

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального 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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Направление подготовки: **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Магистерская программа: **Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года**

Форма обучения: **очная**

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:
ПК-6 «способность формировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства»

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- современные принципы микропроцессорного управления двигателями и иными электромеханическими преобразователями энергии;
- средства программирования и отладки программного обеспечения микропроцессоров;
- алгоритмы управления двигателями и преобразователями энергии;

Уметь:

- осуществлять правильный выбор программных и аппаратных средств микроконтроллеров при разработке контроллеров управления электромеханическими преобразователями энергии;
- осуществлять разработку алгоритмов управления и программного обеспечения микропроцессорных устройств управления двигателями и преобразователями энергии;

Владеть:

- практическими навыками программирования контроллеров применительно к задачам управления электроприводами, двигателями и преобразователями энергии.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.2.1 студента цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерским программам «Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии» направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплины «Микропроцессорная техника в электроприводе» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.3 Компьютерные, сетевые и информационные технологии

Б1.В.ОД.1 Микромашины и специальные электрические машины

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

Дисциплина является завершающей в образовательной траектории при освоении компетенции ПК-6.

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.2.1	
Часов (всего) по учебному плану:	180	3 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	3 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1, 36	3 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1, 36	3 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2, 72	3 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 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)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	20/36, 20
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	16/36, 16
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 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	Раздел 1. Встроенные аппаратные средства процессоров.	12	4	4	-	4	2
2	Тема 1. Программирование встроенных аппаратных средств PIC контроллеров. Отладочные средства ICD2 и PICKIT2.	6	2	2	-	2	1
3	Тема 2. Аппаратные средства контроллеров. Определение соотношения аппаратных и программных средств в задачах управления преобразователями энергии. Инициализация аппаратных средств контроллеров.	6	2	2	-	2	1
4	Раздел 2. Микропроцессорные информационно измерительные системы электромеханических преобразователей энергии и двигателей.	30	10	10	-	10	2
5	Тема 3. Контроллеры ввода-вывода дискретной информации. Ввод дискретной информации в параллельном и последовательном видах. Вывод дискретной информации в параллельном и последовательном видах.	15	5	5	-	5	1
6	Тема 4. Контроллеры ввода-вывода аналоговой информации. Ввод аналоговой информации с помощью АЦП и частотно-временного преобразования. Вывод аналоговой информации с помощью ЦАП и частотно-временного преобразования. Контроллеры датчиков тока и напряжения.	15	5	5	-	5	1
7	Раздел 3. Контроллеры управления двигателями постоянного тока.	30	10	10	-	10	2
8	Тема 5. Методы управления двигателями постоянного тока. Использование численных методов в программах управления. Контроллер ПИД-регулятора.	15	5	5	-	5	1
9	Тема 6. Контроллеры управления двигателями постоянного тока. Контроллеры нереверсивных и реверсивных электроприводов. Аппаратные средства специализированных процессоров для управления двигателями.	15	5	5	-	5	1

10	Раздел 4. Контроллеры управления шаговыми двигателями и электроприводами.	12	4	4	-	4	2
11	Тема 7. Методы коммутации обмоток ШД. Контроллеры коммутации обмоток ШД. Контроллер шагового электропривода.	12	4	4	-	4	2
12	Раздел 5. Контроллеры управления двигателями и электроприводами переменного тока.	24	8	8	-	8	2
13	Тема 8. Контроллеры частотного управления асинхронными двигателями.	24	8	8	-	8	2
14	Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины	16	-	-	-	16	-
15	Выполнение расчетно-графической работы	20	-	-	-	20	-
16	всего по видам учебных занятий (180 часов включая 36 часов на подготовку к экзамену)	144	36	36	-	72	10

Содержание по видам учебных занятий

Раздел 1. Встроенные аппаратные средства процессоров.

Лекция 1.

Программирование встроенных аппаратных средств PIC контроллеров. Отладочные средства ICD2 и PIC KIT2.

Практическое занятие 1.

Программирование аппаратных средств процессоров.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Архитектура и программирование МП»

Лекция 2.

Аппаратные средства контроллеров. Определение соотношения аппаратных и программных средств в задачах управления преобразователями энергии. Инициализация аппаратных средств контроллеров.

Практическое занятие 2. Специализированные встроенные аппаратные средства управления двигателями.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Архитектура и программирование МП»

Раздел 2. Микропроцессорные информационно измерительные системы электромеханических преобразователей энергии и двигателей.

