

**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
СИСТЕМЫ АНАЛОГОВОГО И ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

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

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

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 «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 следующих компетенций:

ПК-7 «готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике»;

ПК-8 «способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса»;

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых систем управления электроприводов и используемого технического оборудования (ПК-7);
- методы проведения технических расчетов и определения технической эффективности исследований и разработок (ПК-8);

Уметь:

- формулировать цели проектирования в соответствии с технологическими требованиями, выявлять приоритетные варианты электроприводов, оценить количественные и качественные показатели процессов движения электроприводов (ПК-7);
- использовать информационные технологии и справочный материал при проектировании электроприводов и выборе оборудования, применять методы анализа и синтеза систем управления электроприводов; (ПК-8);

Владеть:

- практическими навыками проведения исследования систем управления электроприводов на лабораторных установках, обрабатывать результаты измерений и оформлять протоколы с применением компьютерной техники (ПК-8).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы аналогового и цифрового управления электропривода» относится к дисциплинам по выбору части цикла Б1 по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Системы аналогового и цифрового управления электропривода» базируется на следующих дисциплинах:

- | | |
|------------|------------------------------------|
| Б1.Б.11 | Электрические машины; |
| Б1.В.ОД.6 | Элементы систем автоматики; |
| Б1.В.ОД.7 | Электромеханические системы; |
| Б1.В.ОД.10 | Теория автоматического управления; |
| Б1.В.ОД.11 | Силовая электроника; |

- Б1.В.ОД.12 Электрический привод;
- Б1.В.ДВ.5.1 Теория электропривода;
- Б1.В.ДВ.5.2 Электропривод в современных технологиях;
- Б1.Б.10 Электротехническое и конструкционное материаловедение;
- Б1.Б.17 Информационно-измерительная техника;
- Б1.В.ОД.4 Электротехника и основы электроники;
- Б1.В.ОД.11 Силовая электроника;
- Б1.В.ДВ.3.1 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования;
- Б1.В.ДВ.3.2 Испытания, наладка и эксплуатация электроприводов;
- Б1.В.ДВ.4.1 Программируемые логические контроллеры;
- Б1.В.ДВ.4.2 Микроконтроллеры в электротехнических приложениях;
- Б2.П Производственная практика.

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

- Б1.В.ДВ.2.1 Силовые преобразователи энергии;
- Б1.В.ДВ.2.2 Преобразовательная техника в электромеханических системах;
- Б1.В.ДВ.6.1 Компьютерное моделирование в задачах электропривода;
- Б1.В.ДВ.6.2 Типовые решения в технике электропривода.

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.7.1	
Часов (всего) по учебному плану:	252	8 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	7	8 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	44/36, 44	8 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	46/36, 46	8 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	46/36, 46	8 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	80/36, 80	8 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1.0, 36	8 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	22/36, 22
Подготовка к практическим занятиям (пз)	23/36, 23
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	35/36, 35
Выполнение расчетно-графической работы	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	80/36, 80
Подготовка к экзамену	1.0, 36

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Определение и функции систем управления электроприводов (СУЭП).	3	2	-	-	1	-
2	Тема 2. Типовые узлы простых релейно-контакторных схем.	73	12	18	16	27	-
3	Тема 3. Системы дискретного программного управления (ДСПУ).	35	8	6	8	13	-
4	Тема 4. Общее представление о цифровых системах управления	30	10	10		10	
5	Тема 5. Процессы в цифровых системах управления электропривода	75	12	12	22	29	
	Всего часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)	252	44	46	46	80	-

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Определение и функции систем управления электроприводов (СУЭП).

Лекция 1. Определение СУЭП. Основные и вспомогательные функции СУЭП. Определение структурной, функциональной и принципиальной схем, примеры (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Предварительная проработка материала лекции (всего к теме №1 – 1 час).

Текущий контроль – устный опрос по лекционному материалу.

Тема 2. Типовые узлы простых релейно-контакторных схем

Лекция 2. Принципы регулирования момента в типовых узлах простых схем. Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока, работающая с заданием времени. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле времени, описание работы схемы. Влияние параметров (момента инерции, момента сопротивления, напряжения сети, нагрева резисторов в силовой цепи и катушек реле времени) на регулирование момента с заданием времени (2 часа).

