Приложение 3.РПД Б1.В.ДВ.4.2

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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки: **Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Смоленск – 2016 г.

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

В дисциплине изучаются основные архитектуры контроллеров и структуры микропроцессорных систем, которые используются для управления электромеханическими преобразователями энергии, а также интерфейсные устройства, их функционирование и программирование.

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 следующих профессиональных компетенций:

ПК-8 «готовность работать над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов».

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные программные средства, предназначенные для разработки программного обеспечения микропроцессоров;
- архитектуру современных процессоров и типовые прикладные библиотеки программ для различных областей применения;

Уметь:

- разрабатывать программное обеспечение микроконтроллеров в соответствии с заданными параметрами технологического процесса;

Владеть:

- владеть современной архитектурой и схемотехникой микроконтроллеров с целью разработки устройств управления.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Микроконтроллеры в электротехнических приложениях» относится к вариативной части цикла Б1 (Б1.В.ДВ.4.2) основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника».

Для формирования общекультурных и профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины «Микроконтроллеры в электротехнических приложениях» необходимы знания, умения и навыки, полученные в дисциплинах:

Б1.Б.10 Электротехническое и конструкционное материаловедение
Б1.Б.17 Информационно-измерительная техника
Б1.В.ОД.4 Электротехника и основы электроники
Б1.В.ОД.6 Элементы систем автоматики
Б1.В.ОД.7 Электромеханические системы
Б1.В.ОД.13 Электрические и электронные аппараты

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины «Компьютерная и микропроцессорная техника в электроприводе» используются для

Б1.В.ДВ.6.2 Типовые решения в технике электропривода
Б1.В.ДВ.7.1 Системы аналогового и цифрового управления электропривода
Б1.В.ДВ.7.2 Регулирование координат электропривода
Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

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:	Б.1.В.ДВ.4.2	
Часов (всего) по учебному плану:	252	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	7	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1; 36	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1; 36	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1; 36	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2.75; 99	7 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1; 36	7 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.5; 27
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5; 27
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5; 27
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	12/36; 12
Подготовка к контрольным работам	6/36; 6
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	2.75; 99
Подготовка к экзамену	1; 36

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

№ п/п	Раздел и темы дисциплины	Семестр	Общая трудоемкость	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Занятия в интерактивной форме	Формы текущего контроля успеваемости
				лк	лб	пр	сам		
1.	**Раздел 1.** Структуры контроллеров. Связь структуры контроллеров с требованиями электромеханических систем.	7	38	6	8	8	16		
2.	**Раздел 2.** Архитектура контроллеров и периферийных устройств.	7	41	6	8	8	19	2	контрольная работа
3.	**Раздел 3**. Система команд контроллеров.	7	41	6	8	8	19	2	контрольная работа
4.	**Раздел 4.** Микроконтроллерное управление вентильными и вентильно-индукторными электроприводами.	7	32	6	4	4	18		
5.	**Раздел 5.** Микроконтроллерное управление асинхронными электроприводами.	7	55	12	8	8	27	2	контрольная работа
6.	Экзамен	7	45						
	Всего	**часов**	**252**	**36**	**36**	**36**	**99**	**6**	
		ЗЕТ	**7**						

Содержание по видам учебных занятий

Раздел 1. Структуры контроллеров. Связь структуры контроллеров с требованиями электромеханических систем.

Лекция 1.
Общие сведения о контроллерах. Возникновение и история развития микропроцессорных систем. Обобщенная структура микропроцессорной системы. (2 часа).
Практическое занятие 1.
Среда программирования PIC контроллеров MPLAB. Отладочные средства ICD2 и PICKIT2. (2 часа).
Лабораторная работа № 1.
Изучение интегрированной среды проектирования MPLAB-IDE и архитектуры процессора PIC16F917 (4 часа).
Самостоятельная работа:
Изучение структуры МПС на базе микроконтроллеров PIC 16 серии. (6 часов).
Лекция 2.
Основные параметры контроллеров. Структура обобщенного технологического процесса. Связь структуры МПС, обслуживающей технологический процесс, со структурой технологического процесса. (2 часа).
Практическое занятие 2
Изучение системы команд процессора PIC16F917 и связи формата команд с архитектурой процессора. Изучение основ программирования контроллеров PIC. (2 часа).
Самостоятельная работа:
Изучение системы команд процессора PIC16F917 и связи формата команд с архитектурой процессора. (6 часов).
Лекция 3.