Лекция 3.

Контроллеры ввода информации от аналоговых датчиков ЭМС. Ввод информации от датчиков напряжения. Методы гальванического разделения аналоговых сигналов силовых цепей и цепей ЭМС. Ввод информации от датчиков тока. Контроллеры ввода сигналов токовых шунтов, трансформаторов тока, датчиков тока компенсационного типа.

Практическое занятие 3. Контроллеры датчиков тока и напряжения.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Информационно-измерительные микропроцессорные системы в ЭП».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с архитектурой портов PIC процессоров. Изучить управление многофункциональностью портов. Изучить архитектуру периферийного АЦП, его функционирование и программирование режимов.

Ознакомится с построением различного типа ЦАП и АЦП, выполненных на базе PIC контроллеров. Ознакомится с современными датчиками тока и методами их подключения к интерфейсам контроллеров.

Лекция 4.

Контроллеры обработки сигналов тахогенераторов. Контроллеры ввода сигналов тахогенераторов постоянного тока. Контроллеры ввода информации от асинхронных тахогенераторов. Временные и пространственные технологии обработки сигналов асинхронных тахогенераторов. Контроллеры обработки сигналов импульсных тахогенераторов.

Практическое занятие № 4

Изучение модуля ССР/PWM процессора PIC16F917. Специализированные средства обработки цифровых и аналоговых сигналов датчиков.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Информационно-измерительные микропроцессорные системы в ЭП».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с конструкциями тахогенераторов и их выходными сигналами. Ознакомится с методами обработки сигналов импульсных тахогенераторов и их применением в ПО процессоров.

Лекция 5.

Контроллеры обработки сигналов датчиков перемещений. Типы датчиков перемещений и их выходные сигналы. Контроллеры обработки сигналов вращающихся трансформаторов (ВТ), работающих в амплитудном режиме.

Практическое занятие № 5

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллеры обработки сигналов датчиков тока, напряжения.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Информационно-измерительные микропроцессорные системы в ЭП».

Самостоятельная работа:

Ознакомление с проектами обработки сигналов асинхронных тахогенераторов и ВТ, изложенными в интернет ресурсе www.microchip.com раздел All aplicashin, motors.

Лекция 6.

Контроллеры обработки сигналов ВТ, работающих в фазовом режиме. Импульсные датчики перемещения. Датчики абсолютного перемещения (абсолютные энкодеры). Контроллеры обработки сигналов абсолютных энкодеров (временные и пространственные методы обработки сигналов).

Практическое занятие № 6

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллеры обработки сигналов вращающихся трансформаторов, работающих в амплитудном режиме.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Информационно-измерительные микропроцессорные системы в ЭП».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с конструкциями абсолютных и импульсных энкодеров. Ознакомление с проектами обработки сигналов энкодеров, изложенными в интернет ресурсе www.microchip.com раздел All aplicashin, motors.

Лекция 7.

Контроллеры обработки сигналов импульсных энкодеров (временные и пространственные методы обработки сигналов). Контроллеры комплексных датчиков перемещения, скорости и ускорения следящих ЭП, реализованных на базе энкодеров.

Практическое занятие № 7

Контроллеры обработки сигналов энкодеров.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Информационно-измерительные микропроцессорные системы в ЭП».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с программно-аппаратными методами обработки сигналов энкодеров. Ознакомится с методами определения скорости и ускорения с помощью энкодеров.

Раздел 3. Контроллеры управления двигателями постоянного тока.

Лекция 8.

Контроллеры регуляторов ЭП. Контроллер ПИД регулятора. Программная реализация ПИД регулятора с заданием интервала интегрирования временем выполнения программы. Программная реализация ПИД регулятора с заданием интервала интегрирования системным прерыванием.

Практическое занятие № 8

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллеры обработки сигналов импульсных датчиков перемещения.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Контроллеры электроприводов постоянного тока».

Лекция 9.

Контроллеры управления двигателями постоянного тока. Контроллер нереверсивного однофазного ЭП по системе ТП-Д. Контроллер реверсивного трехфазного ЭП по системе ТП-Д.

Практическое занятие № 9

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер ПИД-регулятора.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Контроллеры электроприводов постоянного тока».

Лекция 10.

