

**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 научной работе

М.И. Дли

«31» 08 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ  
ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 13.06.01 "Электро- и теплотехника"**

**Направленность: Электротехнические комплексы и системы**

**Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Смоленск – 2015 г.**

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

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (направленность «Электротехнические комплексы и системы») 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 общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

ОПК-2 «владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий»;

ПК-1 «способность к самостоятельным исследованиям и разработке новых систем управления электроэнергетическими и электротехническими объектами и системами».

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

### Знать:

- круг исследовательских задач для электротехнических комплексов и систем, касающихся систем регулируемого электропривода (ОПК-2);
- исходное состояние научно-исследовательских работ по научным публикациям, монографиям и др. источникам в области электротехнических комплексов и систем, касающихся систем регулируемого электропривода (ПК-1).

### Уметь:

- применять корректные методы научных исследований задач для электротехнических комплексов и систем с использованием компьютерной техники (ОПК-2),
- осуществлять исследования в области электротехнических комплексов и систем средствами моделирования (ПК-1);

### Владеть:

- навыками научных исследований с применением цифровых технологий в области электротехнических комплексов и систем (ОПК-2);
- навыками исследований и разработок интерактивных имитационных моделей электро-энергетических и электротехнических объектов и систем (ПК-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору цикла Б1 образовательной программы подготовки кадров высшей квалификации по направленности «Электротехнические комплексы и системы» направления «Электро- и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электро- и теплотехника» дисциплина «Специальные разделы теории электропривода» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.1 Иностранный язык

Б1.Б.2 История и философия науки

Б1.В.ОД.2 Электротехнические комплексы и системы

Б1.В.ДВ.1.1 Современные устройства релейной защиты и автоматики в электроэнергетических системах

Б1.В.ДВ.1.2 Современные микропроцессорные устройства автоматики

Знания, умения и навыки, полученные аспирантами в процессе изучения дисциплины, являются базой для:

Б3.1 Научные исследования

Б4 Государственная итоговая аттестация

### 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.4.1	
Часов (всего) по учебному плану:	108	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	6/36, 6	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	8/36, 8	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	76/36, 76	7 семестр
Зачет (ЗЕТ, часов)	0.5, 18	7 семестр

#### Самостоятельная работа аспирантов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	76/36, 76
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	76/36, 76

#### 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 аспирантов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	Контроль (зачет)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 1.</b> Исследование многоуровневых инверторов для частотно-регулируемого электропривода. Симплексные алгоритмы управления для многоуровневых инверторов.	51	2	4	-	36	9
2	<b>Тема 2.</b> Исследование электроприводов с идентификацией параметров и состояния объекта управления.	29	2	2	-	20	5
3	<b>Тема 3.</b> Исследование способов улучшения энергетических характеристик глубокорегулируемых электроприводов	28	2	2	-	20	4
<b>Всего часов по видам учебных занятий</b>		<b>108</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>76</b>	<b>18</b>

#### Содержание по видам учебных занятий

##### Тема 1. Исследование многоуровневых инверторов для частотно-регулируемого электропривода. Симплексные алгоритмы управления для многоуровневых инверторов.

**Лекция 1.** Общая характеристика схемных решений преобразователей частоты. Тенденция перехода схем преобразователей к многоуровневым вариантам. (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Моделирование трехуровневого инвертора для высоковольтного электропривода (2 часа)

**Практическое занятие 2.** Моделирование пятиуровневого инвертора для высоковольтного электропривода (2 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Изучение дополнительных разделов по теме 1:

Обзор существующих вариантов построения инверторной части преобразователей частоты. Двухуровневая схема инвертора. Двухтрансформаторная схема двухуровневого инвертора. Многоуровневые каскадные схемы. Многоуровневые мостовые схемы. Трехуровневая схема с Т-образным мостом. Трехуровневая схема с навесными конденсаторами. Четырехуровневая схема инвертора со связью средней точкой через диоды. Трансформаторная пятиуровневая мостовая схема. Бестрансформаторная пятиуровневая схема. Попытка обоснования оптимального числа уровней (36 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по дополнительному материалу к теме 1.

##### Тема 2. Исследование электроприводов с идентификацией параметров и состояния объекта управления.

**Лекция 2.** Развитие вариантов идентификации параметров и состояния асинхронного электродвигателя. Идентификатор на скользящих режимах. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Адаптивный идентификатор.

