



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  
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Направление подготовки (специальность)  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Современный автоматизированный электропривод в производственных и технических  
системах

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	1
Семестр	2


Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники  
26.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храпшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук  А.А. Мурзиков

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 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

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

Целями освоения дисциплины «Регулируемый электропривод постоянного тока» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Задачами дисциплины являются: – усвоение студентами:

- общих сведений о современном состоянии регулируемого электропривода постоянного тока;
- теоретических и практических навыков по выбору, расчету и настройке компонентов современного регулируемого электропривода постоянного тока;
- теоретических и практических навыков наладки систем управления, реализованных в современных регулируемых электроприводах постоянного тока.

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

Дисциплина Регулируемый электропривод постоянного тока входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Моделирование электротехнических комплексов и систем

Современные проблемы науки и производства (электроэнергетики)

Современный автоматизированный электропривод

Энерго- и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода

Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах

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

Производственная - научно-исследовательская работа

Энергоаудит

Подготовка к процедуре защиты 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 постоянного тока» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способность разрабатывать концепции системы электропривода
ПК-2.1	Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода

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

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

- контактная работа – 57,2 академических часов;
- аудиторная – 54 академических часов;
- внеаудиторная – 3,2 академических часов;
- самостоятельная работа – 123,1 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Введение Основные понятия и определения. Современный электропривод постоянного тока и направления его развития								
1.1 Современный электропривод постоянного тока и направления его развития	2	1	2/1И		8	Изучение вопросов теории по литературе	Изучение вопросов теории по литературе	ПК-2.1
Итого по разделу		1	2/1И		8			
2. 2.Тиристорный преобразователь (ТП)								
2.1 Схемы выпрямления, особенности работы на различные виды нагрузки	2	2	2/2И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
2.2 Характеристики и энергетические показатели тиристорных преобразователей..		2	2/1И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
2.3 Тиристорный преобразователь как динамическое звено системы электропривода		1	2/1И		6	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
2.4 Система тиристорный преобразователь – двигатель (ТП-Д).		1	2		6	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
2.5 Особенности работы ТП на якорную цепь и обмотку возбуждения двигателя постоянного тока независимого возбуждения.		1	2/1И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
2.6 Характеристики системы ТП-Д. Способы регулирования скорости двигателя в системе		1	2/1И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
2.7 Статические и динамические характеристики системы ТП-Д.		1	2/1И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1

Итого по разделу	9	14/7И		52				
3. 3. Тиристорные преобразователи с микропроцессорной системой управления..								
3.1 Системы управления электроприводом и защиты, реализуемые в тиристорных преобразователях.	2	2	4/1И		10	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
3.2 Перегрузочная способность ТП и особенности работы электропривода с изменяемым моментом нагрузки		1	2/1И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
3.3 Параллельная работа ТП. Входы и выходы микропроцессорных схем управления ТП.		2	2/2И		11,1	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
3.4 Особенности формирования сигналов управления в микропроцессорной системе ТП.		2	2/2И		10	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
Итого по разделу	7	10/6И		39,1				
4. 4. ТП с микропроцессорным управлением. Передача информации между несколькими работающими								
4.1 Изучение программы Drive Monitor для работы с преобразователями фирмы Siemens	2	1	4/2И		8	Изучение вопросов теории по литературе		ПК-2.1
4.2 Параметрирование тиристорного преобразователя с микропроцессорной системой регулирования			4/2И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
4.3 Формирование различных воздействий на входе системы управления			2/2И		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос, (собеседование)	ПК-2.1
Итого по разделу	1	10/6И		24				
Итого за семестр	18	36/20И		123,1		экзамен		
Итого по дисциплине	18	36/20И		123,1		экзамен		

## **5 Образовательные технологии**

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Регулируемый электропривод постоянного тока» 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 (модуля)**

### **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. Фомин, Н. В. Системы управления электроприводов : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 293 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=576.pdf&show=dcatalogues>

### **б) Дополнительная 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?p11\\_id=5849](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=5849).- Заглавие с экрана.- ISBN 978-5-8114-1471-0

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 подчиненного регулирования координат в электроприводах постоянного тока [Текст] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ, [ каф. АЭПиМ ]. - Магнитогорск, 2010. - 199с. : ил., граф., схемы, табл.