Контроллер нереверсивного ЭП по системе ШИП-Д. Контроллер реверсивного ЭП по системе ШИП-Д.

Практическое занятие № 10

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер нереверсивного и реверсивного электропривода постоянного тока.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Контроллеры электроприводов постоянного тока».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с основными схмотехническими решениями преобразовательных устройств управления ДППТ и методами управления силовыми элементами. Ознакомится с примерами контроллеров управления двигателями постоянного тока, представленными на сайте microchip.com и на сайтах других компаний.

Лекция 11.

Контроллеры управления вентильными двигателями (ВД). Методы коммутации обмоток ВД. Контроллер управления маломощным ВД без формирования гармонических напряжений обмоток двигателя.

Практическое занятие № 11

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер позиционного электропривода постоянного тока.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Вентильный и вентильно-индукторный электропривод».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с конструкциями ВД. Ознакомится с методами определения углового положения ротора ВД. Ознакомится с методами коммутации обмоток ВД. Ознакомится со схмотехникой силовых преобразователей питания обмоток ВД. Ознакомится с примерами контроллеров управления ВД, представленными на сайте microchip.com и на сайтах других компаний.

Лекция 12.

Контроллеры управления вентильно-индукторными двигателями (ВИД). Методы управления током обмоток ВИД. Контроллер управления ВИД.

Практическое занятие № 12

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер коммутации обмоток шагового двигателя с электрическим дроблением шага.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Вентильный и вентильно-индукторный электропривод».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с конструкциями ВИД. Ознакомится с методами определения углового положения ротора ВИД. Ознакомится с методами коммутации обмоток ВИД. Ознакомится со схмотехникой силовых преоб-

разователей питания обмоток ВИД. Ознакомится с примерами контроллеров управления ВИД, представленными на сайте microchip.com и на сайтах других компаний.

Раздел 4. Контроллеры управления шаговыми двигателями и электроприводами.

Лекция 13.

Контроллеры управления шаговыми двигателями. Методы коммутации обмоток шаговых двигателей (ШД) с активным ротором и индукторных ШД. Контроллеры пошаговой коммутации обмоток ШД. Контроллеры коммутации обмоток ШД с электрическим дроблением шага. Регулирование тока обмоток ШД. Контроллеры внутришагового управления током обмоток ШД.

Практическое занятие № 13

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Изучение алгоритмов коммутации обмоток шаговых двигателей.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Микропроцессоры в шаговых электроприводах».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с конструкциями ШД. Ознакомление с проектами управления шаговыми двигателями, изложенными в интернет ресурсе www.microchip.com раздел All applicashin, motors.

Лекция 14.

Управление током обмоток шагового двигателя в зависимости от режима работы (разгон, торможение, движение с постоянной частотой коммутации обмоток). Пример: контроллер управления шаговым двигателем.

Практическое занятие № 14

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер управления шаговым электроприводом.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Микропроцессоры в шаговых электроприводах».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с методами коммутации обмоток ШД и энергетическими преобразованиями при выполнении шага двигателем. Ознакомится с алгоритмами коммутации обмоток ШД в зависимости от конструктивного исполнения ШД. Ознакомится с основными схемотехническими решениями коммутаторов обмоток ШД. Изучить алгоритмы электрического дробления шага ШД в зависимости от конструктивных особенностей двигателей. Ознакомится с примерами контроллеров управления ШД, представленными на сайте microchip.com и на сайтах других компаний.

Раздел 5. Контроллеры управления двигателями и электроприводами переменного тока.

Лекция 15.

Контроллеры частотного управления асинхронными двигателями (АД). Методы совместного управления частотой и напряжением обмоток АД. Контроллер управления маломощным АД без формирования гармонических напряжений обмоток двигателя.

Практическое занятие № 15

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер двухфазного асинхронного электропривода.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Контроллеры асинхронного ЭП».

Лекция 16.

Контроллер управления мощным АД с формированием гармонических напряжений обмоток двигателя.

Практическое занятие № 16

Изучение микропроцессорного комплекта Mechatronics. Контроллер трехфазного асинхронного электропривода.

Литература:

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Контроллеры асинхронного ЭП».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с методами управления частотой и напряжением обмоток АД в зависимости от вида механической характеристики нагрузки. Ознакомится со схемотехникой силовых преобразователей, используемых для управления АД. Ознакомится с примерами контроллеров управления АД, представленными на сайте microchip.com и на сайтах других компаний.

