



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)
15.04.06 Мехатроника и робототехника

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

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 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1023)


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. Храмшин

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 15.04.06 Мехатроника и робототехник

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 обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Микропроцессорные средства в мехатронных модулях

Информационные системы в мехатронике и робототехнике

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Научно-исследовательская работа

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

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная-преддипломная практика

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

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
ОПК-12	Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;
ОПК-12.1	Организует монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

3.1 Системы управления электроприводом и защиты, реализуемые в тиристорных преобразователях	2	1		2/1И	6	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
3.2 Перегрузочная способность ТП и особенности работы электропривода с изменяемым моментом нагрузки					6	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
3.3 Параллельная работа ТП. Входы и выходы микропроцессорных схем управления ТП. Особенности формирования сигналов управления в микропроцессорной системе ТП.		2			4	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		3		2/1И	16			
4. Параметрирование ТП с микропроцессорным управлением. Передача информации между несколькими работающими ТП.								
4.1 Изучение программы Drive Monitor для работы с преобразователями фирмы Siemens	2	1		1	6	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
4.2 Параметрирование тиристорного преобразователя с микро-процессорной системой регулирования. Формирование различных воздействий на входе системы управления электроприводом.		1	1	1/1И	6	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
4.3 Применение свободных функциональных блоков, входящих в состав преобразователя		2		2	6	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		4	1	4/1И	18			
5. Исследование различных САР элек-тропривода по системе ТП-Д								
5.1 Расчет параметров контурных регуляторов в системе ТП-Д.	2	2			6	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
5.2 Исследование однозонной САР скорости электродвигателя			2		4	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
5.3 Исследование САР двухзонного регулирования скорости электродвигателя.			2		6	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
5.4 Исследование позиционной САР электропривода постоянного тока.			2		6,4	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	
Итого по разделу		2	6		22,4			

Итого за семестр	12	12/2И	12/6И	69,4		экзамен	
Итого по дисциплине	12	12/2И	12/6И	69,4		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?plid=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 "SIEMENS" : учебное пособие / [А. А. Радионов, А. В. Белый, С. А. Линьков и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 91 с. : ил., схемы, 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 Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MathWorks MathLab 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 2007(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
Autodesk AutoCAD 2018	учебная версия	бессрочно
Autodesk AutoCAD Electrical 2019	учебная версия	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

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

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?

Вопросы по САР электропривода постоянного тока

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.
13. Особенности работы схемы двухзонного регулирования скорости.
14. Осуществление автоматического разделения зон регулирования.
15. Особенности настройки контура регулирования тока возбуждения, структурная схема контура регулирования тока возбуждения и потока двигателя.
16. Настройка датчика ЭДС двигателя.
17. Оценка качества динамических свойств системы двухзонного регулирования скорости.
18. Компенсация нелинейностей, связанных с двухзонным регулированием.

19. Особенности работы системы двухзонного регулирования при пуске под отсечку и от задатчика интенсивности.
20. Структурная схема трехконтурной системы регулирования.
21. Особенности работы позиционной САР при малых, средних и больших перемещениях.
22. Фазовые характеристики при обработке перемещений.
23. Оценка качества статических и динамических свойств позиционной САР.

6.2 Контрольные вопросы для подготовки к экзамену

1. Принцип построения систем подчиненного регулирования с последовательной коррекцией, выбор передаточной функции регулятора для получения оптимальных переходных процессов
2. Контур регулирования якорного тока, настройка на получение оптимального переходного процесса
3. Ограничение координат в системах подчиненного регулирования
4. Ограничение ускорения в системах подчиненного регулирования
5. Необходимость компенсации влияния протито ЭДС электродвигателя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, принципы компенсации.
6. Необходимость учета влияния прерывистого режима работы тиристорного преобразователя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, применение адаптивного регулятора тока якоря.
7. Необходимость учета влияния прерывистого режима работы тиристорного преобразователя на работу токового контура в системе подчиненного регулирования, применение двойного регулятора тока якоря.
8. Система подчиненного регулирования с П – РС и ПИ - РТ, принцип работы, статические и динамические характеристики.
9. Система подчиненного регулирования с ПИ – РС и ПИ - РТ, принцип работы, статические и динамические характеристики.
10. Система подчиненного регулирования положением механизма, принцип работы, статические и динамические характеристики.
11. Двухзонная система подчиненного регулирования, принцип работы, настройка контура регулирования скорости, необходимость применения множително – делительных и делительных устройств, статические и динамические характеристики.
12. Двухзонная система подчиненного регулирования, принцип работы, настройка контура регулирования ЭДС электродвигателя, необходимость применения делительных устройств, статические и динамические характеристики.
13. В чем заключается отличие позиционных систем от следящих;
14. Какие основные режимы работы отрабатывает позиционный электропривод?
15. Как происходит отработка малых перемещений?
16. Как происходит отработка средних перемещений?
17. Как происходит отработка больших перемещений?
18. С какой целью реализуется нелинейный регулятор положения?
19. Что влияет на точность позиционирования?
20. Как обеспечить заданную точность позиционирования?

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

– на оценку **«отлично»** – 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» – 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» – обучающийся должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

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

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной и итоговой аттестации

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства 2.1:
ПК-2 Способность разрабатывать концепции системы электропривода		
ПК 2.1	Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода	Владеть методиками выбора элементов силовой схемы и системы регулирования электроприводов постоянного тока и уметь подготовить документацию по техническому и рабочему проектам.