

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроприводы и системы управления
электроприводов»
Изменения и дополнения к РПД Б1.В.ОД.7
«Спецовпросы теории электропривода»



Приложение 3. РПД Б1.В.ОД.7

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
2016

**Изменения и дополнения к
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

СПЕЦВОПРОСЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Магистерская программа: Электроприводы и системы управления электроприводов

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

Шифр дисциплины по учебному плану 2016/2017 уч. года: Б1.В.ОД.4

Смоленск – 2016 г.

Раздел 1 соответствует исходной РПД.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин В.ОД.4 цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Электроприводы и системы управления электроприводов», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Спецовпросы теории электропривода» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.5 Иностранный язык

Б1.Б.6 Методология научного творчества

Б1.Б.2 Дополнительные главы математики

Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Б1.В.ОД.5 Теория инженерного эксперимента

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин (практик):

Б1.В.ДВ.3.1 Частотно-регулируемый электропривод

Б1.В.ДВ.3.2 Электропривод переменного тока

Б2.П.2 Преддипломная практика

Б2.Н.1 Научно-исследовательская работа

Б3 Государственная итоговая аттестация

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.4	
Часов (всего) по учебному плану:	180	3 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	3 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	3 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1,0, 36	3 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	3 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2,0, 72	3 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1,0, 36	3 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0,5, 18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0,5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	16/18, 16
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	2/36, 2

Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	2, 72
Подготовка к экзамену	1, 36

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Содержание по видам учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя в схемах частотно-регулируемого электропривода.	56	4	10	18	24	25
2	Тема 2. Частотно-регулируемый электропривод с активным фильтром гармоник.	24	2	10		12	4
3	Тема 3. Корректоры коэффициента мощности. Однофазные и трехфазные схемы.	8	2	4		2	2
4	Тема 4. Непосредственные преобразователи частоты. Технология управления транзисторными НПЧ.	8	2	2		4	2
5	Тема 5. Нейросетевые технологии в системах управления.	6	2	2		2	2
6	Тема 6. Принципы управления электроприводами на основе нечеткой логики.	12	2	4		6	6
7	Тема 7. Системы станочного электропривода с числовым программным управлением. Сервоприводы.	20	2	2		16	2
8	Тема 8. Основы электромагнитной совместимости при проектировании преобразователей частоты.	8	2	2		4	2
9	Дополнительные темы на СРС. Механизмы возникновения помех при работе электропривода с преобразователями.	2				2	
всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)			18	36	18	72	45

Тема 1. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя (АД) в схемах частотно-регулируемого электропривода.

Лекция 1. Идентификатор на скользящих режимах. Арифметический пример «скользящей» системы. Работа «скользящей» системы. Преобразования уравнений АД для использования в идентификаторе. Практическое решение. Функции цели для построения идентификатора. Критерий нормального функционирования скользящего режима. (2 часа).

Лекция 2. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Пример функционирования на простой электрической схеме с двумя неизвестными законами изменения параметров. Структура идентификатора. Общие принципы построения идентификатора. Этапы идентификации. Преобразования уравнений машины для использования их при построении идентификатора по Эйкхоффу. Адаптивный метод. Уравнения двигателя в матричной форме. Выделение информативных параметров АД (сопротивления статора и ротора) для вычисления скорости. Вариант функции Ляпунова. Дифференцирование функции. Условие устойчивости идентификации. Отклонения оцениваемых параметров. Состав блоков для построения системы идентификации скорости на фоне изменения активных сопротивлений. (2 часа).

Лабораторная работа 1. Электропривод главного движения (или движения подачи) токарного станка для реализации фрезерной операции (получения шестигранника из исходной заготовки круглого сечения). Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование конкретного механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов (4 часа).

Лабораторная работа 2. Электропривод имитатора «пришагивания» электродвигателя на четырех различных частотах (два, три, шесть, двенадцать шагов на один оборот в прямом и обратном направлении). Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование конкретного механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов (4 часа).

Лабораторная работа 3. Электропривод лифта в здании на 4 этажа. Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование лифтового механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов (4 часа).

Лабораторная работа 4. Электропривод лабораторной установки, имитирующей при срабатывании 1-го датчика автоматическую последовательную отработку шести тахограмм: треугольных с тремя уровнями скоростей в прямом и обратном направлении, трапецеидальной с тремя уровнями скоростей в прямом и обратном направлении. При срабатывании 2-го датчика – прекращение работы первого алгоритма в любое произвольное время и отработка второго алгоритма, подобного первому, но в обратном чередовании тахограмм и скоростей. При воздействии на входные датчики 3-8 игнорирование тахограммы №1-6 и работа по текущему алгоритму. Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование конкретного механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов (4 часа)+ выделенное занятие для защиты лабораторных работ (2 часа).

Практическое занятие 1, 2, 3. Моделирование элементов и структур скалярного частотного управления. (6 часов).