Лекция 17.

Контроллер управления возбуждением синхронных двигателей (СД), обеспечивающий компенсацию реактивной мощности участка сети.

Практическое занятие №17

Электронная библиотека. Папка «Литература к лекционному курсу», папка «Контроллеры асинхронного ЭП».

Самостоятельная работа:

Ознакомится с режимами работы СД и энергетическими показателями в зависимости от степени возбуждения СД. Ознакомится с программными методами ПИД регулирования. Ознакомится с астатическими структурами систем автоматического регулирования.

Практические занятия проводится в дисплейном классе, оснащенном программным обеспечением систем разработки контроллеров и учебным комплектом по изучению программирования электромеханических систем.

Примерная тематика расчетно-графических работ

1. Разработать программное обеспечение ПИД-регулятора с программной реализацией интервала интегрирования.
2. Разработать программное обеспечение ПИД-регулятора с реализацией интервала интегрирования системным прерыванием.
3. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера маломощного двигателя постоянного тока. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 включение двигателя в режим «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование частоты вращения – потенциометром. Реализовать ШИМ программным путем.
4. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера маломощного двигателя постоянного тока. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 включение двигателя в режим «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование частоты вращения – потенциометром POT1. Реализовать ШИМ с помощью модуля CCP1.
5. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера маломощного двигателя постоянного тока. Разработать программное обеспечение контроллера электропривода постоянного тока со стабилизацией частоты вращения, осуществляющее кнопкой SW2 включение двигателя в режим «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование частоты вращения – потенциометром POT1. Реализовать контроллер программным путем.
6. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера маломощного двигателя постоянного тока. Разработать программное обеспечение контроллера электропривода постоянного тока со стабилизацией частоты вращения, осуществляющее кнопкой SW2 включение двигателя в режим «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование частоты вращения – потенциометром POT1. Реализовать контроллер программно-аппаратным путем, используя внутренние аппаратные средства процессора.
7. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера шагового двигателя. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 пошаговую коммутацию обмоток ШД в направлении «вперед», кнопкой

- SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование тока обмоток – потенциометром. Реализовать регулирование тока в обмотках ШД с помощью ШИМ программным путем.
8. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера шагового двигателя. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 пошаговую коммутацию обмоток ШД в направлении «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование тока обмоток – потенциометром. Реализовать регулирование тока в обмотках ШД с помощью ШИМ, используя модуль ССР.
 9. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера шагового двигателя. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 парную пошаговую коммутацию обмоток ШД в направлении «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование тока обмоток – потенциометром. Реализовать регулирование тока в обмотках ШД с помощью ШИМ программным путем.
 10. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера шагового двигателя. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 парную пошаговую коммутацию обмоток ШД в направлении «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование тока обмоток – потенциометром POT1. Реализовать регулирование тока в обмотках ШД с помощью ШИМ, используя модуль ССР.
 11. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера шагового двигателя. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 коммутацию обмоток с электрическим дроблением шага за счет одностороннего и парного включения обмоток ШД в направлении «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование тока обмоток – потенциометром POT1. Реализовать регулирование тока в обмотках ШД с помощью ШИМ, используя модуль ССР.
 12. Создать схему контроллера на базе любого микропроцессора фирмы Microchip и типового драйвера шагового двигателя. Разработать программное обеспечение контроллера, осуществляющее кнопкой SW2 коммутацию обмоток с электрическим дроблением шага за счет квадратурного регулирования токов в парных обмотках ШД в направлении «вперед», кнопкой SW3 – «назад», кнопкой SW4 – «стоп», а регулирование тока обмоток – потенциометрами POT1 или POT2. Реализовать регулирование тока в обмотках ШД с помощью ШИМ, используя модули ССР1 и ССР2.

В отчете на расчетно-графическую работу представляется принципиальная схема контроллера, листинг программы, и проверяется работоспособность программы в соответствии с заданием.

Формы текущего контроля

Для текущего контроля успеваемости студентов используется проведение контрольных работ, контроль хода выполнения расчетно-графической работы.

Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студентов состоит в подготовке к практическим занятиям, выполнению расчетно-графической работы, а также в подготовке к экзамену по курсу.

Объем самостоятельной работы, тематика, связь тематики с изучаемой дисциплиной, а также литература для самостоятельной работы изложены в методических указаниях.

