно-технического отчета, провести эксперименты на макетах и образцах подсистем мехатронных и робототехнических систем
Владеть	Методами анализа результатов эксперимента с применением современных информационных технологий

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 47,3 акад. часов;
- аудиторная – 45 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,3 акад. часов
- самостоятельная работа – 133 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 10 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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. Введение Основные понятия и определения. Современный электропривод переменного тока								
1.1 Преобразователи частоты в электроприводе. Задачи и структура учебного	3			2/И	8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
Итого по разделу				2/И	8			
2. . Электромеханические свойства асинхронного двигателя (АД) .Структурная схема асинхронного двигателя как объекта регулирования при изменении частоты а регулирования								
2.1 Статические характеристики АД при различных законах регулирования скорости $U_1/f_1 = \text{const}$ , $\Psi_m = \text{const}$ , $\Psi_2 = \text{const}$ , $\Pi = \text{const}$ .	3		2	2/И	12	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
2.2 Разомкнутые системы управления асинхронным частотно - регулируемым			2	2/И	11	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
2.3 Замкнутые системы скалярного управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом			2	2/И	12	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
2.4 Моделирование системы скалярного управления с обратной связью по току статора.			2/И	3/И	10	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5

2.5	3	Исследование системы скалярного управления с обратной связью по скорости			2	2/1И	12	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
2.6		Исследование системы скалярного управления с обратной связью по скорости			2	2/2И	12	Изучение вопросов теории по литературе		ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
Итого по разделу					12/1И	13/7И	69			
3. Системы векторного управления асинхронным электроприводом										
3.1		Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора			2	2		Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
3.2	3	Исследование системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора			2	2		Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
3.3		Система прямого управления моментом АД				4		Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
Итого по разделу					2	4	8			
4. Электромеханические свойства синхронного двигателя. Разработка структурной схемы синхронного двигателя как объекта регулирования										
4.1		Электромеханические свойства синхронного двигателя».			2	3/1И	12	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
4.2	3	Статические характеристики СД при $U_1 = \text{const}$ , $f_1 = \text{const}$ . Принципы частотного регулирования скорости и момента СД.			2		12	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
4.3		Моделирование системы автоматического регулирования координат СД при				2/1И	12	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
4.4		Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя				3/1И	12	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, собеседование	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5
Итого по разделу					4	8/3И	48			
Итого за семестр					18/1И	27/11И	133		экзамен	
Итого по дисциплине					18/1И	27/11И	133		экзамен	ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-5



## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Регулируемый электропривод переменного тока» используются традиционные технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования. Практические занятия проводятся с использованием презентационного оборудования (проектор, экран, ноутбук), в качестве наглядных материалов используются схемы силовых цепей различных вариантов электроприводов переменного тока, функциональные и структурные схемы систем автоматического регулирования, диаграммы изменения основных параметров и т.п.

Лабораторные занятия представляют собой исследование свойств рассматриваемых электроприводов как с помощью персональных ЭВМ с набором специализированного программного обеспечения для их моделирования, визуализации и программирования, так и лабораторных стендах с микропроцессорными САР, обеспечивающими их реализацию.

Практические/ лабораторные занятия проводятся в форме практической подготовки в условиях выполнения обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

## **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. Анучин А.С., Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Анучин А.С. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - 373 с. - ISBN 978-5-383-00918-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009185.html>

2. Епифанов А. П., Малайчук Л. М., Гущинский А. Г. Электропривод [Электронный ресурс]: Учебник / Под ред. А. П. Епифанова. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 400 с.:ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3812/page136/> ISBN 9785811412341

### **б) Дополнительная литература:**

1. Фурсов, В. Б. Моделирование электропривода : учебное пособие / В. Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121467> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов : учебное пособие / Г. В. Никитенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1468-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5845> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Крылов, Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод : учебное пособие / Ю. А. Крылов, А. С. Карандаев, В. Н. Медведев. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1469-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10251> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/36998> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **в) Методические указания:**

1. Лукин, А. Н. Моделирование регулируемых электроприводов переменного тока : учебное пособие / А. Н. Лукин, А. В. Белый ; МГТУ. - Магнитогорск, 2010. - 67 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=315.pdf&show=dcatalogues/1/1068920/315.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Параметрирование преобразователей фирмы "SIMENS" : учебное пособие / [А. А. Радионов, А. В. Белый, С. А. Линьков и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 91 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=608.pdf&show=dcatalogues/1/1104971/608.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0315-9. - Имеется печатный аналог.