Лекция 3. Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока, работающая с контролем скорости. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле скорости, описание работы схемы. Схема торможения противовключением двигателя постоянного тока, работающая с контролем скорости. Схема замещения, расчет точки подключения реле контроля скорости (2 часа).

Лекция 4. Влияние параметров (момента сопротивления, момента инерции, напряжения сети, нагрева резисторов в силовой цепи и катушек реле напряжения) на регулирование момента с контролем скорости (2 часа).

Лекция 5. Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока, работающая с контролем тока. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле тока, описание работы схемы. Влияние параметров (момента сопротивления, момента инер-

ции, напряжения сети и нагрева резисторов в силовой цепи) на регулирование момента с контролем тока (2 часа).

Лекция 6. Узлы управления, использующие принцип пути; пример схемы, обеспечивающей отработку цикла. Сравнительная характеристика принципов управления.

Лекция 7. Узлы типовых защит: нулевой, максимально-токовой, тепловой и минимально-токовой; выбор уставок (2 часа).

Практическое занятие 1. Схема управления пуском и динамическим торможением асинхронного двигателя, работающая с заданием времени. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле времени, описание работы схемы (2 часа).

Практическое занятие 2. Схема управления пуском и динамическим торможением асинхронного двигателя, работающая с контролем скорости. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле скорости, описание работы схемы (2 часа).

Практическое занятие 3. Схема управления пуском и динамическим торможением асинхронного двигателя, работающая с контролем тока. Статические характеристики, переходные процессы, расчет уставок реле тока, описание работы схемы (2 часа).

Практическое занятие 4. Изучение влияния момента инерции и момента сопротивления на регулирование момента с заданием времени (2 часа).

Практическое занятие 5. Изучение влияния напряжения сети, нагрева резисторов в силовой цепи и катушек реле времени на регулирование момента с заданием времени (2 часа).

Практическое занятие 6. Изучение влияния момента сопротивления и момента инерции на регулирование момента с контролем скорости (2 часа).

Практическое занятие 7. Изучение влияния напряжения сети, нагрева резисторов в силовой цепи и катушек реле напряжения на регулирование момента с контролем скорости (2 часа).

Практическое занятие 8. Изучение влияния момента сопротивления и момента инерции на регулирование момента с контролем тока (2 часа).

Практическое занятие 9. Изучение влияния напряжения сети и нагрева резисторов в силовой цепи на регулирование момента с контролем тока (2 часа).

Лабораторная работа №21. Изучение схем релейного управления движением ДПТ НВ (двигателя постоянного тока независимого возбуждения) (8 часов).

Лабораторная работа №23. Изучение схем релейного управления движением асинхронного двигателя с фазным ротором (8 часов).

Самостоятельная работа 2. Изучение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (всего к теме №2 – 73 часа).

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

Тема 3. Системы дискретного программного управления (ДСПУ)

Лекция 8. Понятие дискретных систем программного управления (ДСПУ). Функциональная модель, математическое описание и структурная схема ДСПУ (2 часа).

Лекция 9. Представление логической функции в дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ). Представление логической функции в конъюнктивной нормальной форме (КНФ) (2 часа).

Лекция 10. Этапы синтеза ДСПУ. Понятие циклограммы, определения её параметров, пример изображения циклограммы. Основные формулы перехода от циклограммы к структурным формулам: условия включения и отключения, необходимые условия справедливости структурной формулы (2 часа).

Лекция 11. ДСПУ на основе программируемых логических матриц (ПЛМ) «И» и «ИЛИ». Понятие и упрощенная схема программируемого контроллера (ПК), её составные части. Способы программирования ПК. Языки программирования для ДСПУ (2 часа).

Практическое занятие 10. Сравнение релейно-контактной и бесконтактной элементной базы. Пример реализации структурных формул на базе бесконтактных логических элементов (2 часа).

Практическое занятие 11. Пример программирования с помощью ПЛМ «И» и «ИЛИ» (2 часа).

Практическое занятие 12. Пример программирования ДСПУ на ПК (2 часа).