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. № 21-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям, выполнении расчетно-графической работы.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-6.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-6 «способность формировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, расчетно-графическим работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах расчетно-графических работ, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- принципов микропроцессорного управления электроприводами, двигателями и иными электромеханическими преобразователями энергии;
- средств программирования и отладки программного обеспечения микропроцессоров;
- алгоритмов управления двигателями, электроприводами и преобразователями энергии;

наличие **умения**:

- выбора соотношения программных и аппаратных средств микроконтроллеров;
- выбора типовых алгоритмов управления и программного обеспечения микропроцессорных устройств управления двигателями, электроприводами и преобразователями энергии;

присутствие **навыка**:

- программирования контроллеров применительно к задачам управления электроприводами, двигателями и преобразователями энергии.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения расчетно-графических работ, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-6 «способность формировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства» в процессе защиты расчетно-графической работы, как формы текущего контроля.

В процессе защиты расчетно-графической работы по дисциплинам «Электроприводы и системы управления электроприводов» студентам задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Назовите основные этапы разработки программного обеспечения микропроцессорных устройств.
2. Охарактеризуйте типы аналого-цифровых преобразователей, встроенных в контроллеры.
3. Как осуществляется ввод – вывод аналоговой информации с использованием частотно – временного преобразования.
4. Охарактеризуйте методы обработки сигналов кодовых датчиков перемещения, используемые в контроллерах.
5. Охарактеризуйте методы обработки сигналов импульсных датчиков перемещения, используемые в контроллерах.
6. Назовите основные методы коммутации обмоток ШД и алгоритмы их осуществляющие.
7. Поясните метод и алгоритмы внутришаговое регулирование тока обмоток ШД. Контроллер шагового электропривода.
8. Определите методы и алгоритмы реализации контроллеров ПИД регулятора.
9. Определите соотношение программных и аппаратных средств контроллеров при реализации управления двигателями постоянного тока по системе ТП–Д.
10. Определите соотношение программных и аппаратных средств контроллеров при реализации управления двигателями постоянного тока по системе ШИП–Д.
11. Поясните алгоритмы управления вентильными двигателями. Определите соотношение программных и аппаратных средств контроллера, позволяющие определить угловое положение ротора и осуществить коммутацию обмоток двигателя.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-6 «способность формировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные законы, приводить простейшие соотношения частотного регулирования, определять типы регуляторов при заданной структуре системы управления и заданных технологических требованиях соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно задавать структуру скалярной и векторной систем управления – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен рассчитывать параметры регуляторов, синтезировать полную схему модели – соответствует эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплинам и «Микропроцессорная техника в электроприводе» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценки экзамена по дисциплине за 3 семестр.

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

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления коммутацией шагового двигателя с пошаговой коммутацией с использованием системного прерывания. Определить методы изменения периода коммутации обмоток ШД. Определить иерархию вложенных подпрограмм.
2. Разработать алгоритмы и техническую реализацию коммутации обмоток ШД с использованием программно задаваемого периода коммутации и с заданием по прерыванию от таймера.
3. Предложить не менее двух методов регулирования тока обмоток ШД. Разработать алгоритмы ПО и дать техническую реализацию контроллера.
4. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого однофазным тиристорным преобразователем.
5. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого реверсивным трехфазным тиристорным преобразователем.
6. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого нереверсивным широтно-импульсным преобразователем.
7. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления двигателем постоянного тока, управляемого реверсивным широтно-импульсным преобразователем.
8. Реализовать ПИД регулятор с заданием интервалов интегрирования и дифференцирования программным путем с помощью системного прерывания.
9. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления вентильным двигателем.
10. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления вентильно-индукторным двигателем.
11. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления асинхронным маломощным двигателем, без формирования гармонических питающих напряжений.
12. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления асинхронным мощным двигателем, с формированием гармонических питающих напряжений.
13. Разработать алгоритм и техническую реализацию контроллера управления возбуждением синхронного двигателя.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу. Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения расчетно-графической работы.

1. Этапы разработки программного обеспечения микропроцессорных устройств.
2. Система ввода-вывода дискретной информации. Контроллеры ввода дискретной информации в параллельном виде. Контроллеры вывода дискретной информации в параллельном виде.
3. Контроллер побитного ввода дискретной информации.
4. Контроллер побитного вывода дискретной информации.
5. Основные типы аналого-цифровых преобразователей. Контроллер ввода аналоговой информации с использованием АЦП.