Позиционные системы счисления. Двоичная и шестнадцатеричная системы счисления. Представление чисел. Числа с фиксированной и плавающей точкой. Представление отрицательных чисел. Сложение и вычитание чисел в прямом, двоичном и дополнительном кодах. Двоичное деление и умножение. Архитектура контроллеров с шинной организацией структуры. Адресное пространство и организация памяти контроллеров. (2 часа).

Практическое занятие 3

Изучение основ программирования МПС. Выполнение типовых заданий. (2 часа).

Лабораторная работа № 2

Изучение системы команд процессора PIC16F917 и связи формата команд с архитектурой процессора. Изучение основ программирования контроллеров PIC. (4 часа).

Самостоятельная работа:

Знакомство с библиотекой типовых подпрограмм процессоров фирмы Microchip. (4 часа). (Всего по разделу 1 – 16 часов).

Раздел 2. Архитектура контроллеров и периферийных устройств.

Лекция 4.

Расположение информации в памяти контроллеров. Виды оперативных и постоянных запоминающих устройств. Структура процессора с аккумулятором. Внутренние и внешние шины. Элементы структуры контроллеров: внутренние регистры, дешифратор команд, блок управления. Такт, машинный и командный циклы. Структура контроллера с регистрами общего назначения, со стековой организацией памяти. (2 часа).

Практическое занятие 4.

Изучение основ программирования МПС. Выполнение типовых заданий. (2 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение библиотеки типовых подпрограмм. (6 часов).

Лекция 5.

Информационные потоки в контроллерах. Виды адресации информации. Алгоритмы обработки команд с различными видами адресации. Команды пересылки данных. (2 часа).

Практическое занятие 5.

Изучение основ программирования МПС. Выполнение типовых заданий. (2 часа).

Лабораторная работа № 3.

Выполнение заданий программирования с использование библиотеки типовых подпрограмм. (2 по 4 часа – 8 часов).

Самостоятельная работа:

Изучение библиотеки типовых подпрограмм. (6 часов).

Лекция 6.

Арифметические и логические команды. Организация управления и ветвления программами. Программирование контроллеров на языке ассемблера. Форматы записи программ на языке ассемблера. Операции трансляции, загрузки, прогона. Двухпроходной ассемблер. (2 часа).

Практическое занятие 6

Аппаратные средства контроллеров. Определение соотношения аппаратных и программных средств в задачах управления преобразователями энергии. Инициализация аппаратных средств контроллеров. (2 часа).

Самостоятельная работа:

Ознакомление с технической реализацией периферийных устройств процессоров фирмы Microchip. Инициализация периферийных устройств (7 часов). (Всего по разделу 2 – 19 часов).

Раздел 3. Система команд контроллеров.

Лекция 7

Принципы управления вентильными двигателями (ВД). Контроллер управления ВД. Программная реализация контроллера. (2 часа).

Практическое занятие 7

Выполнение типовых заданий по вводу-выводу дискретной и аналоговой информации с отображением на дисплее. (2 часа).

Лабораторная работа № 4

Изучение архитектуры портов процессора PIC16F917. Режимы работы портов, их программирование. Ввод-вывод дискретной информации. Вывод дискретной информации на светодиодный и семисегментный дисплеи. (4 часа).

Самостоятельная работа:

Ознакомление со структурой контроллеров символьных дисплеев, а также с интерфейсами дисплеев. (6 часов).

Лекция 8

Контроллер управления ВД. Программно-аппаратная реализация контроллера вентильного электропривода. (2 часа).

Практическое занятие 8

Инициализация таймеров. Организация различных временных сигналов в соответствии с индивидуальными заданиями и отображение их на светодиодном дисплее. Реализация с помощью таймеров управляющих сигналов типовых тиристорных и широтно-импульсных преобразовательных устройств. (2 часа).

