

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Магистерская программа «Электроприводы и системы управления
электроприводов»
Изменение и дополнения к РПД Б1.В.ДВ.1.2
«Вентильно-индукторный электропривод»



Приложение 3.РПД Б1.В.ДВ.1.2

**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 г. »

**Изменения и дополнения к
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

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: РПД Б1.В.ДВ.1.2

Смоленск – 2016 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

По тексту исходной РПД.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору В.ДВ.1.2 студента 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 «Вентильно-индукторный электропривод» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.6 Методология научного творчества

Б1.В.ОД.1 Управление электроприводов и элементы автоматизации технологических процессов

Б1.В.ОД.2 Современные проблемы и надёжность электроприводов

Б1.В.ОД.3 Элементы и схемотехника силовой электроники

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

Б1.В.ДВ.1.1 Электропривод с вентильными и шаговыми двигателями

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.ДВ.1.2	
Часов (всего) по учебному плану:	216	2 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	2 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1.0, 36	2 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	2 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1.0, 36	2 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2.5, 90	2 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 36	2 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лж)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-

Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	1.5, 54
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	2.5, 90
Подготовка к экзамену	1.0, 36

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной 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. Принцип работы вентильно-индукторного привода (ВИП). Основные понятия.	18	4	4		10	4
2	Тема 2. Теория электромагнетизма и структура ВИП.	36	4	2	10	20	8
3	Тема 3. Динамические и механические характеристики.	38	6	4	8	20	8
4	Тема 4. Схемотехнические решения конвертеров ВИП.	56	12	6	8	30	12
5	Тема 5. Бездатчиковый вентильно-индукторный электропривод.	32	10	2	10	10	4
всего 180 часа по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)			36	18	36	90	36

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Принцип работы вентильно-индукторного привода (ВИП). Основные понятия

Лекция 1. Введение. Развитие электромеханических преобразователей энергии непрерывного и дискретного действия. Эскиз вентильно-индукторного двигателя (ВИД), особенности конструкции. Требования. (2 часа).

Лекция 2. Физическая модель ВИД. Особенности расчёта магнитной системы, схемы замещения магнитных цепей, приёмы расчётов (2 часа).

Практическое занятие 1. Особенности конструкции ВИД и приёмы формирования эквивалентных схем замещения для расчётов магнитной цепи двигателя. (2 часа).

Практическое занятие 2. Адаптация моделей к задачам управления, определение аппаратных средств микроконтроллера, необходимых для организации коммутации многофазного якоря по заданному алгоритму (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Проработка лекционных теоретических положений с использованием основной и дополнительной литературы, подготовка к практическому занятию, дополнительная тема на СРС - изучение микроконтроллерной техники, интегрированной в

стенды (задание уточняется на лекции и практическом занятии) (всего к теме №1 – 10 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, обмен информацией в интерактивной форме на лекционном занятии.

Тема 2. Теория электромагнетизма и структура ВИП

Лекция 3. Анализ механизма возникновения момента в ВИД. Анализ магнитных систем, включение их характеристик в алгоритм расчёта момента (2 часа).

Лекция 4. Влияние насыщения на характеристики ШД. Энергия и коэнергия. Описание магнитных систем ВИД с учётом насыщения. (2 часа).

Практическое занятие 3. Оптимальное проектирование импульсных систем с учётом нелинейных характеристик магнитопровода. Взаимное влияние особенностей конструкции и характеристик ВИД (2 часа).

Лабораторная работа 1. Вентильно-индукторный электропривод. Схемы конверторов (аппаратная реализация алгоритма управления) (6 часов).

Лабораторная работа 2. Вентильно-индукторный электропривод. Схемы конверторов (программно-аппаратная реализация алгоритма управления) (4 часа)

Самостоятельная работа 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 1,2: изучение методических указаний, дополнительная тема на СРС - составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования - Ассемблер (всего к теме №2 – 20 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защите лабораторных работ.

Тема 3. Динамические и механические характеристики

Лекция 5. Расчетная модель ВИД. Уравнения баланса напряжений. Уравнение движения. Линеаризация. Анализ соотношений (2 часа).

Лекция 6. Уравнения динамических характеристик. Исходные уравнения. Линеаризация. Результирующие соотношения. Упрощения при выводе (2 часа).

Лекция 7. Передаточные функции ВИД и ВИП. Анализ характеристических уравнений. Выбор оптимальных параметров (2 часа).

Практическое занятие 4. Механические характеристики ВИД. Выводы. Анализ нормированных соотношений (2 часа).

Практическое занятие 5. Влияние схемных решений на характер движения и особенности в управлении ВИП. Переходные процессы коммутации фазы, энергообмен (2 часа).

Лабораторная работа 3. ВИП с активным формированием тока рабочей фазы (аппаратная реализация алгоритма управления) (4 часа).

Лабораторная работа 4. ВИП с активным формированием тока рабочей фазы (программно-аппаратная реализация алгоритма управления) (4 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к лабораторной работе №3,4: изучение методических указаний, дополнительная тема на СРС - составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования – Ассемблер, подготовка к практическим занятиям № 4 - 5, (всего к теме №3 – 20 часов).

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

Тема 4. Схемотехнические решения конвертеров ВИП

Лекция 8. Классификация конвертеров ВИП. Количество силовых ключей на фазу, как один из основных показателей эффективности схемотехнического решения. Сложные критерии эффективности схемотехнических решений. (2 часа).

