



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

26.01.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА В
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ**

Направление подготовки (специальность)
15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в робототехнике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2022 год

Лист актуализации рабочей программы

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 «Электропривод постоянного тока в робототехнических комплексах» являются развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.06 Мехатроника и робототехника

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 Электропривод постоянного тока в робототехнических комплексах входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений 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) «Электропривод постоянного тока в робототехнических комплексах» обучающийся должен обладать следующими

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в робототехнических системах; ставить задачи автоматизации проектирования и автоматического управления в робототехнике
ПК-1.1	Знает: методы проектирования и настройки робототехнических систем на базе регулируемого электропривода переменного тока; методы проектирования и настройки робототехнических систем на базе регулируемого электропривода постоянного тока; методы решения задач автоматического управления и автоматизированного проектирования в робототехнических системах; особенности моделирования многомерных и связанных систем. Построение матричных моделей преобразования координат; отличия дискретного циклового программного управления от дискретного позиционного программного управления роботами; непрерывное

	программное управления роботами; адаптивные и интеллектуальные системы управления роботами
ПК-1.2	Умеет: ставить и решать задачи проектирования автоматического управления робототехнических систем на базе регулируемого электропривода переменного тока; ставить и решать задачи проектирования автоматического управления робототехнических систем на базе регулируемого электропривода постоянного тока; формулировать задачи автоматизации проектирования программно-аппаратных средств робототехнических систем и комплексов; строить и моделировать многомерные матричные модели в среде имитационного моделирования; объяснять основные положения управления многомерной и связанной технической системой, строить кинематические схемы, составлять матрицы переходов прямых и обратных преобразований координат
ПК-1.3	Имеет практический опыт: наладки гибких производственных робототехнических систем в машиностроении на базе регулируемого электропривода переменного тока; наладки гибких производственных робототехнических систем в машиностроении на базе регулируемого электропривода постоянного тока; разработки алгоритмов решения задач автоматического управления и автоматизации проектирования в робототехнических системах; моделирования и расчета систем управления роботами- манипуляторами, расчета систем управления, регуляторов сложной многомерной и связанной технической системы
ПК-8 Способен исследовать применение интеллектуальных систем для различных предметных областей	
ПК-8.1	Исследует направления применения систем искусственного интеллекта для различных предметных областей Знает: направления развития систем искусственного интеллекта, методы декомпозиции решаемых задач с использованием искусственного интеллекта. Умеет: осуществлять декомпозицию решаемых задач с использованием искусственного интеллекта
ПК-8.2	Выбирает комплексы методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области Знает: методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора и методы комплексирования в рамках применения интегрированных гибридных интеллектуальных систем различного назначения. Умеет: выбирать и комплексно применять методы и инструментальные средства систем искусственного интеллекта, критерии их выбора. Имеет практический опыт: исследования направлений применения систем искусственного интеллекта для различных предметных областей; выбора комплексов методов и инструментальных средств искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей предметной области

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 67,9 акад. часов;
- аудиторная – 64 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 112,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

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 постоянного тока и направления его развития								
1.1 1.1 Современный электропривод постоянного тока и направления его развития	2	3				Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		3						
2. Исследование различных САР элек-тропривода по системе ТП-Д								
2.1 Расчет параметров контурных регуляторов в системе ТП-Д.	2	4			8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2 Исследование однозонной САР скорости электродвигателя					8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.3 Исследование САР двухзонного регулирования скорости электродвигателя.					8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.4 Исследование позиционной САР электропривода постоянного тока.					8,4	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		4			32,4			
3. 2. Тиристорный преобразователь (ТП)								
3.1 Схемы выпрямления, особенности работы на различные виды нагрузки	2	4		4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

3.2 Характеристики и энергетические показатели тиристорных преобразователей. Тиристорный преобразователь как динамическое звено системы электропривода			4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.3 Статические и динамические характеристики системы ТП-Д.			4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.4 Система тиристорный преобразователь – двигатель (ТП-Д). Характеристики системы ТП-Д. Способы регулирования скорости двигателя в системе ТП-	3		4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу	7		16	32			
4. Параметрирование ТП с микропроцессорным управлением. Передача информации между несколькими работающими ТП.							
4.1 Изучение программы Drive Monitor для работы с преобразователями фирмы Siemens	4		4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.2 Параметрирование тиристорного преобразователя с микропроцессорной системой регулирования. Формирование различных воздействий на входе системы управления электроприводом.	2	4	4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-8.1
4.3 Применение свободных функциональных блоков, входящих в состав преобразователя	4		4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-8.2
Итого по разделу	12		12	24			
5. 3. Тиристорные преобразователи с микропроцессорной системой управления..							
5.1 Системы управления электроприводом и защиты, реализуемые в тиристорных преобразователях	2	3	4	8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
5.2 Перегрузочная способность ТП и особенности работы электропривода с изменяемым моментом нагрузки				8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

5.3 Параллельная работа ТП. Входы и выходы микропроцессорных схем управления ТП. Особенности формирования сигналов управления в микропроцессорной системе ТП.	3			8	Изучение вопросов теории по литературе	Устный опрос (собеседование)	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу	6		4	24			
Итого за семестр	32		32	112,4		экзамен	
Итого по дисциплине	32		32	112,4		экзамен	

5 Образовательные технологии

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электропривод постоянного тока в робототехнических комплексах» 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: <http://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
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
Autodesk AutoCAD 2018	учебная версия	бессрочно
Autodesk AutoCAD Electrical 2019	учебная версия	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос), опорный конспект лекций

двигателя в системе ТП-Д. Статические и динамические характеристики системы ТП-Д.			
3. Тиристорные преобразователи с микропроцессорной системой управления.	- самостоятельное изучение учебной литературы.	2	Собеседование (устный опрос), опорный конспект лекций

Приложение 2

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 датчика интенсивности.
42. Структурная схема трехконтурной системы регулирования.
43. Особенности работы позиционной САР при малых, средних и больших перемещениях.
44. Фазовые характеристики при отработке 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