Самостоятельная работа:

Ознакомление с проектами формирования звуковых сигналов с использованием таймеров, изложенными на сайте фирмы Microchip. (6 часов).

Лекция 9

Особенности контроллеров вентильно-индукторных электроприводов. (2 часа).

Практическое занятие 9

Выполнение индивидуальных заданий с использованием прерываний от встроенных периферийных устройств процессора. Выполнение индивидуальных заданий с использованием прерываний от внешних устройств. (2 часа).

Лабораторная работа № 5

Изучение системы прерываний процессора PIC16F917. Управление внешними и внутренними прерываниями процессора. Назначение и формирование системного прерывания. (4 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение методов сохранения контента при обработке прерываний. Особенности сохранения контента в процессорах фирмы Microchip. (7 часов). (Всего по разделу 2 – 19 часов).

Раздел 4. Микроконтроллерное управление вентильными и вентильно-индукторными электроприводами.

Лекция 10.

Транзисторные преобразователи частоты (ПЧ). Алгоритмы управления ключами ПЧ. (2 часа).

Практическое занятие 10

Техническая реализация многофункциональных портов процессоров (на примере процессоров фирмы Microchip). Инициализация портов. Выполнение индивидуальных заданий по вводу-выводу дискретной информации. (2 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение технической реализации портов процессора PIC16F917, регистров инициализации портов. (6 часов).

Лекция 11.

Основные принципы построения контроллеров управления ПЧ. (2 часа).

Практическое занятие 11

Технические решения АЦП и ЦАП, используемые в процессорах (на примере процессоров фирмы Microchip). Расчет времени преобразования. Инициализация АЦП и ЦАП. Примеры программно-аппаратной реализации АЦП и ЦАП. (2 часа).

Лабораторная работа № 6

Многоканальный ввод аналоговой информации от группы потенциометров с отображением информации на дисплее. (4 часа).

Самостоятельная работа:

Применение ЦАП-АЦП в различных устройствах, изложенное в папке «Трюки». (6 часов).

Лекция 12.

Программная реализация контроллера асинхронного частотного электропривода без формирования синусного распределения питающего напряжения.

Пример: Многоканальный АЦП. (2 часа).

Практическое занятие 12

Технические решения ввода-вывода аналоговой информации с использованием частотно-временного преобразования. Разработка схемных решений контроллеров и их программного обеспечения. (2 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение проектов ввода-вывода аналоговой информации, изложенные на сайте фирмы Microchip. (6 часов). (Всего по разделу 2 – 18 часов).

Раздел 5. Микроконтроллерное управление асинхронными электроприводами.

Лекция 13.

Программно-аппаратная реализация контроллера асинхронного частотного электропривода с формированием синусного распределения питающего напряжения. (2 часа).

Практическое занятие 13

Разработка схемотехнических решений контроллера ввода дискретной информации от группы котактных датчиков с отображением состояния датчиков на светодиодном дисплее. (2 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение схемотехнических решений контроллеров ввода-вывода дискретной информации и программного обеспечения контроллеров. (6 часов).

Лекция 14.

Техническая реализация контроллеров обработки сигналов датчиков. (2 часа).

Практическое занятие 14

Разработка схемотехнических решений контроллера ввода информации от датчиков напряжения и тока. Разработка программного обеспечения контроллеров. (2 часа).

Лабораторная работа № 7

Разработка программного обеспечения ввода и отображения информации от датчика тока и датчика ЭДС лабораторного стенда Mechanical. отладка программного обеспечения. (4 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение руководства к лабораторному стенду. (6 часов).

Лекция 15.

Алгоритмы управления ключами преобразователя частоты по схеме «Неуправляемый выпрямитель–автономный инвертор напряжения». Основные принципы построения контроллеров управления преобразователями частоты по схеме «Неуправляемый выпрямитель–автономный инвертор напряжения». (2 часа).

Практическое занятие 15

Разработка схемотехнических решений контроллеров ввода информации от тахогенераторов. Разработка программного обеспечения обработки сигналов асинхронного и импульсного тахогенераторов. Программное определение по сигналам тахогенератора ускорения и рывка. (2 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение проектов обработки сигналов тахогенераторов, изложенные на сайте фирмы Microchip. (6 часов).