4. 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.

5. «SIMOREG DC Master» Серия 6RA70 Микропроцессорные преобразователи от 6 кВт до 1900 кВт для приводов постоянного тока с регулируемой скоростью

[Текст]. Инструкция по эксплуатации. Издание 09, заказной номер 6RX1700-0AD00.

6. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика»  
<https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive>

7. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/>

8. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета"  
<http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#>

#### в) Методические указания:

1. Фомин, Н. В. Системы управления электроприводами. Курсовое проектирование : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1169.pdf&show=dcatalogue>

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. . Параметрирование преобразователей фирмы "SIMENS" : учебное пособие / [А. А. Ра-дионов, А. В. Белый, С. А. Линьков и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 91 с. : ил., схе-мы, URL:<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=608.pdf&show=dcatalogues>

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

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office Visio Prof 2010(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021

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

Название курса	Ссылка
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>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



1. Лекционная аудитория 023, 227, 123 - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Лаборатория систем управления электроприводов 025 - Универсальные лабораторные стенды – 5 шт
3. Лаборатория комплектного электропривода 023 - Универсальные лабораторные стенды – 3 шт
4. Компьютерный класс 023, 227 а. - Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет

## Приложение 1

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала с консультациями преподавателя и оформлении выполненных лабораторных работ, с проработкой основных вопросов к лабораторным работам.

Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Тиристорный преобразователь (ТП) Схемы выпрямления, особенности работы на различные виды нагрузки. Характеристики и энергетические показатели тиристорных преобразователей. Тиристорный преобразователь как динамическое звено системы электропривода	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос), опорный конспект лекций
2. Система тиристорный преобразователь – двигатель (ТП-Д) Особенности работы ТП на якорную цепь и обмотку возбуждения двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Характеристики системы ТП-Д. Способы регулирования скорости двигателя в системе ТП-Д. Статические и динамические характеристики системы ТП-Д.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос), опорный конспект лекций
3. Тиристорные преобразователи с микропроцессорной системой управления.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос), опорный конспект лекций

Системы управления электроприводом и защиты, реализуемые в тиристорных преобразователях. Перегрузочная способность ТП и особенности работы электропривода с изменяемым моментом нагрузки			
4. Параллельная работа ТП. Входы и выходы микропроцессорных схем управления ТП. Особенности формирования сигналов управления в микропроцессорной системе ТП. Параметрирование ТП с микропроцессорным управлением. Передача информации между несколькими работающими ТП.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос), опорный конспект лекций
5. Изучение программы Drive Monitor для работы с преобразователями фирмы Siemens	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос)
6. Параметрирование тиристорного преобразователя с микропроцессорной системой регулирования.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	проверка оформления лабораторных работ, устный опрос (собеседование)
7. Формирование различных воздействий на входе системы управления электроприводом.	- самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	2	проверка оформления лабораторных работ, устный опрос (собеседование)
8. Применение свободных функциональных блоков, входящих в состав преобразователя SIMOREG.	- самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	2	проверка оформления лабораторных работ, устный опрос (собеседование)

