

**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
« 31 » 08 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Магистерская программа: **Электроприводы и системы управления электроприводов**

Уровень высшего образования: **магистратура**

Нормативный срок обучения: **2 года**

Форма обучения: **очная**

Смоленск – 2015 г.

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

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

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

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

- ПК-8 «способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности».

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- структуры систем управления электроприводами переменного тока (ПК-8);
- основные схемотехнические решения электроприводов переменного тока (ПК-8);
- характеристики электроприводов переменного тока, их свойства в номинальных и аварийных режимах (ПК-8).

Уметь:

- использовать методы создания структурных, функциональных схем, анализа их свойств применительно к электроприводу переменного тока (ПК-8).

Владеть:

- навыками моделирования электроприводов переменного тока (ПК-8).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору В.ДВ.3.2 студента цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Электроприводы и системы управления электроприводов», направления «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Электропривод переменного тока» базируется на следующих дисциплинах:

Б.1.В.ОД.7 «Спецвопросы теории электропривода»;

Б.1.Б.6 «Методология научного творчества».

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

дисциплина является завершающей в образовательной траектории при освоении компетенции ПК-8.

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.3.2 | |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 | 2 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ) | 4 | 2 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 2 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 2 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов) | 0,5, 18 | 2 семестр |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 1,5, 54 | 2 семестр |
| Экзамен (ЗЕТ, часов) | 1, 36 | 2 семестр |

Самостоятельная работа студентов

| | |
|---|------------------------|
| Вид работ | Трудоёмкость, ЗЕТ, час |
| Изучение материалов лекций (лк) | - |
| Подготовка к практическим занятиям (пз) | 0,5, 18 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб) | 0,5, 18 |
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата) | 16/36, 16 |
| Выполнение курсового проекта (работы) | - |
| Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС) | 2/36, 2 |
| Подготовка к контрольным работам | - |
| Подготовка к тестированию | - |
| Подготовка к зачету | - |
| Всего: | 1,5, 54 |
| Подготовка к экзамену | 1, 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. Типовые варианты электроприводов переменного тока – асинхронных, синхронных, вентильных. Силовые схемы. | 52 | 4 | 10 | 8 | 30 | |
| 2 | Тема 2. Основные способы управления асинхронным электроприводом – частотный, параметрический. | 26 | 4 | | 8 | 14 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|--|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 3 | Тема 3. Принципы управления преобразователями для электроприводов переменного тока – асинхронного, синхронного, вентильного. | 4 | 2 | | | 2 | |
| 4 | Тема 4. Энергоэффективный электропривод. Построение силовой части преобразователя для электропривода переменного тока. | 6 | 4 | 2 | | | |
| 5 | Тема 5. Современные схемы агрегатов бесперебойного питания для электротехнических приложений. | 2 | 2 | | | | |
| 6 | Тема 6. Бездатчиковые электроприводы переменного тока. | 16 | 2 | 6 | 2 | 6 | |
| 7 | Дополнительная тема на СРС. Дизель-генераторные установки с синхронными бесщеточными генераторами для систем бесперебойного питания электростанций. | 2 | | | | 2 | |
| всего 144 часа по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену) | | | 18 | 18 | 18 | 54 | - |

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Типовые варианты электроприводов переменного тока – асинхронных, синхронных, вентильных. Силовые схемы.

Лекция 1. Понятие «электропривод переменного тока». Назначение электропривода переменного тока как средства обеспечения современных технологических процессов. Основные мировые производители электроприводов. Типовые схемы асинхронных электроприводов. Частотные преобразователи. Параметрические преобразователи. Устройства плавного пуска асинхронных электродвигателей. (2 часа).

Лекция 2. Типовые схемы синхронных и вентильных электроприводов. Система управления положением исполнительного органа рабочей машины с вентильным двигателем. Электропривод с вентильным двигателем на основе синхронной машины с явнополюсным ротором (2 часа).

Практическое занятие 1. Моделирование асинхронных электроприводов. (2 часа).

Практическое занятие 2. Моделирование вариантов частотно-регулируемых электроприводов. (2 часа).

Практическое занятие 3. Моделирование вариантов частотно-регулируемого привода с векторным управлением (2 часа).

Практическое занятие 4. Моделирование вариантов управления синхронными электроприводами. (2 часа).

Практическое занятие 5. Моделирование вентильных электроприводов (2 часа).

Лабораторная работа 1. Изучение принципов работы, отладка технологических циклов на лабораторном стенде с частотно-регулируемыми асинхронными электроприводами Mitsubishi Electric и промышленным программируемым технологическим контроллером (ПЛК) типа MELSEC FX2N-16MR (4 часа).