Лекция 16.

Амплитудные и фазовые режимы работы датчиков. Контроллер обработки сигналов ВТ, работающего в фазовом режиме. (2 часа).

Практическое занятие 16

Разработка схемотехнических решений контроллеров ввода информации от ВТ. Разработка программного обеспечения обработки сигналов энкодеров. (2 часа).

Лабораторная работа № 8

Защита лабораторных работ. (4 часа).

Самостоятельная работа:

Изучение проектов обработки сигналов энкодеров, изложенные на сайте фирмы Microchip. (6 часов).

Лекция 17.

Контроллеры ввода информации импульсных и кодовых датчиков перемещения (энкодеров, абсолютных энкодеров). Контроллер ввода информации кодового датчика перемещения. (2 часа).

Практическое занятие 17

Разработка схемотехнических решений контроллеров ввода информации от энкодеров. Разработка программного обеспечения обработки сигналов абсолютного энкодера. (2 часа).

Лекция 18.

Контроллеры ввода информации импульсных и кодовых датчиков перемещения (энкодеров, абсолютных энкодеров). Контроллер ввода информации импульсного датчика перемещения. (2 часа).

Практическое занятие 18

Разработка схемотехнических решений контроллеров ввода информации от энкодеров. Разработка программного обеспечения обработки сигналов импульсного энкодера. (2 часа).

Расчетно-графическая работа на тему: «Программирование микроконтроллеров для различных электротехнических приложений».

Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студентов состоит в подготовке к практическим занятиям, контрольным работам, а также в подготовке к зачету по курсу.

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

Формы текущего контроля

Для текущего контроля успеваемости студентов используется проведение контрольных работ.

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.

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:
демонстрационные слайды лекций по дисциплине,
методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам.

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-8 «готовностью работать над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов».

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.

Оценка освоения компетенции ПК-8 – осуществляется в процессе проведения лекций, лабораторных, практических занятий, выполнения курсовых работ, при разработке алгоритмов управления электродвигателями и электроприводами за счет готовности использования технологических знаний, полученных в смежных дисциплинах.

Принимается во внимание, что студент должен:

знать:

- основные программные средства, предназначенные для разработки программного обеспечения микропроцессоров;
- архитектуру современных процессоров и типовые прикладные библиотеки программ для различных областей применения;

уметь:

- разрабатывать программное обеспечение микроконтроллеров в соответствии с заданными параметрами технологического процесса;

владеть:

- владеть современной архитектурой и схемотехникой микроконтроллеров с целью разработки устройств управления.

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

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК8 осуществляются на защите соответствующих лабораторных работ (Льготчиков В.В., Малиновский А.Е. Применение

программируемых контроллеров в электромеханических системах. Лабораторный практикум: Учебное пособие по курсу "Программируемые контроллеры". – Смоленск: СФ МЭИ, 2013. – с. 29.)

1. Каким образом осуществляется косвенная адресация в контроллере PIC16F917?
2. Перечислить режимы работы таймеров и пояснить их инициализацию.
3. Перечислить режимы работы компараторов и пояснить их инициализацию.
4. Как организована система прерываний контроллера?
5. Какие функции выполняет внутрисхемный отладчик ICD2?
6. Каким образом реализуется многофункциональная работа портов в контроллере PIC16F917?
7. Перечислить режимы работы портов A, B, C, D.
8. Перечислить режимы работы портов и пояснить их инициализацию.
9. Какие параметры задаются при программировании режимов работы встроенного АЦП?
10. Какие функции реализуются блоком CCP процессора ?
11. Перечислить возможные режимы работы компараторов и принципы их программирования.
12. Перечислить режимы работы задатчика опорного напряжения и пояснить его инициализацию.
13. В каких режимах могут работать таймеры и как осуществляется их инициализация?
14. Какой таймер предназначен для подсчета импульсов от внешнего источника импульсной последовательности?
15. Каким образом осуществляются прерывания от таймеров?
16. Как создать системное прерывание с помощью таймера?
17. Как определить интервал интегрирования при программной реализации ПИД-регулятора?
18. Чем определяется выбор представления числа и соответствующей арифметики подпрограммы умножения?
19. Как создать системное прерывание с помощью таймера?
20. В каких режимах может работать модуль CCP и как осуществляется его инициализация?
21. Каким образом создать интервал измерения частоты следования импульсов тахогенератора в случае программной реализации и в случае программно-аппаратной реализации контроллера?
22. Какая программа является основной, и какая выполняется на фоне основной при программной реализации контроллера?
23. Как создать системное прерывание в случае программно-аппаратной реализации контроллера?
24. В каких режимах может работать модуль CCP и как осуществляется его инициализация?

