

**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
« 12 » 10 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНИКЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

(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 – 2015 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 бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» 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:

- возможности регулирования координат в линейных и нелинейных разомкнутых и замкнутых системах электроприводов (ПК-7);
- информационные технологии для расчета и моделирования статики и динамики электроприводов (ПК-8);

Уметь:

- применять методы анализа и синтеза к замкнутым системам электроприводов различного типа (ПК-7);
- оценивать механические нагрузки электроприводов, влияющие на прочность разрабатываемых механизмов (ПК-8);

Владеть:

- физико-математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования, привлекая их для решения задач управления электроприводов (ПК-7,
- практическими навыками работы с компьютерной техникой, лабораторным электрооборудованием и измерительными приборами, обработки результатов измерений и оформления отчетов (ПК-8).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору В.ДВ.9.2 цикла Б1 образовательной программы по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению бакалавриата 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» дисциплина «Типовые решения в технике электропривода» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.12	Электрические машины
Б1.В.ОД.5	Элементы систем автоматики
Б1.В.ОД.6	Электромеханические системы
Б1.В.ОД.9	Теория автоматического управления
Б1.В.ОД.11	Силовая электроника

- Б1.В.ОД.12 Электрический привод
- Б1.В.ДВ.7.1 Теория электропривода
- Б1.В.ДВ.7.2 Электропривод в современных технологиях
- Б1.Б.11 Электротехническое и конструкционное материаловедение
- Б1.Б.20 Информационно-измерительная техника
- Б1.В.ОД.3 Электроника
- Б1.В.ОД.10 Электрические и электронные аппараты
- Б1.В.ДВ.3.1 Физические измерения и обработка их результатов
- Б1.В.ДВ.6.1 Программируемые логические контроллеры
- Б1.В.ДВ.6.2 Микроконтроллеры в электротехнических приложениях
- Б2.П.1 Производственная практика

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

- Б1.В.ДВ.4.1 Силовые преобразователи энергии
- Б1.В.ДВ.4.2 Преобразовательная техника в электромеханических системах
- Б1.В.ДВ.8.1 Системы управления электроприводов
- Б1.В.ДВ.8.2 Регулирование координат 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.9.2	
Часов (всего) по учебному плану:	144	8 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	8 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	20/36, 20	8 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	20/36, 20	8 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	20/36, 20	8 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	48/36, 48	8 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 36	8 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	10/36, 10
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	10/36, 10
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	28/36, 28
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	48/36, 48
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. СУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат	18	2	4	4	8	
2	Тема 2. СУЭП с преобразователем частоты	22	6	4	4	8	
3	Тема 3. СУЭП с вентильным двигателем	15	2	2	4	7	
4	Тема 4. СУЭП с регулятором напряжения	18	2	4	4	8	
5	Тема 5. Асинхронно-вентильный каскад	14	4	4	-	6	
6	Тема 6. Асинхронный электропривод с импульсным регулятором	21	4	2	4	11	
	Всего часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)	144	20	20	20	48	-

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. СУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат

Лекция №1. Функциональная и структурная схема СУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат, её особенности. Настройка (синтез) контура регулирования тока возбуждения в САУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат (2 часа).

Практическое занятие №1. Настройка (синтез) контура регулирования скорости в СУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат. Статические характеристики электропривода (2 часа).

Практическое занятие №2 Настройка (синтез) контура регулирования ЭДС двигателя в СУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат. Пуск на скорость выше основной. (2 часа).

Лабораторная работа №33. «Исследование системы стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с подчиненным регулированием координат» (4 часа).

Самостоятельная работа №1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №33 (изучение методических указаний) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №1 и №2 (2 часа). Выполнение расчетно-графической работы на тему «Расчёт и моделирование электропривода с подчинённым регулированием координат» (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам и контроле выполнения расчетно-графической работы.

Тема 2. СУЭП с преобразователем частоты

Лекция №2. Обобщенная структура СУЭП переменного тока. Анализ способов регулирования.

СУЭП с частотным регулированием. Законы регулирования напряжения при изменении частоты. Статические характеристики при $U_1/f_1 = const$. Обеспечение постоянства перегрузочной способности двигателя с частотным регулированием при $M_c = const$.