Лабораторная работа 2. Изучение принципов работы, отладка технологических циклов на лабораторном стенде с частотно-регулируемыми асинхронными электроприводами Schneider Electric и промышленным ПЛК типа «alpha-2» (4 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическим занятиям № 1 - № 5 (10 часов). Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы № 1 и № 2 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (4 часа). Выполнение расчетно-графической работы на тему «Моделирование асинхронных и синхронных электроприводов» (16 часов) (всего к теме №1 – 30 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям, защита лабораторных работ, консультирование и защите расчетно-графической работы.

Тема 2. Основные способы управления асинхронным электроприводом – частотный, параметрический.

Лекция 3. Основные законы частотного регулирования. Законы частотного регулирования для различного характера нагрузочного момента на валу двигателя. Статические характеристики (2 часа).

Лекция 4. Тиристорные регуляторы напряжения для устройств плавного пуска. Параметрическое управление тиристорным регулятором напряжения для двигателя с фазным ротором (дополнительные возможности). Общая характеристика фазового и импульсного управления в цепи ротора асинхронного двигателя (2 часа).

Лабораторная работа 3. Изучение принципов работы, отладка технологических циклов на лабораторном стенде с частотно-регулируемыми асинхронными электроприводами LG и промышленным ПЛК типа «alpha-2» (4 часа).

Лабораторная работа 4. Программирование промышленных прикладных логических контроллеров MELSEC FX2N-16MR на языке релейно-контакторных схем, «alpha-2» на языке функциональных блоков (4 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к лекциям №3 и №4 (4 часа) Подготовка к выполнению и защите лабораторной работе № 3 и № 4 (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла) (10 часов). (всего к теме №2 – 14 часов).

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

Тема 3. Принципы построения статических преобразователей частоты для электроприводов переменного тока и методы управления ими.

Лекция 5. Непосредственные преобразователи частоты. Схемы включения преобразующих групп, принципы формирования выходного синусоидального напряжения, преимущества и недостатки. Двухступенчатые преобразователи частоты. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Схемы автономных инверторов. Элементная база транзисторных инверторов напряжения. Биполярные транзисторы с изолированным затвором и модули на их основе. Мощные полевые транзисторы. Способы регулирования напряжения в двухступенчатых преобразователях частоты. (2 часа).

Практическое занятие 6. Расчет параметров контуров регулирования при построении замкнутых систем управления электроприводами переменного тока по различным принципам (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическому занятию № 6 (всего к теме №3 – 2 часа).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическому занятию.

Тема 4. Энергоэффективный электропривод. Построение силовой части преобразователя для электропривода переменного тока.

Лекция 6. Расчет синус-фильтров и входных реакторов для схем преобразователей электроприводов переменного тока (2 часа).

Лекция 7. Построение многоуровневых структур преобразователей для снижения негативного воздействия модуляции выходного напряжения на изоляцию обмоток электродвигателей. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос по теме пройденному лекционному материалу.

Тема 5. Современные схемы агрегатов бесперебойного питания для электротехнических приложений.

Лекция 8. Построение силовых частей и реализация систем управления типовых агрегатов бесперебойного питания для различных электротехнических приложений. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос по теме по пройденному лекционному материалу.

Тема 6. Бездатчиковые электроприводы переменного тока.

Лекция 9. Принципы построения бездатчиковых электроприводов и их особенности для асинхронных, синхронных и вентильных электроприводов. (2 часа).

Практическое занятие 7. Моделирование бездатчиковых электроприводов «по Эйкхоффу» (2 часа).

Практическое занятие 8. Моделирование адаптивных бездатчиковых электроприводов (2 аса).

Практическое занятие 9. Моделирование бездатчиковых электроприводов на «скользящих режимах» (2 часа).

Зачетное занятие по лабораторным работам (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическим занятиям № 7 - № 9 (6 часов).

Текущий контроль – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям, защита лабораторных работ.

Дополнительная тема на СРС.

Дизель-генераторные установки с синхронными бесщеточными генераторами для систем бесперебойного питания электростанций.

Самостоятельная работа 4. Самостоятельное изучение указанной темы (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос по дополнительной теме СРС.

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 (см. Приложение к РПД), 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-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 компетенции ПК-8 «способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, расчетно-графическим работам. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и расчетно-графических работ, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- структуры систем управления электроприводами переменного тока;
- основных схмотехнических решений электроприводов переменного тока;
- характеристик электроприводов переменного тока, их свойств в номинальных и аварийных режимах.