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-8 как формы текущего контроля выполнения практических занятий.

В процессе контроля выполнения практических занятий студенты должны ответить на вопросы, связанные с выполнением практических заданий, расчетно-графической работы. Примерный перечень вопросов:

1. Отображение на светодиодах или дисплее в заданном формате состояния счетчика таймера1, включаемого нажатием кнопки +, и отключаемого нажатием кнопки «стоп».
2. Измерение напряжения с выхода POT1 с помощью встроенного АЦП и отображение величины напряжения в бинарном коде светодиодами D0 – D7.
3. Измерение напряжения с выхода POT1 с помощью встроенного АЦП и отображение величины напряжения на дисплее в HEX или десятичном формате.
4. Измерение напряжения с выходов POT1 и POT2 с помощью встроенного АЦП с временным разделением каналов измерения, и отображение величины напряжения светодиодами D0 – D7 или на дисплее в HEX или десятичном формате.

5. Измерение напряжения с выхода POT1 с помощью встроенного компаратора и задатчика опорного напряжения методом сканирования или дихотомии (половинного разбиения) и отображение величины напряжения в бинарном коде светодиодами D0 – D7.
6. Определение методом подсчета количества импульсов на фиксированном интервале частоты следования импульсов тахогенератора программным путем с отображением в бинарном коде светодиодами D0 – D7, подключенными к порту B.
7. Определение методом подсчета количества импульсов на фиксированном интервале частоты следования импульсов тахогенератора программным путем с отображением на дисплее в HEX или десятичном формате.
8. Определение методом подсчета количества импульсов на фиксированном интервале частоты следования импульсов тахогенератора с использованием таймера и с отображением в бинарном коде светодиодами D0 – D7, подключенными к порту B.
9. Определение методом подсчета количества импульсов на фиксированном интервале частоты следования импульсов тахогенератора с использованием таймера и с отображением на дисплее в HEX или десятичном формате.
10. Определение периода следования импульсов тахогенератора программным путем с отображением в бинарном коде светодиодами D0 – D7.
11. Определение периода следования импульсов тахогенератора программным путем с отображением на дисплее в HEX или десятичном формате.
12. Определение периода следования импульсов тахогенератора с использованием таймера и с отображением в бинарном коде светодиодами D0 – D7, подключенными к порту B.
13. Определение периода следования импульсов тахогенератора с использованием таймера и с отображением на дисплее в HEX или десятичном формате.
14. Разработка ПО ПИД-регулятора с программной реализацией интервала интегрирования.
15. Разработка ПО ПИД-регулятора с реализацией интервала интегрирования системным прерыванием.
16. 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 программным путем.
17. 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.
18. Разработать программное обеспечение контроллера электропривода постоянного тока стабилизации 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.
19. Разработать программное обеспечение контроллера электропривода постоянного тока стабилизации 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.
20. 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 POT1. Реализовать ШИМ программным путем.
21. Изложите методы количества оборотов кодового датчика перемещения (программно-аппаратная реализация контроллера).
22. Изложите технологию определения квадранта полюсного деления импульсного датчика перемещения и программную реализацию контроллера.