**Практическое занятие 3.** Моделирование варианта идентификатора параметров и состояния двигателя (на выбор):

- на «скользящих режимах»;
- на идеях Эйкхоффа;
- адаптивного идентификатора (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.**

Изучение дополнительных разделов по теме 2:

Преобразования уравнений АД для использования в идентификаторе. Практическое решение. Функции цели для построения идентификатора. Критерий нормального функционирования скользящего режима. Структура идентификатора по Эйкхоффу. Общие принципы построения идентификатора. Этапы идентификации. Преобразования уравнений машины для использования их при построении идентификатора по Эйкхоффу. Адаптивный метод построения идентификатора. Уравнения двигателя в матричной форме. Выделение информативных параметров машины для вычисления скорости. Условие устойчивости идентификации. Отклонения оцениваемых параметров. Реализация идентификаторов. (20 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по дополнительному материалу к теме 2.

**Тема 3. Исследование способов улучшения энергетических характеристик глубокорегулируемых электроприводов.**

**Лекция 3.** Силовые схемы и способы управления четырехквadrантным электроприводом с рекуператором. Построения многофункциональной схемы с активным фильтром-рекуператором (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Моделирование глубокорегулируемого электропривода с векторным управлением автономным инвертором напряжения, активным выпрямителем, используемым в качестве рекуператора (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.**

Изучение дополнительных разделов по теме 3:

Активные выпрямители. Активные фильтры гармоник (кондиционеры сети). Активные выпрямители в режиме рекуператора. Особенности. Ограничения при управлении активным выпрямителем (20 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос по дополнительному материалу к теме 3.

**Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет**

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Зачет проводится в соответствии с Положением о порядке организации и проведения промежуточной аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ред.2 от 08.09.2015 г.).

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

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

Материалы, выдаваемые аспиранту для самостоятельного изучения дополнительных разделов, примеры демонстрационных слайдов лекций по дисциплине, методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям (см. Приложение к настоящей 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:

- общепрофессиональная ОПК-2; профессиональная ПК-1.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа аспирантов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа аспирантов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи зачета.

### 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 ОПК-2 «владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах аспиранта по практическим занятиям. Учитываются также ответы аспиранта на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле и – устных опросах по дополнительным темам, а также на зачетном занятии.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- круг исследовательских задач для электротехнических комплексов и систем, касающихся систем регулируемого электропривода;

наличие **умения**:

- применять корректные методы научных исследований задач для электротехнических комплексов и систем с использованием компьютерной техники;

присутствие **навыка**:

- научных исследований с применением цифровых технологий в области электротехнических комплексов и систем.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ОПК-2 в устных опросах по отчетам по практическим занятиям и дополнительным темам на самостоятельную работу:

1. Многоуровневые варианты преобразователей частоты. Виды многоуровневых инверторов. Способы управления.
2. Многоуровневые варианты преобразователей частоты. Алгоритмы управления четырехуровневым автономным инвертором напряжения с фиксирующими диодами.
3. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя Идентификатор на скользящих режимах. Арифметический пример. Работа «скользящей» системы.
4. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на скользящих режимах. Преобразования уравнений асинхронного двигателя для использования в идентификаторе. Практическое решение.
5. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Пример функционирования на простой электрической схеме с двумя неизвестными законами изменения параметров. Структура идентификатора.
6. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Адаптивный метод.
7. Вариант функции Ляпунова. Дифференцирование функции. Условие устойчивости идентификации.
8. Отклонения оцениваемых параметров.
9. Электропривод с активным фильтром гармоник. Силовая схема.
10. Электропривод с активным фильтром гармоник. Принцип работы.
11. Электропривод с активным фильтром гармоник. Активный выпрямитель в режиме компенсатора реактивной мощности и рекуператора. Силовая схема.

Полный ответ на один вопрос, частичный ответ на два вопроса соответствуют 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).

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-1 «способность к самостоятельным исследованиям и разработке новых систем управления электроэнергетическими и электротехническими объектами и системами» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах аспиранта по практическим занятиям. Учитываются также ответы аспиранта на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах по дополнительным темам, а также на зачетном занятии.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- исходного состояния научно-исследовательских работ по научным публикациям, монографиям и др. источникам в области электротехнических комплексов и систем, касающихся систем регулируемого электропривода.