Лабораторная работа №25. Исследование систем электропривода программного управления на бесконтактных логических элементах (8 часов).

Самостоятельная работа 3. Изучение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к выполнению и защите лабораторной работы; подготовка к защите (всего к теме №3 – 35 часов).

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

Тема 4. Общее представление о цифровых системах управления

Лекция 12. Обобщенная структура цифровых систем управления. Структура микроконтроллерной системы управления. Параметры современных микроконтроллеров (2 часа).

Лекция 13. Аналоговые датчики. Датчики тока: шунтовые, трансформаторы тока, на эффекте Холла, компенсационного типа на эффекте Холла. Датчики напряжения. Подключение аналоговых датчиков к микроконтроллеру (2 часа).

Лекция 14. Дискретные датчики. Импульсный инкрементальный (квадратурный) датчик положения. Принцип работы квадратурного декодера. Методы измерения скорости (2 часа).

Лекция 15. Функционирование цифровой системы управления. Этапы работы цифровой системы управления: считывание данных с АЦП, выполнение алгоритма регулятора, выдача управляющих воздействий. Квантование по времени и по уровню (2 часа).

Лекция 16. Машинная арифметика и относительные единицы. Проблемы двоичных вычислений. Числа с плавающей точкой. Относительные единицы. Числа с фиксированной точкой. Выбор системы относительных единиц (2 часа).

Практическое занятие 13. Задача подготовки технологического задания на проектирование системы управления привода. Постановка задачи. Укрупнённая блок-схема. Варианты приводов. Определение входного вектора (информационной системы, включая набор и характеристики первичных датчиков). Примеры определения формата переменных. Достоинства и недостатки представления переменных в различных форматах. Резервирование памяти МК (выбор типа МК из произвольной «линейки» контроллера по параметру «размер памяти»). Задания по вариантам с различными типами приводов, технологическим процессом управления и т.п. (2 часа).

Практическое занятие 14. Распределение программных и аппаратных средств МК для решения задачи управления по вариантам. Выделение «пространственных» и «временных» технологий в решении подзадач общей блок системы задачи управления. Определение оптимального интерфейса с выбором целевой функции: цена, быстродействие, точность, комплексный показатель и т.п. (выбор типа МК из произвольной «линейки» контроллера по параметру «необходимый набор аппаратных средств».) (Варианты индивидуальные из ПЗ №13) (2 часа).

Практическое занятие 15. Программирование системы прерываний, увязка работы всех аппаратных средств и решения всех подзадач, назначение приоритетов из контекста технологической задачи. Составление детальной структурной схемы алгоритма управления. Предварительная оценка периода квантования (по тактовой частоте резонатора и оценке «длинного» цикла программной составляющей). (Варианты индивидуальные из ПЗ №13) (2 часа).

Практическое занятие 16. Составление базовой структурной схемы, пригодной для цифрового анализа и синтеза, выбор среды программирования (дать варианты структурного моделирования, моделирования по передаточным функциям, а для более инициативных — с использованием аппаратных средств (МК) в библиотеке *MatLab*). (Варианты индивидуальные из ПЗ №13) (2 часа).

Практическое занятие 17. Составление моделей цифровых САР приводов (отдельно по блокам САР и интегрально — всей задачи), устранение топологических и синтаксических ошибок. (Варианты индивидуальные из ПЗ №13) (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Изучение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (всего к теме №4 – 30 часов).

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

Тема 5. Процессы в цифровых системах управления электропривода

Лекция 17. Описание процессов в цифровой системе управления. Описание процессов в непрерывных системах. Преобразование Лапласа и передаточные функции.

Лекция 18. Описание процессов в цифровой системе управления. Описание процессов в дискретном времени. Z-преобразование и дискретные передаточные функции. Приближенные способы преобразования.

Лекция 19. Синтез регуляторов цифровой системы управления. Преобразование аналогового регулятора в дискретную область. Синтез регулятора в дискретной области.

Лекция 20. Особенности систем с цифровыми регуляторами. Пример стабилизации скорости электропривода. Синтез регулятора предельного быстродействия из уравнений электрического равновесия. Сводные формулы. Работа ПИ-регулятора в составе цифровой системы управления.