Лекция 9. Конвертеры ВИП. Асимметричный мост. Стратегии в алгоритме коммутации. Диаграммы токов и напряжений. Выбор силового оборудования (2 часа).

Лекция 10. Конвертеры ВИП. Варианты асимметричного моста. Драйвер моста с частичным возвратом энергии (snubber) (2 часа).

Лекция 11. Конвертеры ВИП. Конвертеры с одним ключом на фазу. Особенности выбора силовых и вспомогательных элементов ключа. Диаграммы токов и напряжений. (2 часа).

Лекция 12. Конвертеры ВИП. Особенности схемотехнических решений для двигателя с бифилярными обмотками. Диаграммы токов и напряжений. (2 часа).

Лекция 13. Конвертеры ВИП. Мост с источником и средней точкой. Мост с одним силовым транзистором на фазу и вспомогательными диодами. Схемы с управляемым сбросом электромагнитной энергии отключаемой фазы. Диаграммы токов и напряжений. (2 часа).

Практическое занятие 6. Конвертеры ВИП. Системы и схемы управления ВИД. Логические блоки управления. (2 часа).

Практическое занятие 7. Конвертеры ВИП. Блоки повышенной степени интеграции Мостовые коммутаторы. Расчет и выбор элементов (2 часа).

Практическое занятие 8. Конвертеры ВИП. Соотношения, положенные в основу выбора элементов коммутатора (основных и вспомогательных), использование приведенных в литературе соотношений и генерация новых для оригинальных решений (2 часа).

Лабораторная работа 5. Вентильно-индукторный электропривод (аппаратная реализация алгоритма управления) (4 часа).

Лабораторная работа 6. Вентильно-индукторный электропривод (программно-аппаратная реализация алгоритма управления) (4 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к лабораторной работе №5,6: изучение методических указаний, дополнительная тема на СРС - составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования – Ассемблер, подготовка к практическим занятиям № 6 - 8, (всего к теме №4 – 30 часов).

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

Тема 5. Бездатчиковый вентильно-индукторный электропривод

Лекция 14. ВИП. Введение. Измерение и управление током фазы. Регулятор тока. Ограничение тока (2 часа).

Лекция 15. ВИП. Оценка положение ротора по величине индуктивности коммутируемой фазы (по темпу нарастания/спадания тока, измерения параметров неактивных фаз, с использованием характеристик ток/электромагнитная проводимость) (2 часа).

Лекция 16. ВИП. Оценка положение ротора (по условию резонанса в дополнительно сформированной цепи, по тестирующим сигналам определённой частоты в работающей/неработающей фазе, по сигналам на измерительных обмотках) (2 часа).

Лекция 17. ВИП. Оценка положение ротора (по характерным точкам кривой силового фазного тока, по данным системы управления с наблюдателем, с использованием нейросетей, с использованием регуляторов на базе нечёткой логики) (2 часа).

Лекция 18. ВИП. Область применения. Достоинства/недостатки ВИП. Конвертер/система управления для разных приложений. Шкала мощностей. Специальные ВИП: инструмент/для агрессивной среды/линейный привод (2 часа).

Практическое занятие 9. Структура программного обеспечения бездатчиковых систем управления ВИМ, распределение аппаратных средств/программного обеспечения бездатчиковых систем управления (2 часа).

Лабораторная работа 7. Вентильный электропривод дисковогода (аппаратная реализация алгоритма управления) (4 часа).

Лабораторная работа 8. Вентильный электропривод дисковогода (программно-аппаратная реализация алгоритма управления) (6 часов).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к лабораторной работе №7,8: изучение методических указаний, дополнительная тема на СРС - составление программы для цифрового контура регулирования. Язык программирования – Ассемблер, подготовка к практическому занятию № 9, (всего к теме №5 – 10 часов).

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

Лекционные занятия (в количестве 36 часов) проводятся в интерактивной форме (используются технологии типа «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делается преднамеренная ошибка с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибки и установления истины.

На практических занятиях №1-9 (в количестве 14 часов) используется индивидуальный метод работы со студентом с анализом исходных данных, проработка схемы построения электропривода, анализ схемотехнических альтернатив, расчет параметров силовой цепи и цепей управления, возможная оптимизация. Организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации схемы привода, анализом достоинства и недостатков схемных решений.

Лабораторные работы (в количестве 36 часов) проводятся в интерактивной форме: работа в малых группах (используется бригадный метод выполнения лабораторных работ) Стенды позволяют каждую из работ реализовать в аппаратном исполнении (без привлечения микроконтроллера и отладочных средств программного обеспечения). После достаточно глубокого понимания физических основ процессов управления тем или иным приводом, работа выполняется с заменой части оборудования микроконтроллером (программно-аппаратная реализация алгоритма управления). В результате для обучаемого становятся ощутимыми достоинства и недостатки каждой из реализаций. Задания индивидуальные (на бригаду из 2-3 человек) и не повторяются.

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

Далее по тексту исходной РПД.

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка экзамена по дисциплине за 2 семестр.


Далее по тексту исходной РПД.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия один раз в две недели лабораторные работы одни раз в две недели во 2-м семестре. Изучение курса завершается экзаменом во 2-м семестре.

Далее по тексту исходной РПД.

Автор
доктор.техн.наук, профессор

 В. Льготчиков

Зав. кафедрой ЭМС
канд.техн.наук, доцент

 .В. Рожков

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