наличие **умения**:

- осуществлять исследования в области электротехнических комплексов и систем средствами моделирования;

присутствие **навыка**:

- исследований и разработок интерактивных имитационных моделей электроэнергетических и электротехнических объектов и систем.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-1 в устных опросах по отчетам по практическим занятиям и дополнительным темам на самостоятельную работу:

1. Цифровые алгоритмы управления многоуровневыми вариантами преобразователей частоты.

2. Формирование необходимых уравнений для относительных длительностей действия каждого из трех управляющих векторов.

3. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на скользких режимах. Функции цели для построения идентификатора. Критерий нормального функционирования скользкого режима.

4. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Общие принципы построения идентификатора. Этапы идентификации.

5. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Адаптивный метод идентификации. Уравнения двигателя в матричной форме.

6. Построение системы управления в режиме рекуператора и «кондиционера» сети.

7. Состав блоков для построения системы идентификации скорости на фоне изменения активных сопротивлений.

Оценивается активность работы аспиранта на практических занятиях, глубина ответов аспиранта при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность различать при устном ответе исследовательские задачи для различных типов электромеханических преобразователей энергии, применяемых в электроприводе, называть главные показатели регулирования координат электроприводов в применении к рассматриваемым системам электропривода, определять основные простейшие блоки, требуемые для построения структурной схемы и схемы модели соответствует пороговому уровню освоения компетенции на данном этапе ее формирования;

в дополнение к пороговому способность анализировать недостатки разработанных при выполнении задания моделей с точки зрения их объема и быстродействия – соответствует продвинутому уровню;

в дополнении к продвинутому наличие умения рационально и качественно интерпретировать результаты исследований средствами моделирования, анализировать и оптимизировать полученные статические характеристики и переходные процессы, сопоставлять их оптимальными для электроприводов – соответствует эталонному уровню).

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

Зачет по дисциплине «Специальные разделы теории электропривода» проводится в устной форме.

Критерии оценивания в соответствии с Положением о порядке организации и проведения промежуточной аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (ред.2 от 08.09.2015 г.).

Оценки «отлично» заслуживает аспирант, 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 аспирант, 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 аспирант, 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 выполнившем другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, 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 аспирант: 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 аспиранта и приложение к диплому выносится оценка зачета по дисциплине за 7 семестр.

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

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

1. Многоуровневые варианты преобразователей частоты. Виды многоуровневых инверторов. Способы управления.
2. Многоуровневые варианты преобразователей частоты. Алгоритмы управления четырехуровневым автономным инвертором напряжения с фиксирующими диодами.
3. Цифровые алгоритмы управления многоуровневыми вариантами преобразователей частоты.
4. Формирование необходимых уравнений для относительных длительностей действия каждого из трех управляющих векторов.
5. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя Идентификатор на скользящих режимах. Арифметический пример. Работа «скользящей» системы.
6. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на скользящих режимах. Преобразования уравнений асинхронного двигателя для использования в идентификаторе. Практическое решение.
7. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на скользящих режимах. Функции цели для построения идентификатора. Критерий нормального функционирования скользящего режима.
8. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Пример функционирования на простой электрической схеме с двумя неизвестными законами изменения параметров. Структура идентификатора.

9. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Общие принципы построения идентификатора. Этапы идентификации.
10. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Адаптивный метод идентификации. Уравнения двигателя в матричной форме.
11. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя. Адаптивный метод.
12. Вариант функции Ляпунова. Дифференцирование функции. Условие устойчивости идентификации.
13. Отклонения оцениваемых параметров.
14. Состав блоков для построения системы идентификации скорости на фоне изменения активных сопротивлений.
15. Электропривод с активным фильтром гармоник. Силовая схема.
16. Электропривод с активным фильтром гармоник. Принцип работы.
17. Электропривод с активным фильтром гармоник. Активный выпрямитель в режиме компенсатора реактивной мощности и рекуператора. Силовая схема.
18. Построение системы управления в режиме рекуператора и «кондиционера» сети

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

1. Каким образом проверить работоспособность модели силовой части трехуровневого инвертора?
2. Для чего требуется учитывать параметры снабберных цепей при моделировании силовой части инверторов?
3. Как проверить работоспособность стойки инвертора с различным числом уровней?
4. Назовите признаки правильного функционирования идентификатора «на скользящих режимах».
5. Предложите простейшую модель проверки работоспособности идентификатора на идеях Эйкхоффа.
6. Назовите достоинства и недостатки адаптивного идентификатора на основе теории функций Ляпунова.
7. Что собой представляют рабочая модель и эталонная модель при построении адаптивного идентификатора?
8. Каким образом влиять на точность идентификации параметров в адаптивном идентификаторе?
9. Как реализуется система управления активным выпрямителем, работающим в режиме активного фильтра гармоник – кондиционера сети?
10. Каким образом повлиять на момент начала функционирования схемы активного выпрямителя, работающего в режиме рекуператора.