Лекция 21. Структуры ПИ-регулятора в цифровой системе и ограничение его выхода. Регулятор с неявно выраженными составляющими. ПИ-регулятор с отдельными пропорциональным и интегральными каналами и коррекцией в интегральном канале. ПИ-регулятор с коррекцией ошибки на входе.

Лекция 22. Прогнозирование сигнала обратной связи для регулятора предельного быстродействия. Принцип построения системы прогнозирования. Влияние неточности задания параметров и погрешности измерений на работу системы предельного быстродействия.

Практическое занятие 18. Аналитический анализ основных качественных показателей регулирования систем, полученных на ПЗ №17 с учётом типа системы: стабилизации, позиционная, программного управления, следящая и т. п. с простейшими типами регуляторов. Отметить предельные значения качественных показателей (2 часа).

Практическое занятие 19. Аналитический анализ основных качественных показателей регулирования систем, полученных на ПЗ №17 с учётом типа системы: стабилизации, позиционная, программного управления, следящая и т. п. с постепенно усложняющимся типом регуляторов. Отметить влияние составляющих общего закона регулирования на качественные показатели цифровой системы (2 часа).

Практическое занятие 20. Аналитический синтез основных качественных показателей регулирования систем, полученных на ПЗ №17 с учётом типа системы: стабилизации, позиционная, программного управления, следящая и т. п. с простейшими типами регуляторов. Отметить предельные значения качественных показателей (2 часа).

Практическое занятие 21. Аналитический синтез основных качественных показателей регулирования систем, полученных на ПЗ №17 с учётом типа системы: стабилизации, позиционная, программного управления, следящая и т. п. с постепенно усложняющимся типом регуляторов. Отметить влияние составляющих общего закона регулирования на качественные показатели цифровой системы (2 часа).

Практическое занятие 22. Аналитический синтез с оптимизацией структуры (целевые функции, например, минимум «цифрового шума», минимизация погрешности расчёта на критических «ветвях» структурной схемы алгоритма) основных качественных показателей регулирования систем, полученных на ПЗ №17 с учётом типа системы: стабилизации, позиционная, программного управления, следящая с постепенно усложняющимся типом регуляторов. Отметить влияние составляющих общего закона регулирования на качественные показатели цифровой системы (2 часа).

Практическое занятие 23. Доклады и презентации лучших результатов. Дискуссия, обмен мнениями (2 часа).

Лабораторная работа №16. Цифровое моделирование САУ на базе системы ШИП-Д (широтно-импульсный преобразователь - двигатель). Подтверждение теоретически полученных показателей

регулирования экспериментом. Используются результаты ПЗ №13–№19. Производится обмен между разработчиками индивидуальными заданиями, принятыми к моделированию (4 часа).

Лабораторная работа №17. Цифровое моделирование САУ на базе системы ТП-Д (тиристорный преобразователь-двигатель). Подтверждение теоретически полученных показателей регулирования экспериментом. Используются результаты ПЗ №13–№19. Производится обмен между разработчиками индивидуальными заданиями, принятыми к моделированию (4 часа).

Лабораторная работа №18. Цифровое моделирование САУ на базе системы ПЧ-АД (преобразователь частоты-асинхронный двигатель) (скалярное управление). Подтверждение теоретически полученных показателей регулирования экспериментом. Используются результаты ПЗ №13–№19. Производится обмен между разработчиками индивидуальными заданиями, принятыми к моделированию (4 часа).

Лабораторная работа №19. Цифровое моделирование САУ на базе системы ПЧ-АД (векторное управление). Подтверждение теоретически полученных показателей регулирования экспериментом. Используются результаты ПЗ №13–№19. Производится обмен между разработчиками индивидуальными заданиями, принятыми к моделированию (4 часа).

Лабораторная работа №20. Цифровое моделирование САУ на базе системы с ВД (вентильным двигателем) (скалярное управление). Подтверждение теоретически полученных показателей регулирования экспериментом. Используются результаты ПЗ №13–№19. Производится обмен между разработчиками индивидуальными заданиями, принятыми к моделированию (6 часов).