6. Ввод – вывод аналоговой информации с использованием частотно – временного преобразования.
7. Контроллер вывода аналоговой информации с использованием ШИМ (программно - аппаратная реализация контроллера).
8. Контроллер ввода аналоговой информации с использованием частотного преобразования. Метод подсчета количества импульсов на заданном интервале времени. (Программная реализация контроллера).
9. Контроллер ввода аналоговой информации с использованием частотного преобразования. Метод измерения периода следования импульсов. (Программно – аппаратная реализация контроллера).
10. Контроллеры обслуживания датчиков тока, напряжения и тахогенераторов постоянного тока.
11. Контроллеры обработки сигналов датчиков перемещения. Кодовые датчики перемещения. Контроллер обработки сигналов кодового датчика перемещения (программная реализация контроллера).
12. Импульсные датчики (ИД) перемещения (энкодеры). Контроллер обработки сигналов ИД (технология определения квадранта полюсного деления, программная реализация контроллера).
13. Контроллеры управления шаговыми двигателями. Методы коммутации обмоток ШД. Контроллер пошаговой коммутации обмоток ШД. Контроллер коммутации обмоток ШД с электрическим дроблением шага.
14. Внутришаговое регулирование тока обмоток ШД. Контроллер внутришагового регулирования тока обмоток ШД. (Программная и программно-аппаратная реализация контроллера).
15. Контроллер шагового электропривода.
16. Контроллер ПИД регулятора.
17. Контроллер управления двигателем постоянного тока с однофазным тиристорным преобразователем.
18. Контроллер управления двигателем постоянного тока с реверсивным трехфазным тиристорным преобразователем.
19. Контроллер управления двигателем постоянного тока с нереверсивным широтно-импульсным преобразователем.
20. Контроллер управления двигателем постоянного тока с реверсивным широтно-импульсным преобразователем.
21. Контроллер ПИД регулятора с заданием интервалов интегрирования и дифференцирования программным путем с помощью системного прерывания.
22. Контроллер управления вентильным двигателем.
23. Контроллер управления вентильно-индукторным двигателем.
24. Контроллер управления асинхронным маломощным двигателем, без формирования гармонических питающих напряжений.
25. Контроллер управления асинхронным мощным двигателем, с формированием гармонических питающих напряжений.
26. Контроллер управления возбуждением синхронного двигателя.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению дисциплин «Микроконтроллеры в электроприводе», в которые входят методические рекомендации по выполнению расчетных заданий и заданий на самостоятельную работу.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Предко М. Справочник по PIC-микроконтроллерам. – М.: ДМК Пресс, 2015, - 512 с.
2. Кохц Д. Измерение, управление и регулирование с помощью PIC-микроконтроллеров. – К.: МК-Пресс, 2006, - 306с
3. Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2004, -527с.
4. Кравченко А.В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. – М.: Додэка-XX1, 2008, - 224с

б) дополнительная литература

1. Грамперт В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR-микроконтроллеров. – М.: МК-Пресс, 2006, - 208 с.
2. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR. - М., 2002
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы Amtel.-М.,Изд.дом «ДОДЭКА», 2007.
4. Нарышкин Ф. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб.пос. - М., 2006

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. AN531, AN847, AN893, AN906, AN907, AN964, TBO13 Примеры контроллеров управления двигателями. Режим доступа: <http://www.microchip.com>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции и практические занятия. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Проблемная лекция. В отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.

Проблемная лекция выполняет следующие задачи:

- стимулирует регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;
- закрепляет знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной ра-

боты над литературой;

- расширяет объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяет проверить правильность ранее полученных знаний;
- прививает навыки самостоятельного мышления, устного выступления;
- способствует свободному оперированию терминологией;
- предоставляет преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении практических занятий предусматривается использование систем мультимедиа и моделирования.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в лаборатории микропроцессорной техники, оснащенной программными средствами разработки прикладных программ и сетью, объединяющей рабочее место преподавателя с рабочими местами студентов.

Автор:
д.т.н., профессор



А.Е. Малиновский

Зав. кафедрой ЭМС,
канд. техн. наук



В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 07.09. 2016 года, протокол № 1.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10