23. Как определить частоту вращения вала с использованием импульсного датчика перемещения.
24. Как реализуются программным путем коммутация обмоток ШД при электрическом дроблении шага.
25. Перечислите методы коммутации обмоток ШД и принципы построения программ управления коммутацией обмоток для каждого из методов.
26. Каким образом осуществляется программное регулирование тока обмоток ШД.
27. Объясните алгоритмы ПО управления шаговым электроприводом.
28. Изложите алгоритм и программную реализацию контроллер ПИД-регулятора.
29. Изложите различные варианты построения архитектуры контроллеров нереверсивного электропривода по системе ТП–Д, в зависимости от использования различного соотношения программно-аппаратных средств.

Полный ответ на один вопрос по тематике индивидуального задания 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).

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

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

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

Экзамен по дисциплине «Микроконтроллеры в электротехнических приложениях» 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 непринципиальные 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 дисциплины (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 выносится оценка экзамена по дисциплине за 7 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. Определите основные блоки структуры микропроцессорной системы и основные показатели микропроцессоров.
2. Изложите архитектуру запоминающие устройства микропроцессорных систем, их типы.
3. Как осуществляется включение запоминающих и интерфейсных устройств в адресное пространство микропроцессоров.
4. Изложите основные типы архитектур микропроцессоров, типы адресации, форматы команд.
5. В чем суть принципа Неймана при создании архитектуры процессора.
6. Изложите архитектуру процессора с аккумулятором. Дать понятия такта, машинного и командного циклов.
7. Изложите особенности использования стека в процессорах с аккумулятором и регистрами общего назначения, а также особенности использования элементов структуры прямой адресации в микропроцессорах со стековой организацией памяти.
8. Каким образом осуществляется представление чисел в микропроцессоре. Представление чисел со знаком, с фиксированной и плавающей точкой. Представление чисел в прямом, обратном и дополнительном кодах.
9. Перечислите основные команды процессора. Изложите форматы команд. (команды пересылки данных, арифметические команды, логические команды, команды сдвигов, команды переходов и вызова подпрограмм).
10. Изложите этапы разработки программного обеспечения микропроцессорных устройств.
11. Каким образом осуществляется связь технологический процесс со структурой обслуживающей его микропроцессорной системой.
12. Как организуется ввод-вывод информации в микропроцессорах. (параллельный интерфейс. программируемый параллельный интерфейс).
13. Изложите структура, режимы работы и программирование таймеров.
14. Изложите структуру, режимы работы и программирование контроллеров прерывания.
15. Как осуществляется ввод-вывод дискретной информации. Битовые команды ввода-вывода информации.
16. Периферийные устройства процессоров вывода аналоговой информации.
17. Периферийные устройства процессоров ввода аналоговой информации с использованием АЦП.
18. Как обрабатываются контроллером сигналы тахогенератора переменного тока.

19. Как обрабатываются контроллером сигналы ВТ, работающего в амплитудном режиме (измерение угла поворота по относительному значению ЭДС роторных обмоток).
20. Как обрабатываются контроллером сигналы кодовых датчиков перемещения.
21. Как обрабатываются контроллером сигналы импульсных датчики перемещения.
22. Изложите различные варианты построения архитектуры контроллеров реверсивного электропривода по системе ТП–Д, в зависимости от использования различного соотношения программно-аппаратных средств.
23. Изложите различные варианты построения архитектуры контроллеров нереверсивного электропривода по системе ШИП–Д, в зависимости от использования различного соотношения программно-аппаратных средств.
24. Изложите различные варианты построения архитектуры контроллеров реверсивного электропривода по системе ШИП–Д, в зависимости от использования различного соотношения программно-аппаратных средств.
25. Изложите структуры контроллеров управления вентильными двигателями в зависимости от различного соотношения программно-аппаратных средств. Контроллеры управления вентильными двигателями.
26. Изложите структуру контроллера вентильного электропривода с формированием синусно-косинусного распределения напряжений обмоток двигателя при программной и программно-аппаратной реализация контроллера.
27. Изложите структуру контроллера маломощного вентильного электропривода с векторным управлением.
28. Изложите структуру контроллера маломощного асинхронного электропривода с частотным управлением при программной и программно-аппаратной реализация контроллера.