9. Исследование системы управления электроприводом с обратной связью по ЭДС электродвигателя.	- самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	2	проверка оформления лабораторных работ, устный опрос (собеседование)
10. Расчет параметров системы ТП-Д, расчет контурных регуляторов.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	4	Собеседование (устный опрос)
11. Моделирование системы ТП-Д в программе MATLAB.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	4	Собеседование (устный опрос)
12. Моделирование системы управления электроприводом с обратной связью по ЭДС.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос)
13. Исследование работы системы управления электроприводом с обратной связью по скорости электродвигателя.	- самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	2	проверка оформления лабораторных работ, устный опрос (собеседование)
14. Моделирование системы управления электроприводом с обратной связью по скорости электродвигателя.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	4	Собеседование (устный опрос)
15. Исследование системы двухзонного регулирования скорости электродвигателя.	- самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	2	проверка оформления лабораторных работ, устный опрос (собеседование)
16. Моделирование двухзонной системы управления электроприводом.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	3	Собеседование (устный опрос)
17. Исследование работы двух электроприводов по интерфейсу «точка – точка».	- самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к выполнению лабораторных работ	2	проверка оформления лабораторных работ, устный опрос (собеседование)
18. Моделирование позиционной системы	- самостоятельное изучение учебной	2	Собеседование (устный опрос)

управления электроприводом.	литературы.		
Подготовка к экзамену	- самостоятельное изучение учебной литературы, конспектов лекций	36	Экзамен
Итого по разделу		79	

## Приложение 2

Контрольные вопросы для подготовки к экзамену:

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?
19. Что такое обратная связь?
20. Какая обратная связь считается отрицательной, а какая положительной?
21. В чем отличие жесткой обратной связи от гибкой?
22. Что такое задержанная обратная связь?
23. Принципы оптимизации в системах подчиненного регулирования координат.
24. Расчет передаточных функций регуляторов.
25. Порядок настройки контура регулирования якорного тока.
26. Порядок настройки контура регулирования скорости.
27. Логарифмические частотные характеристики при модульном и симметричном оптимумах
28. Влияние параметров САР на статические и динамические свойства системы.
29. Структурная схема двухконтурной САР скорости.
30. Ограничение координат и производных в системах подчиненного регулирования

координат.

31. Оценка качества статических и динамических свойств замкнутой системы.
32. Пуск под «отсечку» на холостом ходу и под нагрузкой.
33. Пуск от ЗИ в системах регулирования с П – РС и ПИ- РС.
34. Реакция системы регулирования скорости с П – РС и ПИ- РС на наброс нагрузки.
35. Особенности работы схемы двухзонного регулирования скорости.
36. Осуществление автоматического разделения зон регулирования.
37. Особенности настройки контура регулирования тока возбуждения, структурная схема контура регулирования тока возбуждения и потока двигателя.
38. Настройка датчика ЭДС двигателя.
39. Оценка качества динамических свойств системы двухзонного регулирования скорости.
40. Компенсация нелинейностей, связанных с двухзонным регулированием.
41. Особенности работы системы двухзонного регулирования при пуске под отсечку и от задатчика интенсивности.
42. Структурная схема трехконтурной системы регулирования.
43. Особенности работы позиционной САР при малых, средних и больших перемещениях.
44. Фазовые характеристики при обработке перемещений.
45. Оценка качества статических и динамических свойств позиционной САР.
46. Как выполняется настройка (параметрирование) в преобразователях с микропроцессорной системой управления?
47. Какие параметры различают в преобразователях фирмы SIEMENS?
48. Как выполняется соединение функциональных блоков в преобразователе?
49. Что такое свободные функциональные блоки, их состав, выбор, применение?
50. Как формируется система управления электроприводом в преобразователе SIMOREG?
51. Как выполняется автоматическая настройка контура регулирования якорного тока в данном преобразователе?
52. Как выполняется автоматическая настройка контура регулирования скорости в данном преобразователе?
53. Как выполняется автоматическая настройка контуров регулирования тока возбуждения и ЭДС двигателя в данном преобразователе?
54. Как выполнить настройку для работы нескольких преобразователей по интерфейсу «точка – точка»?
55. Какие параметры могут передаваться при работе нескольких преобразователей по интерфейсу «точка – точка»?
56. Как выполнить настройку преобразователей для работы в параллельном режиме?