Самостоятельная работа 5. Изучение лекционного материала; подготовка к практическим занятиям; подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (всего к теме №5 – 75 часов).

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

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Он 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, примеры решения задач и 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-7, ПК-8.

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, выполнения расчетно-графической работы, 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 компетенций ПК-7, ПК-8 преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых систем управления электроприводов и используемого технического оборудования;
- методы проведения технических расчетов и определения технической эффективности исследований и разработок;
- наличие **умения**:
 - формулировать цели проектирования в соответствии с технологическими требованиями, выявлять приоритетные варианты электроприводов, оценить количественные и качественные показатели процессов движения электроприводов;
 - использовать информационные технологии и справочный материал при проектировании электроприводов и выборе оборудования, применять методы анализа и синтеза систем управления электроприводов;
- присутствие **навыка**:
 - практическими навыками проведения исследования систем управления электроприводов на лабораторных установках, обрабатывать результаты измерений и оформлять протоколы с применением компьютерной техники.

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

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-7, ПК-8 в процессе защиты лабораторных работ как формы текущего контроля.

На защите соответствующих лабораторных работ задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Как изменится вид пусковой диаграммы при изменении выдержки времени реле времени?
2. Зачем управлять моментом в переходных процессах?
3. Как определить и настроить уставку реле времени?
4. Как рассчитать точку подключения реле противовключения?
5. Как изменится пусковая диаграмма, если изменить значение добавочного сопротивления в большую или меньшую сторону?
6. Как скажется на пусковой диаграмме изменение:
 - а) момента сопротивления;
 - б) момента инерции;
 - в) напряжение сети?
7. Как работает реле контроля скорости?
8. Каким образом настраивается реле напряжения для контроля различных скоростей?
9. Как влияет изменение статического момента на пуск и торможение при управлении моментом:
 - а) с заданием времени;
 - б) с контролем скорости;
 - в) с контролем тока?
10. Что и как необходимо регулировать при настройке процесса реостатного пуска в той или иной схеме?
11. Что такое дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы представления логической функции и где они используются?
12. Привести соотношения для констант единицы и нуля для i -го набора значений переменных.
13. Какова цель абстрактного и структурного синтеза ДСПУ?
14. В какой форме могут задаваться функции переходов и выходов последовательного автомата при его синтезе?
15. Что такое циклограмма и каковы её элементы? Какие характерные интервалы времени выделяются на циклограмме?
16. Какие ограничения накладываются на условия включения и отключения логической функции?
17. Зачем вводят дополнительные логические переменные?
18. Какие существуют основные методы анализа и синтеза дискретных систем?
19. Каково математическое обобщенное описание системы?
20. Что собой представляет структура цифровой системы электропривода?
21. Что такое экстраполятор?
22. Сформулируйте теорему Котельникова.
23. Как связан вид экстраполятора цифровой системы с периодом квантования?
24. Как выбрать период квантования для системы цифрового управления электропривода с экстраполяторами нулевого и первого порядка?
25. Каково влияние порядка экстраполятора на период квантования в прецизионных системах управления электропривода?
26. Охарактеризовать частотные методы и передаточные функции для дискретных систем электропривода.
27. Как преобразуется дискретный сигнал в линейной системе?
28. Каков аппарат и свойства Z -преобразований?
29. Разностные уравнения для ПИД-закона. Метод прямоугольников. Дискретная передаточная функция.

30. Разностные уравнения для ПИД закона. Метод трапеций. Дискретная передаточная функция.

31. Разностные уравнения для различных алгоритмов реализации И-закона дискретного управления. Дискретные передаточные функции.

32. Разностные уравнения для различных алгоритмов реализации Д-закона дискретного управления. Дискретные передаточные функции.

33. Разностное уравнение дискретной системы управления электроприводом с микропроцессорным управлением как основа для расчета переходных процессов.