наличие **умения**:

- использовать методы создания структурных, функциональных схем, анализа их свойств применительно к электроприводу переменного тока;

присутствие **навыка**:

- моделирования электроприводов переменного тока.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-8 в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, расчетно-графических работ, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-8 способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение

объектов профессиональной деятельности» в процессе защиты лабораторных работ, как формы текущего контроля. На защите соответствующих лабораторных работ (методические указания в Приложении 3 к настоящей рабочей программе) задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Назовите виды схем замещения асинхронного двигателя. Что собой представляет схема замещения?
2. Нарисуйте схему замещения асинхронного двигателя и обозначьте входящие в нее параметры.
3. К какому режиму работы двигателя относятся параметры, приведенные в каталогах по асинхронным машинам.
4. Назовите методики расчета параметров схемы замещения частотно-регулируемого асинхронного двигателя.
5. Как можно проверить правильность расчета параметров схемы замещения?
6. В каких вариантах частотного управления могут работать преобразователи частоты, представленные на лабораторных стендах?
7. Приведите примеры базовых параметров (основных настроек) преобразователей частоты.
8. Опишите технологию проектирования технологического цикла с использованием промышленного программируемого логического контроллера (ПЛК) по заданной тахограмме механизма.
9. Опишите технологию пуска электродвигателя и работы на заданной установившейся скорости для ЧРП от аналогового сигнала, формируемого внешним потенциометром.
10. Опишите технологию пуска электродвигателя и работы на заданной установившейся скорости для ЧРП от внешних многофункциональных клемм с использованием ПЛК.
11. Приведите примеры основных элементов программного обеспечения контроллера, программируемого на языке релейно-контактных схем и на языке «функциональных блоков».
12. Что собой представляет блок логических функций для контроллера, программируемого на языке релейно-контактных схем и на языке «функциональных блоков»?

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

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-8 «способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности» в процессе защиты расчетно-графической работы, как формы текущего контроля.

В процессе защиты расчетно-графической работы «Моделирование асинхронных и синхронных электроприводов» (методические указания к выполнению расчетно-графической работы представлены в приложении 4) студентам задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. В каких координатных осях можно моделировать асинхронную машину? Назовите преимущества и недостатки представления переменных асинхронной машины в различных ортогональных координатах.
2. Что собой в структурной форме представляет модель задатчика интенсивности? Задатчика рывка?
3. Для каких целей при моделировании тиристорных преобразователей служат RC-цепочки, подключаемые параллельно каждому тиристорному?
4. Поясните алгоритм моделирования прямого пуска асинхронной машины от сети.
5. Какие регуляторы и для чего включены в замкнутую структуру в случае реализации векторного управления синхронной машиной?

- б. Каким образом на модели организуется контур стабилизации потокосцепления при векторном управлении асинхронным двигателем?

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

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-8 «способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

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

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

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

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

Экзамен по 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, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные 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 приложению к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 2 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

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

1. Определение понятия «электропривод переменного тока».
2. Назначение электропривода переменного тока как средства обеспечения современных технологических процессов.
3. Электропривод переменного тока как система.
4. Структурная схема электропривода переменного тока, силовой и информационный каналы.
5. Общие требования к электроприводу переменного тока.
6. Возможности управления координатами, характеристики, зоны работы с постоянным моментом, постоянной мощностью, вентиляторным моментом. Область применения, современное состояние и перспективы развития.
7. Типовые схемы асинхронных электроприводов.
8. Силовые схемы частотных преобразователей.
9. Силовые схемы параметрических преобразователей.
10. Силовые схемы устройств плавного пуска электродвигателей.
11. Типовые схемы синхронных и вентильных электроприводов.
12. Система управления положением исполнительного органа рабочей машины с вентильным двигателем.
13. Электропривод с вентильным двигателем на основе синхронной машины с явнополюсным ротором.
14. Принципы построения непосредственных преобразователей частоты. Схемы включения преобразующих групп, принципы формирования выходного синусоидального напряжения, преимущества и недостатки.
16. Двухзвенные преобразователи частоты. Принципы работы автономного инвертора. Инверторы напряжения и инверторы тока. Способы принудительной коммутации тиристоров в автономных инверторах. Схемы автономных инверторов.
17. Элементная база транзисторных инверторов напряжения. Биполярные транзисторы с изолированным затвором IGBT (биполярные транзисторы с полевым управлением) и модули на их основе. Мощные полевые транзисторы.

18. Способы регулирования напряжения в двухзвенных преобразователях частоты.
19. Расчет параметров синус-фильтров и входных реакторов для схем преобразователей электроприводов переменного тока.
20. Характеристика многоуровневых автономных инверторов напряжения для энергоэффективных частотных преобразователей.
21. Построение силовых частей типовых агрегатов бесперебойного питания для различных электротехнических приложений.
22. Реализация систем управления типовых агрегатов бесперебойного питания для различных электротехнических приложений.
23. Особенности принципы построения электроприводов без механического датчика скорости (положения) для электроприводов переменного тока.
24. Принципиальные схемы дизель-генераторных установок с синхронными бесщеточными генераторами для систем бесперебойного питания электростанций.