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

1. Каким образом осуществляется косвенная адресация в контроллере PIC16F917?
2. Перечислить режимы работы таймеров и пояснить их инициализацию.
3. Перечислить режимы работы компараторов и пояснить их инициализацию.
4. Как организована система прерываний контроллера?
5. Какие функции выполняет внутрисхемный отладчик ICD2?
6. Каким образом реализуется многофункциональная работа портов в контроллере PIC16F917?
7. Перечислить режимы работы портов A, B, C, D.
8. Перечислить режимы работы портов и пояснить их инициализацию.
9. Какие параметры задаются при программировании режимов работы встроенного АЦП?
10. Какие функции реализуются блоком CCP процессора ?
11. Перечислить возможные режимы работы компараторов и принципы их программирования.
12. Перечислить режимы работы задатчика опорного напряжения и пояснить его инициализацию.
13. В каких режимах могут работать таймеры и как осуществляется их инициализация?
14. Какой таймер предназначен для подсчета импульсов от внешнего источника импульсной последовательности?
15. Каким образом осуществляются прерывания от таймеров?
16. Как создать системное прерывание с помощью таймера?
17. Как определить интервал интегрирования при программной реализации ПИД-регулятора?
18. Чем определяется выбор представления числа и соответствующей арифметики подпрограммы умножения?
19. Как создать системное прерывание с помощью таймера?

20. В каких режимах может работать модуль ССР и как осуществляется его инициализация?
21. Каким образом создать интервал измерения частоты следования импульсов тахогенератора в случае программной реализации и в случае программно-аппаратной реализации контроллера?
22. Какая программа является основной, и какая выполняется на фоне основной при программной реализации контроллера?
23. Как создать системное прерывание в случае программно-аппаратной реализации контроллера?
24. В каких режимах может работать модуль ССР и как осуществляется его инициализация?
25. Каким образом создать период коммутации обмоток ШД в случае программной реализации и в случае программно-аппаратной реализации контроллера?
26. Как создать системное прерывание в случае программно-аппаратной реализации контроллера?
27. Каким образом задать квадратурное изменение токов в парных обмотках при электрическом дроблении шага?

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

Первый вопрос в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционном материалу, второй вопрос – близкий к разбираемым на практических занятиях.

1. Определите основные блоки структуры микропроцессорной системы и основные показатели микропроцессоров.
2. Изложите архитектуру запоминающие устройства микропроцессорных систем, их типы.
3. Как осуществляется включение запоминающих и интерфейсных устройств в адресное пространство микропроцессоров.
4. Изложите основные типы архитектур микропроцессоров, типы адресации, форматы команд.
5. В чем суть принципа Неймана при создании архитектуры процессора.
6. Изложите архитектуру процессора с аккумулятором. Дать понятия такта, машинного и командного циклов.
7. Изложите особенности использования стека в процессорах с аккумулятором и регистрами общего назначения, а также особенности использования элементов структуры прямой адресации в микропроцессорах со стековой организацией памяти.
8. Каким образом осуществляется представление чисел в микропроцессоре. Представление чисел со знаком, с фиксированной и плавающей точкой. Представление чисел в прямом, обратном и дополнительном кодах.
9. Перечислите основные команды процессора. Изложите форматы команд. (команды пересылки данных, арифметические команды, логические команды, команды сдвигов, команды переходов и вызова подпрограмм).
10. Изложите этапы разработки программного обеспечения микропроцессорных устройств.
11. Каким образом осуществляется связь технологический процесс со структурой обслуживающей его микропроцессорной системой.
12. Как организуется ввод-вывод информации в микропроцессорах. (параллельный интерфейс. программируемый параллельный интерфейс).
13. Изложите структура, режимы работы и программирование таймеров.
14. Изложите структуру, режимы работы и программирование контроллеров прерывания.
15. Как осуществляется ввод-вывод дискретной информации. Битовые команды ввода-вывода информации.
16. Периферийные устройства процессоров вывода аналоговой информации.
17. Периферийные устройства процессоров ввода аналоговой информации с использованием АЦП.
18. Как обрабатываются контроллером сигналы тахогенератора переменного тока.