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 компетенций ПК-7, ПК-8 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 расчетные формулы соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельное решение части вопросов – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому – способность рассчитать задачу в полном объеме с соответствующими пояснениями 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 дисциплине «Системы управления электроприводов» 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, знакомый 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 практиче-

ское задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы 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 приложение к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 8 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, закреплёнными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу):

1. Дать определение систем управления электроприводов (СУЭП).
2. Как классифицируются СУЭП по используемым каналам информации и их структуре?
3. Можно ли считать систему замкнутой по наличию в ней внутренней обратной связи?
4. Что собой представляют инвариантные системы управления?
5. Какие системы являются нелинейными?
6. Какие основные функции выполняют СУЭП?
7. Перечислить вспомогательные функции СУЭП.
8. Что показывает сравнительная характеристика принципов управления?
9. Какие защиты применяются при возникновении аварийных ситуаций?
10. Для чего нужны блокировки?
11. Что является объектом управления дискретных систем программного управления (ДСПУ)?
12. Что входит в задачу ДСПУ?
13. Каковы типы ДСПУ в зависимости от технологической программы и используемой элементной базы?
14. Какова функциональная модель ДСПУ?
15. В каком виде задаются функции перехода и выхода?
16. Дать определение дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ) и конъюнктивной нормальной формы (КНФ) представления логической функции.
17. Что такое циклограмма и каковы её параметры?
18. Как от циклограммы перейти к структурным формулам?
19. Показать структуру ДСПУ на основе программируемых логических матриц (ПЛМ).
20. Как программируются ПЛМ?
21. Что такое программируемый контроллер (ПК)?
22. Каков состав программируемого контроллера?
23. Как программируются ПК?

24. Анализ микропроцессорного контура регулирования ДПТНВ. с подчиненным регулированием координат (контур тока). Z-преобразование. Структура.

25. Анализ микропроцессорного контура регулирования ДПТНВ с подчиненным регулированием координат (контур тока). Влияние периода дискретизации. Метод неопределенных коэффициентов.

26. Анализ микропроцессорного контура регулирования ДПТНВ с подчиненным регулированием координат (контур тока). Переход в область псевдочастоты для анализа электропривода, влияние периода дискретизации.

27. Синтез систем во временной и в частотных областях. Основные соотношения для синтеза систем электропривода в Z-форме.

28. Синтез цифрового регулятора тока для ЭП с ДПТНВ в Z-форме. Анализ результата.

29. Прямая форма цифрового фильтра, как реализация корректирующего устройства цифрового ЭП.

30. Каноническая форма цифрового фильтра, как реализация корректирующего устройства цифрового ЭП.

31. Последовательная каноническая форма цифрового фильтра (последовательное программирование), как реализация корректирующего устройства цифрового ЭП.

32. Параллельная каноническая форма цифрового фильтра (параллельное программирование), как реализация корректирующего устройства цифрового ЭП.

33. Пример канонического фильтра в системе ЭП, регулирующей ток якоря.

34. Составляющие ошибки дискретизации. Предпосылки анализа. Характеристики шума ошибки.

35. Дисперсия шума на выходе системы ЭП с передаточной функцией цифрового фильтра в Z-форме и в поле псевдочастоты.

36. Влияние шума квантования в системе ЭП на качество регулирования его координат.

37. Пример анализа влияния шума квантования на качество регулирования для системы ЭП с цифровым фильтром параллельной канонической формы.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Что такое электрическая схема?
2. На какие схемы делятся электрические схемы по основному назначению?
3. Каков порядок чтения принципиальных схем?
4. Из каких соображений выбирается число ступеней при реостатном пуске?
5. В функции каких координат осуществляется реостатное регулирование момента?
6. Какие факторы оказывают влияние на реостатное регулирование момента?
7. На каких принципах базируется работа реле времени?
8. Как рассчитать выдержки времени реле ускорения и торможения?
9. Как влияет на переходный процесс пуска по принципу времени изменение статического момента на валу двигателя?
10. Каково устройство реле контроля скорости?
11. Охарактеризовать работу схемы управления пуском двигателя по принципу времени и динамическим торможением по принципу скорости.
12. Охарактеризовать работу схемы управления пуском и торможением противовключением по принципу скорости.