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

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Autodesk AutoCad Electrical 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Персональные ЭВМ с набором специализированного программного обеспечения для моделирования, визуализации и программирования систем.
2. Лабораторные стенды частотно-регулируемых асинхронных электроприводов фирмы преобразователей частоты фирмы Siemens (Simovet Masterdrives)
3. Комплект мультимедийного оборудования.
4. Мультимедийных презентаций по всем темам дисциплины

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач по изучению наиболее важных разделов теоретического курса дисциплины.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде подготовки лабораторным занятиям и изучении вопросов теории, не рассмотренных на лекциях, а также подготовку к лабораторным работам и экзаменам по контрольным вопросам.

### **Контрольные вопросы по проведению самостоятельной работы по разделам**

#### Раздел 1.

1. Как классифицируются преобразователи частоты?
2. Принцип действия различных типов преобразователей частоты.
3. В чем принципиальное отличие преобразователей частоты на основе инверторов напряжения и тока?
4. Перечислите достоинства и недостатки преобразователей частоты со звеном постоянного тока и с непосредственной связью.
5. В чем состоят недостатки преобразователей частоты на основе инверторов напряжения с ШИМ.
6. Особенности реализации моделей преобразователей частоты в среде Matlab\_Simulink.
7. Как реализуются тормозные режимы АД в системе ПЧ-АД?
8. Способы получения рекуперативного торможения в системе ПЧ-АД.
9. Как программируются параметры преобразователей частоты фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamixs)?
10. Энергетические показатели различных типов преобразователей частоты.

#### Раздел 2.

1. Представьте качественный вид зависимостей магнитных потоков намагничивания, статора и ротора АД от его скольжения при различных соотношениях между напряжением и частотой питания статора двигателя.
2. Дать сравнительный анализ механических характеристик АД при различных соотношениях между напряжением и частотой питания статора двигателя.
3. В чем отличия механических характеристик АД при его питании от источников напряжения и тока?
4. Оцените области допустимых значений токов, напряжений, магнитных потоков и скорости АД при его частотном регулировании.
5. Как реализуется модель АД в среде Matlab\_Simulink при его частотном регулировании?
6. Как программируются параметры АД в электроприводах. фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamixs)?
7. Как программируются разомкнутая САР ПЧ-АД в электроприводах. фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamixs)?
8. Как получить кривые переменных в электроприводе с помощью программы DriveMonitor?
9. Как программируются скалярная САР ПЧ-АД с обратными связями по току статора в электроприводах. фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamixs)?
10. Как программируются скалярная САР ПЧ-АД с обратной связью по скорости в электроприводах. фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamixs)?

11. Как реализуется модель разомкнутой и скалярной САР ПЧ-АД в среде Matlab\_Simulink?

12. Оцените диапазоны частотного регулирования скорости АД в разомкнутой системе управления при различных зависимостях статического момента на валу АД от его скорости.

13. Какие факторы влияют на выбор минимального и максимального значений частоты и напряжения на выходе преобразователя частоты?

14. Какие обратные связи способствуют увеличению жесткости механической характеристики асинхронного частотно-регулируемого электропривода? Дать сравнительную оценку различным способам стабилизации скорости АД.

15. Какими факторами ограничивается максимальный коэффициент положительной обратной связи по току статора АД?

16. Определите для электропривода с ПИ-регулятором скорости характер изменения выходного напряжения регулятора скорости, частоты и напряжения на статоре двигателя, а также его скорости в функции момента на валу двигателя. Как они будут отличаться для двигателей с различными значениями номинальных скольжений?

17. Какими факторами ограничено применение разомкнутых систем с частотно-токовым управлением АД?

### Раздел 3.

1. На примере векторной диаграммы основного потокосцепления и тока статора АД показать общность физических взаимосвязей в двигателе постоянного тока и АД.

2. Укажите особенности построения систем управления с ориентацией системы координат  $x$ ,  $y$  по вектору потокосцепления статора и ротора.

3. Объясните назначение функциональных устройств А1...А12 и блоков ЭМФ и ИМ на функциональной схеме.

4. Как реализуется модель векторной САР с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД в среде Matlab\_Simulink?

5. Построить и сравнить регулировочные характеристики асинхронного электропривода и диаграммы изменений частоты, напряжения, составляющих тока статора по осям  $x$  и  $y$ , магнитного потока ротора в функции сигнала управления скоростью АД в системе управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД при отсутствии и наличии статической нагрузки на валу двигателя.

6. Построить и сравнить механические характеристики асинхронного электропривода и диаграммы изменения частоты, напряжения, составляющих тока статора по осям  $x$  и  $y$ , магнитного потока ротора в функции момента на валу АД в системе управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД при исходных заданных частотах выходного напряжения меньше и больше номинального их значения.