Обобщенная функциональная схема СУЭП с преобразователем частоты (2 часа).

Лекция №3. Системы скалярного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Функциональная и структурная схемы ПЧ-АД с обратной связью по скорости.

Функциональная схема системы ПЧ-АД при питании от источников тока на основе автономного инвертора. Функциональная схема замкнутой системы ПЧ-АД с частотно-токовым управлением (2 часа).

Лекция №4. Принцип векторного управления машинами переменного тока.

Функциональная схема частотно-регулируемого электропривода с управлением по вектору потокосцепления ротора, назначение основных блоков.

Основные выражения математического описания силовой цепи частотно-регулируемого электропривода с управлением по вектору потокосцепления ротора (2 часа).

Практическое занятие №3. Функциональная схема САУ частоты с обратными связями по току статора и скорости двигателя. Математическое описание САУ частоты с обратными связями по току статора и скорости двигателя.

Принцип формирования механической характеристики САУ частоты (2 часа).

Практическое занятие №4. Основные соотношения математического описания и структурная схема системы подчиненного регулирования координат частотно-регулируемого электропривода с управлением по вектору потокосцепления ротора (2 часа).

Лабораторная работа №30. «Исследование системы тиристорный преобразователь–двигатель с модальным управлением» (4 часа).

Самостоятельная работа №2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №30 (изучение методических указаний) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №3 и №4 (2 часа). Выполнение расчетно-графической работы на тему «Расчёт и моделирование электропривода с подчинённым регулированием координат» (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам и контроле выполнения расчетно-графической работы.

Тема 3. СУЭП с вентильным двигателем

Лекция №5. Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя. Схема включения вентильного двигателя и принцип его работы.

Силовая часть и механические характеристики вентильного двигателя (2 часа).

Практическое занятие №5. Система управления электропривода с вентильным двигателем.

Функциональная схема СУЭП с вентильным двигателем.

Структурная схема двухконтурного электропривода с вентильным двигателем (2 часа).

Лабораторная работа №28. «Статические характеристики двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения в системе электропривода с различными обратными связями» (4 часа).

Самостоятельная работа №3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы №28 (изучение методических указаний) (2 часа). Подготовка к практическому занятию №5 (1 час). Выполнение расчетно-графической работы на тему «Расчёт и моделирование электропривода с подчинённым регулированием координат» (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защите лабораторных работ, по выполнению расчетно-графической работы.

Тема 4. СУЭП с регулятором напряжения

Лекция №6. Принцип регулирования напряжения асинхронного двигателя. Основная функциональная схема электропривода с регулятором напряжения на статоре.

Однофазная схема замещения и диаграммы формирования напряжения при фазовом регулировании. Статические характеристики и структурная схема асинхронного двигателя при фазовом регулировании (2 часа).

Практическое занятие №6. Техническая линеаризация асинхронного двигателя при фазовом регулировании. Зависимости выходного напряжения тиристорного преобразователя напряжения от углов управления и нагрузки. Расчет статических характеристик (2 часа).

Практическое занятие №7. Структурная схема и настройка контура скорости САУ с фазовым регулированием при подчиненном регулировании координат.

Функциональная схема и реализация статических характеристик в 4-х квадрантах САУ с фазовым регулятором при подчиненном регулировании координат (2 часа).

Лабораторная работа №29. «Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с тиристорным регулятором напряжения» (4 часа).

Самостоятельная работа №4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе №29 (изучение методических указаний) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №6 и №7 (2 часа). Выполнение расчетно-графической работы (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защите лабораторных работ, консультировании расчетно-графической работы.

Тема 5. Асинхронно-вентильный каскад

Лекция №7. Классификация вентильных каскадов. Свойства электрических каскадов.

Силовая часть асинхронно-вентильного каскада: функциональная схема, принцип действия и статические характеристики (2 часа).

Лекция №8. Схема замещения и структурная схема силовой части асинхронно-вентильного каскада.

Функциональная схема и линеаризованная структурная схема асинхронно-вентильного каскада с подчиненным регулированием координат (2 часа).