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

Соответствуют вопросам к лекционному материалу.

Добавляется ряд вопросов, подкрепляющих лабораторный практикум и практические занятия:

1. Понятие о математическом моделировании электроприводов.
2. Математическое моделирование электротехнических объектов на примере автоматизированного электропривода. Физическое моделирование, преимущества и недостатки, примеры.
3. Математическое описание процессов, протекающих в объекте моделирования. Параметры, характеризующие состояние объекта.
4. Математическое описание физических процессов, протекающих в асинхронном электродвигателе (по схеме замещения). Структурная модель электромеханического преобразования энергии в асинхронном электродвигателе.
5. Математическое описание физических процессов, протекающих в синхронном электродвигателе (по схеме замещения). Структурная модель электромеханического преобразования энергии в синхронном электродвигателе.
6. Регуляторы - как основной элемент систем управления. Типы регуляторов. Моделирование регуляторов.
7. Математическое моделирование систем комбинированного управления.
8. Программные средства для моделирования электропривода с учетом возможных вариаций параметров.
9. Математическое моделирование систем подчиненного регулирования и их аналогов для векторного управления асинхронными электроприводами.
10. Динамическая механическая характеристика. Определение, назначение, построение на модели.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических рекомендациях по изучению курса «Электропривод переменного тока», в которые входят методические рекомендации к выполнению и защите лабора-

торных работ, по выполнению расчетных заданий (приложение к настоящей РПД) и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

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

а) основная литература

1. Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов / Г. Г. Соколовский . – М. : АКАДЕМИЯ, 2006 . – 272 с. – (Высшее профессиональное образование).
2. Ильинский, Николай Федотович. Электропривод : энерго- и ресурсосбережение : учеб. пособие для студентов вузов по направлению подготовки 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н. Ф. Ильинский , В. В. Москаленко .— М. : АCADEMIA, 2008 .— 201, [1] с. : ил.
3. Крылов Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [электронный ресурс] / Крылов Ю. А., Карандаев А. С., Медведев В. Н. — Электронные текстовые данные. СПб. : Лань, 2013. — 176 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/10251/>.

б) дополнительная литература

1. Анучин, А.С. Системы управления электроприводов. / Учебник для вузов. М.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.: ил.
2. Рожков, В.В. Применение частотно-регулируемого электропривода. Методические рекомендации по изучению курса «Частотно-регулируемый электропривод» [Текст]: методические рекомендации / В.В. Рожков. – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2012. – 64 с.

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

1. Научно-технический центр электропривода "Вектор". (Дата обращения 21.11.2014). Статьи в свободном доступе на сайте <http://vectorgroup.ru/articles>.: 1. Бездатчиковый асинхронный электропривод с адаптивно-векторной системой управления. А. Виноградов, И. Колодин. <http://vectorgroup.ru/articles/article9>.
2. Вентильно-индукторный электропривод с минимизацией пульсаций электромагнитного момента. А. Виноградов. <http://vectorgroup.ru/articles/article10>.
3. Новые алгоритмы пространственно-векторного управления матричным преобразователем частоты. А. Виноградов. <http://vectorgroup.ru/articles/article11>.
4. Анализ энергетических показателей и методика выбора оптимальных алгоритмов ШИМ для управления 3-фазным инвертором напряжения. А. Виноградов, Д. Изосимов. <http://vectorgroup.ru/articles/article20080806>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю, практические занятия каждую неделю и четыре четырехчасовые лабораторные работы с двумя часами на защиту. Изучение курса завершается экзаменом).

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

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для пони-

мания. 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.

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 объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан сделать 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.

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 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.

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 учебно-научно-исследовательской лаб.№ 305 «Энергосберегающие технологии» (оснащена пятью лабораторными стендами с частотно-регулируемыми приводами и программируемыми технологическими контроллерами) и Б-111 «Системы управления электроприводов» (оснащена четырьмя лабораторными стендами с частотно-регулируемыми приводами и программируемыми технологическими контроллерами).

В основное оборудование указанных лабораторий входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Электроприводы переменного тока»:

персональные компьютеры, маломощные асинхронные электродвигатели 250-370 Вт типа MOTIVE 71A 2. АИР63В4У3 и 4ААМ63В2У3, преобразователи частоты Mitsubishi A700, CombiVario CV-730 EV, FR-E540-0.4 K-EC, ALTIVAR31 и LGig5RUS, программируемый логический контроллер Mitsubishi AL2-14MR-D 24 В со специальным кабелем для подключения к COM-порту персонального компьютера, программируемый логический контроллер MELSEC FX2N-16MR.

Автор
канд. техн. наук, доцент

Зав. кафедрой ЭМС
канд. техн. наук, доцент



В.В. Рожков



В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры от 28 августа 2015 года, протокол № 1.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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