7. Оценить изменение механической характеристики электропривода в этой же системе управления при вариациях параметров регуляторов скорости, тока, уровней ограничения в блоках БО1, БО2.

### Раздел 4.

1. От каких параметров СД зависит его перегрузочная способность и как её можно регулировать?

2. В чём состоят конструктивные различия между асинхронным и синхронным двигателями?

3. В каких электроприводах целесообразно применять синхронные двигатели с частотным регулированием скорости?

4. Как реализуется модель векторной САР ПЧ-СД в среде Matlab\_Simulink?

5. Как программируются векторной САР ПЧ-СД с обратной связью по скорости в электроприводах фирмы Siemens (Sinamigs)?

6. В чем заключаются особенности системы управления синхронным двигателем с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора?

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### *Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации*

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-2</b> способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы		
Знать	основные методы исследования, анализа и оценки <b>электротехнического и электроэнергетического оборудования;</b>	Принципы построения систем подчиненного регулирования с последовательной коррекцией, выбор передаточной функции регулятора для получения оптимальных переходных процессов
Уметь	Применить современные методы исследования, анализа и оценки эффективности <b>электротехнического и электроэнергетического оборудования</b>	Контур регулирования якорного тока, настройка на получение оптимального переходного процесса. Ограничение координат в системах подчиненного регулирования. Ограничение ускорения в системах подчиненного регулирования
Владеть	способами оценки значимости и практической пригодности полученных результатов исследований;	Критериями и методами оценка качества статических и динамических свойств замкнутой системы по логарифмическим частотным характеристикам при модульном и симметричном оптимумах
<b>ОПК-4</b> способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности		
Знать	Содержание и результаты теоретических и экспериментальных исследований в электроэнергетике	Необходимость учета влияния прерывистого режима работы тиристорного преобразователя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, применение адаптивного регулятора тока якоря.
Уметь	Определить область применения полученных знаний в своей практической деятельности	Реализовать адаптивные регуляторы тока якоря, скорости и ЭДС двигателя постоянного тока

Владеть	навыками и методиками обобщения результатов, способами оценки значимости и практической пригодности полученных результатов и их эффективного применения	Методами исследования на математической модели систем подчиненного регулирования с последовательной коррекцией в среде Matlab_Simulink/
<b>ПК-2</b> способностью самостоятельно выполнять исследования		
Знать	Как определить задачу, методику проведения исследования и её программное или материальное обеспечение.	Необходимость компенсации влияния противо ЭДС электродвигателя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, принципы компенсации.
Уметь	Разработать тактику проведения исследования, выбрать программное обеспечение и математическую модель объекта исследования	Рассчитать параметры двигателя, ТП, регуляторов и датчиков сигналов обратной связи и создать математическую модель систем подчиненного регулирования с последовательной коррекцией в среде Matlab_Simulink.
Владеть	Навыками проведения исследования на основе программы или по математической модели объекта	Исследовать переходные процессы в САР электропривода по системе ТП-Д с системой подчиненного регулирования с последовательной коррекцией в среде Matlab_Simulink.
<b>ПК-22</b> готовностью эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности		
Знать	Методы эксплуатации, ремонта и испытаний технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности	Принципы наладки и эксплуатации САР электропривода по системе ТП-Д с системой подчиненного регулирования с последовательной коррекцией и методы диагностики неисправностей и способов их ликвидации.

Уметь	Разработать инструкции по эксплуатации и графики ремонта и испытаний технологического оборудования	Разработать инструкции по эксплуатации, диагностики неисправностей и способов их ликвидации в САР электропривода по системе ТП-Д с системой подчиненного регулирования с последовательной коррекцией.
Владеть	Правилами эксплуатации и технологии ремонта и испытаний оборудования технологического оборудования	Правилами эксплуатации и технологиями поиска неисправностей в электроприводах с микропроцессорными САР.
<b>ПК-23</b> готовностью применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности		
Знать	Методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности	Методы параметрирования двигателя ,ТП, регуляторов и датчиков сигналов обратной связи в электроприводах с микропроцессорными САР.
Уметь	применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами	Параметрировать двигатель ,ТП, регуляторы и датчики сигналов обратной связи в электроприводах с микропроцессорными САР.
Владеть	способами оценки эффективности применения методов и средств автоматизированных систем управления технологическими процессами	Методами расчета кривых переходных процессов в электроприводах с микропроцессорными САР.

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

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень сформированности компетенций 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»** – студент должен показать средний уровень сформированности компетенций не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.