Практическое занятие №8. Настройка контура тока и контура скорости асинхронно-вентильного каскада с подчиненным регулированием координат. (2 часа).

Практическое занятие №9. Статические характеристики асинхронно-вентильного каскада с подчиненным регулированием координат; реостатный пуск до замыкания АВК. (2 часа).

Самостоятельная работа №5. Подготовка к практическим занятиям №8 и №9 (2 часа). Выполнение расчетно-графической работы (4 часа).

Текущий контроль – устный опрос при консультировании и расчетно-графической работы.

Тема 6. Асинхронный электропривод с импульсным регулятором

Лекция №9. Принцип действия, схема замещения по цепи выпрямленного тока ротора и математическое описание СУЭП с импульсным регулированием в цепи выпрямленного тока ротора (2 часа).

Лекция №10. Функциональная схема, настройка контуров тока и скорости асинхронного ЭП с импульсным коммутатором в роторе при подчиненном регулировании координат (2 часа).

Практическое занятие №10. Статические и динамические характеристики асинхронного электропривода с импульсным коммутатором в роторе при подчиненном регулировании координат (2 часа).

Лабораторная работа №31. «Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с импульсным регулятором в роторной цепи» (4 часа).

Самостоятельная работа №6. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе №31 (изучение методических указаний) (2 часа). Подготовка к практическому занятию №10 (1 час). Выполнение и оформление расчетно-графической работы (8 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении защиты лабораторных работ, при консультировании и защите расчетно-графической работы.

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, выполнении расчетно-графической работы (см. Приложение к РПД).

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, 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, расчетно-графической работе. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и расчетно-графической работы, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- возможности регулирования координат в линейных и нелинейных разомкнутых и замкнутых системах электроприводов (ПК-7);
- информационные технологии для расчета и моделирования статики и динамики электроприводов (ПК-8);

наличие **умения**:

- применять методы анализа и синтеза к замкнутым системам электроприводов различного типа (ПК-7);
- оценивать механические нагрузки электроприводов, влияющие на прочность разрабатываемых механизмов (ПК-8);

присутствие **навыка**:

- физико-математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования, привлекая их для решения задач управления электроприводов (ПК-7),
- практическими навыками работы с компьютерной техникой, лабораторным электрооборудованием и измерительными приборами, обработки результатов измерений и оформления отчетов (ПК-8).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, расчетно-графической работы, 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. Какие обратные связи используются для стабилизации момента и скорости?
2. С какой целью применяются замкнутые системы электропривода?
3. Каковы уравнения замыкания системы электропривода по скорости, по току?
4. В чём состоит физическая сущность получения жёстких характеристик в замкнутых системах электропривода?
5. С какой предельной жесткостью могут быть получены характеристики в системах электропривода с обратными связями по напряжению, току, скорости?
6. В чём состоит сущность получения мягких характеристик в системе электропривода с отрицательной обратной связью по току якоря ДПТ?
7. Почему характеристика разомкнутой системы и характеристика, снятая при постоянном напряжении на якоре двигателя, имеют разные жесткости?
8. Выведите уравнение статической характеристики в замкнутой системе электропривода для одного из пунктов обратных связей.
9. От чего зависит скорость холостого хода и жесткость статической характеристики в замкнутой системе электропривода?
10. Как изменятся статические характеристики в замкнутой системе электропривода, если изменить (уменьшить, увеличить) коэффициент обратной связи?
11. Как изменятся статические характеристики в замкнутой системе, если изменить (уменьшить, увеличить) общий коэффициент усиления суммирующего усилителя?
12. Почему при увеличении коэффициента положительной обратной связи по току якоря система становится неустойчивой?
13. Каким образом происходит ограничение тока якоря в системе с положительной обратной связью по скорости?
14. Для каких целей служит датчик тока?
15. Как изменится качество динамических характеристик системы электропривода, если изменить (уменьшить, увеличить) коэффициент обратной связи?
16. Чем определяется динамический ток двигателя в системе с задатчиком интенсивности?