13. Как работает схема управления пуском двигателя по принципу тока и динамическим торможением по принципу времени?
14. Как работает схема, осуществляющая пуск двигателя по принципу времени и торможение противовключением по принципу скорости?
15. Доработать исходную релейно-контакторную схему управления для обеспечения цикла, заданного тахограммой двигателя.
16. Как работает *RS*-триггер, его структурная формула?
17. Произвести абстрактный и структурный синтез ДСПУ на основании заданной циклограммы.
18. Реализовать заданные структурные формулы с помощью ПЛМ.
19. Принцип синтеза робастных систем ЭП. Определение.
20. Расчет дисперсии ошибки робастных систем ЭП.
21. Требования по точности управления, предъявляемые к передаточной функции по ошибке в робастных системах.
22. Требования по точности реализации закона управления, предъявляемые к передаточной функции разомкнутой системы ЭП в робастных системах.
23. Требования, предъявляемые к передаточной функции разомкнутой системы ЭП в робастных системах по ограничению погрешностей от возмущающего воздействия.
24. Последовательность синтеза робастных систем управления ЭП.
25. Выбор силовой части ЭП для робастных систем. Проблема выбора силовой части ЭП, работающего в случайных режимах. Структуры. Задача синтеза.
26. Принцип изоляции энергетического канала, как инструмент выбора элементов силовой части и кинематики ЭП, работающего в случайных режимах.
27. Принцип изоляции энергетического канала в применении к следящим приводам и системам стабилизации.
28. Определение доверительного интервала скорости холостого хода приводного двигателя в следящих системах и системах стабилизации координат ЭП, работающего в случайных режимах.
29. Расчет минимакса установленной мощности приводного двигателя ЭП, работающего в случайных режимах.
30. Определение дисперсии первой и второй производных перемещения исполнительного органа привода для детерминированной системы ЭП и систем с вероятностными характеристиками возмущения.
31. Алгоритм выбора приводного двигателя для следящих систем ЭП и систем стабилизации при вероятностном характере возмущений.

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

Определение и функции систем управления электроприводов (СУЭП).

1. Определение СУЭП. Основные и вспомогательные функции СУЭП.
2. Определение структурной, функциональной и принципиальной схем, примеры.
3. Обобщенный управляемый преобразователь. Магнитное и электрическое алгебраическое суммирование сигналов.

Типовые узлы простых релейно-контакторных схем

4. Принципы регулирования момента в типовых узлах простых схем.
5. Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока,

работающая с заданием времени.

6. Схема управления пуском и динамическим торможением асинхронного двигателя, работающая с заданием времени.

7. Влияние параметров (момента сопротивления и напряжения сети) на регулирование момента с заданием времени.

8. Влияние параметров (момента инерции и нагрева резисторов в силовой цепи и катушек реле времени) на регулирование момента с заданием времени.

9. Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока, работающая с контролем скорости.

10. Схема управления пуском и динамическим торможением асинхронного двигателя, работающая с контролем скорости.

11. Схема торможения противовключением двигателя постоянного тока, работающая с контролем скорости.

12. Влияние параметров (момента сопротивления и напряжения сети) на регулирование момента с контролем скорости.

13. Влияние параметров (момента инерции и нагрева резисторов в силовой цепи и катушек реле напряжения) на регулирование момента с контролем скорости.

14. Схема управления пуском и динамическим торможением двигателя постоянного тока, работающая с контролем тока.

15. Схема управления пуском и динамическим торможением асинхронного двигателя, работающая с контролем тока.

16. Влияние параметров (момента сопротивления и напряжения сети) на регулирование момента с контролем тока.

17. Влияние параметров (момента инерции и нагрева резисторов в силовой цепи) на регулирование момента с контролем тока.

18. Узлы управления, использующие принцип пути; сравнительная характеристика принципов управления.

19. Узлы типовых защит: нулевой и максимально-токовой, выбор уставок.

20. Узлы типовых защит: тепловой и минимально-токовой, выбор уставок.

21. Понятие дискретных систем программного управления (ДСПУ).

22. Функциональная модель, математическое описание и структурная схема ДСПУ.

23. Представление логической функции в дизъюнктивной нормальной форме (ДНФ).

24. Представление логической функции в конъюнктивной нормальной форме (КНФ).