19. Как обрабатываются контроллером сигналы ВТ, работающего в амплитудном режиме (измерение угла поворота по относительному значению ЭДС роторных обмоток).
20. Как обрабатываются контроллером сигналы кодовых датчиков перемещения.
21. Как обрабатываются контроллером сигналы импульсных датчики перемещения.
22. Изложите различные варианты построения архитектуры контроллеров реверсивного электропривода по системе ТП–Д, в зависимости от использования различного соотношения программно-аппаратных средств.
23. Изложите различные варианты построения архитектуры контроллеров нереверсивного электропривода по системе ШИП–Д, в зависимости от использования различного соотношения программно-аппаратных средств.
24. Изложите различные варианты построения архитектуры контроллеров реверсивного электропривода по системе ШИП–Д, в зависимости от использования различного соотношения программно-аппаратных средств.
25. Изложите структуры контроллеров управления вентильными двигателями в зависимости от различного соотношения программно-аппаратных средств. Контроллеры управления вентильными двигателями.
26. Изложите структуру контроллера вентильного электропривода с формированием синусно-косинусного распределения напряжений обмоток двигателя при программной и программно-аппаратной реализация контроллера.
27. Изложите структуру контроллера маломощного вентильного электропривода с векторным управлением.
28. Изложите структуру контроллера маломощного асинхронного электропривода с частотным управлением при программной и программно-аппаратной реализация контроллера.
29. Какой таймер предназначен для подсчета импульсов от внешнего источника импульсной последовательности?
30. Каким образом осуществляются прерывания от таймеров?
31. Как создать системное прерывание с помощью таймера?
32. Как определить интервал интегрирования при программной реализации ПИД-регулятора?
33. Чем определяется выбор представления числа и соответствующей арифметики подпро-граммы умножения?
34. Как создать системное прерывание с помощью таймера?
35. В каких режимах может работать модуль ССР и как осуществляется его инициализация?
36. Каким образом создать интервал измерения частоты следования импульсов тахогенератора в случае программной реализации и в случае программно-аппаратной реализации контрол-лера?
37. Какая программа является основной, и какая выполняется на фоне основной при программ-ной реализации контроллера?
38. Как создать системное прерывание в случае программно-аппаратной реализации контрол-лера?
39. В каких режимах может работать модуль ССР и как осуществляется его инициализация?
40. Каким образом создать период коммутации обмоток ШД в случае программной реализации и в случае программно-аппаратной реализации контроллера?

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 курса «Микропроцессорная техника в электромеханике», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабораторных работ, по выполнению расчетных заданий.

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

а) основная литература

1. Соловьев, Н. Системы автоматизации разработки программного обеспечения : учебное пособие / Н. Соловьев, Е. Чернопрудова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2012. - 191 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 182-183. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270302

б) дополнительная литература

1. Льготчиков В.В., Малиновский А.Е. Применение программируемых контроллеров в электромеханических системах. Лабораторный практикум: Учебное пособие по курсу "Программируемые контроллеры". – Смоленск: СФ МЭИ, 2013. – с. 29.
2.

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

1. Сайты http://www.microchip.com. , http://www.microchip.ru Раздел применение контроллеров в управлении двигателями.
2. Электротехника и основы электроники. - М.:Лань,2012.-432 с. (ЭБС Лань).
3. Программные средства: Общедоступная лаборатория MPLAB http://www.microchip.com .

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятие каждую неделю и восемь четырехчасовых лабораторных работ с четырьмя часами на защиту. Изучение курса завершается экзаменом.

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

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 обратится 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.

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 конспекты лекций и 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 (*либо прилагается к настоящей программе*).

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.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

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 проведении лекционных занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

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

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

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.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаб.№ Б107 «Лаборатория микропроцессорной техники», оснащенной идентичными 10 стендами, позволяющими выполнение фронтальным методом 8 лабораторных работ, в соответствии с представленными выше методическими указаниями.

В основное оборудование указанных лабораторий входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Микроконтроллеры в электротехнических приложениях»:

персональные компьютеры, объединенные в сеть, лабораторный учебный комплект «Mechanical», программные средства MPLAB.

Автор:
д.т.н., профессор А.Е. Малиновский

Зав. кафедрой ЭМС,
к.т.н., доцент В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	заменных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10