17. Чем определяется динамический ток двигателя в системе электропривода с задержанной отрицательной связью по току якоря при подаче сигнала задания скачком?
18. Почему в системе стабилизации скорости с задержанной обратной связью по скорости время пуска двигателя зависит от величины момента статической нагрузки?
19. Как можно влиять на величину ускорения при пуске системы стабилизации скорости с параметрическим ограничением момента и задатчиком интенсивности при фиксированной нагрузке на валу испытуемого двигателя?
20. Какие параметры оказывают влияние на жесткость статических механических характеристик системы стабилизации скорости?
21. Объясните возможность регулирования координат изменением действующего значения напряжения U_{ϕ} .
22. Каков принцип работы ТРН на активную и активно-индуктивную нагрузки соответственно?
23. Поясните, как осуществляется регулирование трехфазного напряжения на статоре АД?
24. Как формируются жесткие характеристики в системе ТРН-АД?
25. В чем состоит физический смысл получения жестких характеристик?

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 процессе защиты расчетно-графической работы как формы текущего контроля.

В процессе защиты расчетно-графической работы студенту задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Для чего необходимо регулирование координат электропривода? Какие ограничения накладываются на режимы работы двигателя?
2. Каким целям служит регулирование координат? Какие способы регулирования координат Вы знаете?
3. Охарактеризуйте основные показатели регулирования координат.
4. Какова связь требуемой точности регулирования в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура?
5. Какова связь показателей регулирования: колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура?
6. В чем суть метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат? Что представляет собой некомпенсируемая постоянная времени T_{μ} ? Какова желаемая передаточная функция разомкнутого контура регулирования?
7. От чего зависит колебательность и быстродействие замкнутого контура регулирования? Как производится настройка контура регулирования на технический оптимум?
8. Как определяется передаточная функция регулятора? Почему ограничено применение ПИД-регулятора и более сложных регуляторов?
9. В чем заключается принцип подчиненного регулирования координат? Как изменяется некомпенсируемая постоянная при увеличении числа контуров регулирования?
10. Как настраивается контур регулирования на симметричный оптимум? Какие показатели регулирования при такой настройке?
11. Что представляет собой обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д)? Какие уравнения, параметры и структурные схемы для системы УП–Д?
12. Изобразите структурную схему автоматического регулирования скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Как влияет коэффициент обратной связи по скорости на статические характеристики и динамические свойства электропривода?

13. Нарисуйте структурную схему, напишите уравнения для системы УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. От чего зависит жесткость статической механической характеристики при такой настройке?

14. Охарактеризуйте ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Нарисуйте графики переходных процессов при скачке и линейном нарастании задающего сигнала.

15. Какими свойствами обладает электропривод по системе УП–Д при настройке контура регулирования скорости на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости?

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 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 практическое 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 выносятся 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, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу):

1. Как формируется обратная связь по ЭДС двигателя постоянного тока в СУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат?
2. На какие параметры настраивается регулятор тока при двухзонном подчиненном регулировании координат?
3. На каком уровне ограничивается регулятор ЭДС?
4. Зачем блок деления в контуре скорости?
5. Как происходит зависимое управление полем двигателя?
6. За счет каких обратных связей можно увеличить жесткости механической характеристики асинхронного частотно-регулируемого электропривода?
7. Какие факторы ограничивают максимальный коэффициент обратной связи по току статора асинхронного двигателя (АД)?
8. Какие факторы ограничивают применение разомкнутых систем с частотно-токовым управлением АД?
9. Чем объясняется меньшее значение электромагнитной постоянной времени АД при питании его от источника тока, чем при питании от источника напряжения?
10. Показать на примере векторной диаграммы основного потокосцепления и тока АД общность физических взаимосвязей в двигателе постоянного тока и АД.
11. Какие особенности построения систем управления с ориентацией системы координат x, y по вектору потокосцепления статора и ротора?
12. Какие достоинства и недостатки систем векторного управления асинхронным электроприводом без датчика скорости?
13. Каким способом можно изменять у вентильного двигателя (ВД) с питанием от неуправляемого выпрямителя момент короткого замыкания, скорость холостого тока?
14. Каким воздействием на датчик положения ротора можно установить опережающую на 30° коммутацию ключей инвертора?
15. Как можно осуществить изменение направления ВД?