Системы дискретного программного управления (ДСПУ)

25. Этапы синтеза ДСПУ. Понятие циклограммы.

26. Основные формулы перехода от циклограммы к структурным формулам.

27. Сравнение релейно-контактной и бесконтактной элементной базы. Пример реализации структурных формул на базе релейно-контактных элементов.

28. Сравнение релейно-контактной и бесконтактной элементной базы. Пример реализации структурных формул на базе бесконтактных логических элементов.

29. ДСПУ на основе программируемых логических матриц (ПЛМ).

30. Пример программирования с помощью ПЛМ «И» и «ИЛИ».

31. Понятие и упрощенная схема программируемого контроллера (ПК).

32. Способы программирования ПК. Пример программирования ДСПУ на ПК.

Общее представление о цифровых системах управления

33. Обобщенная структура цифровых систем управления.

34. Структура микроконтроллерной системы управления.

35. Аналоговые датчики. Датчики тока: шунтовые, трансформаторы тока, на эффекте Холла, компенсационного типа на эффекте Холла.

36. Датчики напряжения. Подключение аналоговых датчиков к микроконтроллеру.

37. Дискретные датчики. Импульсный инкрементальный (квадратурный) датчик положения.
38. Принцип работы квадратурного декодера. Методы измерения скорости.
39. Функционирование цифровой системы управления.
40. Этапы работы цифровой системы управления: считывание данных с АЦП, выполнение алгоритма регулятора, выдача управляющих воздействий. Квантование по времени и по уровню.
41. Машинная арифметика и относительные единицы. Проблемы двоичных вычислений.
42. Числа с плавающей точкой. Относительные единицы.
43. Числа с фиксированной точкой. Выбор системы относительных единиц.

Процессы в цифровых системах управления электропривода

44. Описание процессов в цифровой системе управления.
45. Описание процессов в непрерывных системах.
46. Преобразование Лапласа и передаточные функции.
47. Описание процессов в цифровой системе управления. Описание процессов в дискретном времени. Z-преобразование и дискретные передаточные функции. Приближенные способы преобразования.
48. Синтез регуляторов цифровой системы управления. Преобразование аналогового регулятора в дискретную область.
49. Синтез регулятора в дискретной области.
50. Особенности систем с цифровыми регуляторами. Пример стабилизации скорости электропривода.
51. Синтез регулятора предельного быстрого действия из уравнений электрического равновесия.
52. Сводные формулы. Работа ПИ-регулятора в составе цифровой системы управления.
53. Структуры ПИ-регулятора в цифровой системе и ограничение его выхода. Регулятор с неявно выраженными составляющими.
54. ПИ-регулятор с отдельными пропорциональным и интегральным каналами и коррекцией в интегральном канале.
55. ПИ-регулятор с коррекцией ошибки на входе.
56. Прогнозирование сигнала обратной связи для регулятора предельного быстрого действия.
57. Принцип построения системы прогнозирования.
58. Влияние неточности задания параметров и погрешности измерений на работу системы предельного быстрого действия.

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 учебных пособиях и методических рекомендациях по изучению курса «Системы аналогового и цифрового управления электропривода», к выполнению и защите лабораторных работ и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

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

а) Основная литература:

1. Панкратов, В.В. Избранные разделы теории автоматического управления : учебное пособие / В.В. Панкратов, О.В. Нос, Е.А. Зима. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 222 с. - (Учебники НГТУ). - ISBN 978-5-7782-1810-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135671>

2. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.

б) дополнительная литература:

1. Башарин А.В. и др. Управление электроприводами: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 392 с.
2. Барышников В.А., Льготчиков В.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Системы управления электроприводов». – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2014. – 32 с.

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

1. http://elektr-motory.ru/index.php?action=list_category&id=285
Курс лекций по автоматизированному электроприводу.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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 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.

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 объем 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.

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.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила к оформлению работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

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.

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 несколько 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 необходимости)

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 аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаб. Б-111.

В основное оборудование указанной лаборатории входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Системы управления электроприводов».

Автор
канд. техн. наук, доцент



В.А. Барышников

Зав. кафедрой ЭМС
канд. техн. наук, доцент



В.В. Рожков

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

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- не- 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