Практическое занятие 4, 5. Моделирование элементов и структур векторного частотного управления. (4 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ № 1 – № 4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (6 часов), подготовка к практическим занятиям (2 часа), выполнение расчетно-графической работы (16 часов) на тему «Расчет параметров системы электропривода и мо-

делирование системы электропривода по схеме «Тиристорный выпрямитель – двигатель постоянного тока независимого возбуждения» или «Частотный преобразователь – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором» в соответствии с заданным вариантом (всего к теме №1 – 24 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, опросы «у доски» на практических занятиях, при консультировании и защите расчетно-графической работы.

Тема 2. Частотно-регулируемый электропривод с активным фильтром гармоник.

Лекция 3. Силовая схема. Принцип работы. Активный выпрямитель в режиме компенсатора реактивной мощности и рекуператора. Силовая схема. Построение системы управления в режиме рекуператора. Построение системы управления в режиме «кондиционера» сети. (2 часа).

Практическое занятие 6. Моделирование задатчика рывка с темпом нарастания ускорения 0,1 с, скорости – 1 с (2 часа).

Практическое занятие 7. Моделирование блока деления синхронных гармонических сигналов (с равным периодом 0,02 с) с нейтрализацией возникающих неопределенностей (деления на нуль) (2 часа).

Практическое занятие 8. Моделирование блока вычисления модуля и аргумента гармонического сигнала произвольной амплитуды и частоты. Моделирование блока, решающего обратную задачу. (2 часа).

Практическое занятие 9. Моделирование генератора импульсов управления (СИФУ) для системы с трехфазным мостовым полууправляемым выпрямителем (2 часа).

Практическое занятие 10. Моделирование генератора импульсов управления (СИФУ) для системы с трехфазным мостовым управляемым выпрямителем (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическим занятиям № 6 - № 10 (10 часов), подготовка к лекции (2 часа) (всего к теме №2 – 12 часов).

Текущий контроль – устный опрос на практических занятиях.

Тема 3. Корректоры коэффициента мощности (ККМ). Однофазные и трехфазные схемы.

Лекция 4. Обобщенная схема, принцип работы однофазного ККМ. Анализ процессов в ККМ по усредненной модели. Процессы в цепи постоянного тока. Схема полумостового двухквadrантного ККМ на базе инвертора напряжения. Схема мостового двухквadrантного ККМ на базе инвертора напряжения. Схема одноквadrантного ККМ на базе повышающего регулятора напряжения. Основные способы управления ККМ. (2 часа).

Практическое занятие 11. Моделирование однофазного корректора мощности. (2 часа).

Практическое занятие 12. Моделирование трехфазного корректора мощности. (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к лекции (всего к теме №3 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос готовности к лекции.

Тема 4. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).

Лекция 5. НПЧ с естественной коммутацией (циклоконвертеры). Достоинства и недостатки этого типа НПЧ. НПЧ с принудительной коммутацией (матричные преобразователи частоты - МПЧ). Алгоритмы пространственно-векторного управления МПЧ. Векторное описание состояний МПЧ. Состояния инвертора. (2 часа).

Практическое занятие 13. Моделирование элементов преобразователей частоты с непосредственной связью. (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к лекции (всего к теме №4 – 4 часа).

Текущий контроль – устный опрос по теме пройденному лекционному материалу.

Тема 5. Нейросетевые технологии в системах управления.

Лекция 6. Аналогия с биологическими нейронами. Основные функции сенсорных систем. Группы нейронов. Абстрактный нейрокомпьютер. Модели нейронов. Функции активации.

Варианты топологии нейронных сетей (НС). Исходные данные для синтеза сети. Функционирование НС. Однослойные и многослойные НС. Обучение НС. Понятие персептрона. (2 часа).

Практическое занятие 14. Моделирование элементов однослойной нейронной сети. (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к лекции (всего к теме №5 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос по теме по пройденному лекционному материалу.

Тема 6. Принципы управления электроприводами на основе нечеткой логики.

Лекция 7. Логические системы управления на основе фаззи-логики. Понятие термов. Общая структура системы фаззи-управления. Блоки фаззификации, логического заключения, дефаззификации. Принципы построения нечетких правил. Алгоритм построения фаззи-регулятора. Особенности фаззи-управления. Области применения. Формы функций принадлежности. Алгоритм формализации задач в терминах нечеткой логики. Пример управления электрооборудованием нагнетателей (вентиляторов, насосов и компрессоров) на основе нечеткой логики. (2 часа).

Практическое занятие 15. Моделирование системы частотно-регулируемого привода нагнетателя с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя (2 часа).

Практическое занятие 16. Моделирование системы частотно-регулируемого привода насосной станции с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя (2 часа).

Самостоятельная работа 6. Подготовка к лекции и практическим занятиям № 15, № 16 (всего к теме №6 – 6 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям.

Тема 7. Системы станочного электропривода с числовым программным управлением (ЧПУ). Сервоприводы.