16. Как будет выглядеть механическая характеристика двухконтурного электропривода с ВД при пуске с отключенным тахогенератором?
17. В каких технологических установках целесообразно применение асинхронного электропривода с регулированием скорости за счёт изменения напряжения на статоре двигателя?
18. Каково назначение функциональных блоков в схеме электропривода с регулятором напряжения на статоре?
19. Какой вид имеют статические характеристики замкнутой системы электропривода с регулятором напряжения на статоре?
20. Как происходит рекуперация энергии скольжения в сеть с помощью асинхронно-вентильного каскада?
21. Почему нужно линеаризовать математическое описание асинхронно-вентильного каскада, полученное из схемы замещения по цепи выпрямленного тока ротора?
22. Как осуществляется пуск асинхронно-вентильного каскада?
23. Чем отличается широтно-импульсный способ регулирования от релейного при работе импульсного регулятора?
24. Какова природа нелинейностей в асинхронном электроприводе с импульсным регулятором в роторе?
25. Почему применяется компромиссная настройка регуляторов тока и скорости в асинхронном электроприводе с импульсным регулятором в роторе?

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

1. Какова сущность метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат?
2. Зачем нужны датчики обратных связей?
3. В какой точке пересекутся статические характеристики в электроприводе с отрицательной обратной связью по скорости при изменении коэффициента обратной связи?
4. Как определяется передаточная функция регулятора?
5. В чем заключается настройка контура регулирования на технический оптимум и каковы его динамические показатели?
6. В чем заключается настройка контура регулирования на симметричный оптимум и каковы его динамические показатели?
7. Каковы статические характеристики электропривода в однократноинтегрирующей двухконтурной системе ТП-Д?
8. Каковы статические характеристики электропривода в двукратноинтегрирующей двухконтурной системе ТП-Д?
9. Для чего и когда используется фильтр в задающей цепи при настройке контура на симметричный оптимум?
10. Каким образом проявляется влияние внутренней обратной связи по ЭДС двигателя в динамических режимах?
11. Почему нужен параболический регулятор положения?
12. От чего зависят статическая и динамическая ошибки следящей системы, каковы способы их уменьшения?
13. Изобразите схему замещения асинхронного двигателя в статическом режиме при частотном управлении и охарактеризуйте ее параметры.

14. С какой целью в системах частотного управления асинхронным электроприводом используется преобразование переменных от неподвижной системы координат к вращающейся системе и наоборот?
15. Как и в каких пределах регулируется скважность при широтно-импульсном управлении коммутатором?
16. Какие статические характеристики можно получить в разомкнутой СУЭП при широтно-импульсном управлении коммутатором, если скважность переменна и коммутируется активная или активно-ёмкостная цепь?
17. Каким образом можно ограничить выпрямленный ток ротора, как при этом задается его стопорное значение?
18. В какой точке положения равновесия ведется настройка регуляторов линеаризованных СУЭП при подчиненном регулировании координат?
19. Каковы соотношения между передаточными функциями П- и ПИ-регуляторов и параметрами усилителей, реализующих эти функции?

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

1. СУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат
2. Функциональная схема САУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат, её особенности.
3. Структурная схема САУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат.
4. Настройка (синтез) контура регулирования тока возбуждения в САУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат.
5. Настройка (синтез) контура регулирования скорости в САУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат. Статические характеристики электропривода.
6. Настройка (синтез) контура регулирования ЭДС двигателя в САУЭП с двухзонным подчиненным регулированием координат. Пуск на скорость выше основной.
7. САУЭП с преобразователем частоты
8. Обобщенная структура СУЭП переменного тока. Способы регулирования.
9. СУЭП с частотным регулированием. Законы регулирования напряжения при изменении частоты. Статические характеристики при $U_1/f_1 = \text{const}$.
10. Обеспечение постоянства перегрузочной способности двигателя с частотным регулированием при $M_c = \text{const}$.
11. Обобщенная функциональная схема СУЭП с преобразователем частоты.
12. Функциональная схема САУ частоты с обратными связями по току статора и скорости двигателя.
13. Математическое описание САУ частоты с обратными связями по току статора и скорости двигателя.
14. Принцип формирования механической характеристики САУ частоты.
15. Принцип векторного управления машинами переменного тока.
16. Функциональная схема частотно-регулируемого электропривода с управлением по вектору потокосцепления ротора, назначение основных блоков.
17. Основные выражения математического описания силовой цепи частотно-регулируемого электропривода с управлением по вектору потокосцепления ротора.
18. Основные соотношения математического описания и структурная схема системы подчиненного регулирования координат частотно-регулируемого электропривода с управлением по вектору потокосцепления ротора.
19. СУЭП с вентильным двигателем
20. Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя.

21. Схема включения вентильного двигателя и принцип его работы.
22. Силовая часть и механические характеристики вентильного двигателя.
23. Система управления электропривода с вентильным двигателем.
24. Функциональная схема СУЭП с вентильным двигателем.
25. Структурная схема двухконтурного электропривода с вентильным двигателем
26. СУЭП с регулятором напряжения
27. Принцип регулирования напряжения асинхронного двигателя.
28. Основная схема регулятора напряжения.
29. Диаграммы формирования напряжения при фазовом регулировании.
30. Статические характеристики и структурная схема асинхронного двигателя при фазовом регулировании.
31. Техническая линеаризация асинхронного двигателя при фазовом регулировании.
32. Структурная схема и настройка контура скорости САУ с фазовым регулированием.
33. Функциональная схема и реализация статических характеристик в 4-х квадрантах САУ с фазовым регулятором при подчиненном регулировании координат.
34. Асинхронно-вентильный каскад
35. Классификация вентильных каскадов. Свойства электрических каскадов.
36. Силовая часть асинхронно-вентильного каскада: функциональная схема, принцип действия и статические характеристики.
37. Схема замещения и структурная схема силовой части асинхронно-вентильного каскада.
38. Функциональная схема и линеаризованная структурная схема асинхронно-вентильного каскада с подчиненным регулированием координат.
39. Настройка контура тока асинхронно-вентильного каскада с подчиненным регулированием координат.
40. Настройка контура скорости асинхронно-вентильного каскада с подчиненным регулированием координат.
41. Статические характеристики асинхронно-вентильного каскада с подчиненным регулированием координат; реостатный пуск до замыкания АВК.
42. Асинхронный электропривод с импульсным регулятором
43. Принцип действия, схема замещения по цепи выпрямленного тока ротора и математическое описание САУЭП с импульсным регулированием в цепи выпрямленного тока ротора.
44. Функциональная схема, настройка контуров тока и скорости асинхронного ЭП с импульсным коммутатором в роторе при подчиненном регулировании координат.
45. Статические и динамические характеристики асинхронного электропривода с импульсным коммутатором в роторе при подчиненном регулировании координат.

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 «Типовые решения в технике электропривода», к выполнению и защите лабораторных работ, к выполнению расчетно-графической работы и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

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

а) основная литература

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. [Электронный ресурс] – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с. Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/reader/?book=240>

б) дополнительная литература

1. Барышников В.А., Косенков А.В., Лушанин О.И. Исследование систем стабилизации координат электроприводов. Лабораторный практикум. Учеб. пособие по курсу “Системы управления электропривода”. Смоленск: ГОУ ВПО СФ МЭИ (ТУ), 2002. – 55 с.
2. Типовые электромеханические системы: методические указания к лабораторным работам по курсу «Типовые решения в технике электропривода»/ Барышников В.А., Рожков В.В. Смоленск: филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Смоленске, 2006. – 38 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

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия каждую неделю и семь лабораторных работ. 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 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 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.

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 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.

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 оформления работы;
- контрольные вопросы и задания;
- список литературы (по необходимости).

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 нескольким типовым задачам 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.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование систем мультимедиа и моделирования.

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 специальной лаб. Б-111.

В основное оборудование указанной лаборатории входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Типовые решения в технике электропривода».

Автор
канд.техн.наук, доцент

В.А. Барышников

Зав. кафедрой
канд.техн.наук, доцент

З.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры №3 от 12.10.2015 года, протокол № 3.

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- не- ных	заме- не- ных	но- вых	анну- лиро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10