Лекция 8. Виды ЧПУ. Задачи, решаемые устройствами ЧПУ. Классификация систем ЧПУ. Понятие об интерполяции и адаптивных системах управления. Основные компоненты сервосистем. Основные режимы работы исполнительных приводов станков и общие требования к ним. Требования к операционным системам для ЧПУ. (2 часа).

Практическое занятие 17. Моделирование системы «трехфазный мостовой управляемый выпрямитель – двигатель постоянного тока (ДПТ)» с подчиненным регулированием координат. Система с внутренним релейным контуром тока и внешним контуром скорости. Вычисление скорости по измеренным сигналам тока и напряжения (построение идентификатора скорости) (2 часа).

Самостоятельная работа 7. Подготовка к лекции (2 часа) и практическому занятию № 17 (2 часа), самостоятельное изучение разделов темы «Сервоприводы» (12 часов) (всего к теме №7 – 16 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям, по самостоятельно изученным разделам.

Тема 8. Основы электромагнитной совместимости при проектировании преобразователей частоты.

Лекция 9. Источники помех. Механизмы воздействия помех. Меры по обеспечению электромагнитной совместимости для электроприводов. (2 часа).

Практическое занятие 18. Моделирование схемы с активным фильтром гармоник и наличием в сетевом напряжении различного вида помех (2 часа).

Самостоятельная работа 7. Подготовка к лекции (2 часа) и самостоятельное изучение разделов темы «Электромагнитная совместимость» (2 часа) (всего к теме №8 – 4 часа).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям, по самостоятельно изученным разделам.

Дополнительные темы на СРС.

Механизмы возникновения помех при работе электропривода с преобразователями (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Самостоятельное изучение указанной темы (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос по дополнительным темам СРС.

Далее по тексту исходной РПД.

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 3 семестр.

Далее по тексту исходной РПД.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины соответствуют исходной РПД.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Каким образом синтезируется цикл работы при известных технологических требованиях к электроприводу?
2. Опишите этапы построения тахограммы по зашифрованному технологическому циклу.
3. Чем отличаются требования к глубокорегулируемому частотному электроприводу и сервоприводу?
4. Назовите основные типы двигателей для использования в качестве серводвигателей.
5. Какие аналоговые и цифровые датчики используются для сервоприводов?
6. Как на лабораторном стенде имитируются срабатывания технологических датчиков при проектировании технологии отработки производственного цикла?
7. Каким образом воздействует широтно-импульсная модуляция выходного напряжения, используемая в частотном преобразователе, на изоляцию двигателя?
8. По какой технологии производятся абсолютные энкодеры и в чем их отличия от инкрементальных?
9. Какие основные элементы языка функциональных блоков для программирования ПЛК Вы знаете?
10. Покажите таблицы истинности основных логических элементов язык функциональных блоков для программирования ПЛК.
11. В чем состоит преимущество выполнения систем управления на фаззи-логике?
12. Для каких систем управления наиболее целесообразно применение нейросистем?
13. Опишите основные технологии обучения нейросистем с небольшим числом слоев?

14. Какие электродвигатели наиболее целесообразно использовать для сервосистем? Почему?
15. Каким образом, незначительно изменив программу цикла, реализованную на ПЛК, можно повторить тахограмму, синтезированную на лабораторном стенде, n раз?
16. Как оценить степень «загрязненности» помехами напряжения, питающего преобразователь? Какие для этого нужны инструментальные средства?
17. В чем, на Ваш взгляд, преимущество языка релейно-контактных схем при программировании ПЛК?
18. Как проверить на модели настройку регулятора на модульный, технический оптимум?
19. Каким образом моделируется обрыв обратной связи в замкнутой системе частотно-регулируемого электропривода? К чему приводит эта аварийная ситуация?
20. Как отключить выходы преобразователя по команде ПЛК, чтобы обеспечить торможения приводного электродвигателя «на выбеге»?
21. Охарактеризуйте основные компоненты однослойной искусственной нейронной сети.
22. В чем основное отличие схемы управления трехфазным и однофазными корректорами мощности?
23. Как осуществляется синхронизация с питающей сетью в схемах полууправляемого и управляемого выпрямителей?
24. Какие виды преобразователей частоты с непосредственной связью Вы знаете и в чем отличие в технологии управления ими?
25. Какие существуют принятые формы функций принадлежности в системах управлений с нечеткой логикой?
26. Для чего предназначены блоки фазных и координатных преобразований в системах с векторным частотным управлением?

Далее по тексту исходной РПД.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции 1 раз в две недели, практические занятия каждую неделю и четыре четырехчасовые лабораторные работы с двумя часами на защиту. Изучение курса завершается экзаменом.

Далее по тексту исходной РПД.

Автор
канд. техн. наук, доцент

Зав. кафедрой ЭМС
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

В.В. Рожков

Изменения и дополнения в РПД приняты на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.