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

На зачете аспиранту задаются 2 вопроса из приведенных выше вопросов к лекционному материалу и практическим занятиям.

#### **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 дисциплины «Спецвопросы теории электропривода», в которые входят методические рекомендации по изучению дополнительных материалов, вынесенных на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

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

##### **а) основная литература**

1. Данилов, Петр Егорович. Теория электропривода : [монография] / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков ; СФ МЭИ .— Смоленск : Универсум, 2014 .— 347, [1] с. : ил. — Библиогр.: с. 346-347 .— ISBN 978-5-91412-216-3 : 180.00.
2. Балковой, Александр Петрович. Прецизионный электропривод с вентильными двигателями / А. П. Балковой, В. К. Цаценкин .— М. : Издательский дом МЭИ, 2010 .— 326, [2] с. : ил. — ISBN 978-5-383-00457-9 : 1144.00.
3. Кувшинов, А. Теория электропривода : учебное пособие / А. Кувшинов, Э. Греков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - Ч. Часть 2. регулирование координат электропривода. - 166 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259232>

##### **б) дополнительная литература**

1. Анисимова Т.В., Волков В.И., Крючков В.В. ТРАНЗИСТОРНЫЙ ИНВЕРТОР С МНОГОУРОВНЕВЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ НА ВХОДЕ СИЛОВОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ БОРТОВЫХ И НАЗЕМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ. / Практическая силовая электроника. 2013. № 2 (50). С. 23-25. <http://elibrary.ru/item.asp?id=19051941>
2. Панов Е.С., Пиканин В.М., Жуков Д.В. ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ПРИВОДАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА МНОГОУРОВНЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ НА ОСНОВЕ АВТОНОМНЫХ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ./ Потенциал современной науки. 2015. № 3 (11). С. 62-66. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23330459>
3. Виноградов, А. Б. Бездатчиковый асинхронный электропривод с адаптивно-векторной системой управления / А. Б. Виноградов, И. Ю. Колодин // Электричество .— Б.м. — 2007 .— - № 1 .— С. 45-50.
4. Панкратов, В.В. Бездатчиковый асинхронизированный синхронный электропривод с векторным управлением / В.В. Панкратов, Д.А. Котин // Электротехника .— 2009. - №12. - С.13-18 .— Б.м.
5. Вдовин В.В., Диаб А.А.З., Котин Д.А., Панкратов В.В. СИНТЕЗ ИДЕНТИФИКАТОРА КООРДИНАТ ДЛЯ БЕЗДАТЧИКОВОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА./ Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2014. № 1 (54). С. 5-17. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21978180>
6. Крутиков К.К., Рожков В.В. ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИЛОВЫХ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ В СОСТАВЕ МОЩНОГО ЧАСТОТНО РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА./ Электричество. 2011. № 2. С. 32-38. <http://elibrary.ru/item.asp?id=15544067>

7. Авербух М.А., Коржов Д.Н., Лимаров Д.С. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНОГО ФИЛЬТРА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ЧАСТОТНЫМ КРАНОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ./ В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. 2015. С. 58-61. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23198428>
8. Козярук, А.Е. Структура, состав и алгоритмы управления высокоэффективными электроприводами газоперекачивающих агрегатов / А.Е.Козярук, Б.Ю.Васильев // Электротехника.— Б.м.— 2013.— № 2.— С.43-52.

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

<http://www.elpron.ru/index.php/articles/51-industrial-automation/341-activvipriamiteli> - Применение активных выпрямителей.

<http://www.scopus.com/> - научные статьи по тематике рассматриваемых разделов дисциплины (ключевые слова multilevel inverter, sensorless, active rectifier)

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает 3 вводных лекции по 2 часа, 4 практических занятия по 2 часа и 76 часов самостоятельной работы. Изучение курса завершается зачетом.

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

Во время **лекции** аспирант 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 аспирантов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у аспирантов 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 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 аспирантов - 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 рабо-

ты 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 аспирантов.

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 аспирант 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 аспирант обязан доделать самостоятельно.

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

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий, необходимо пользоваться источниками, рекомендованными 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 аспирантов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются аспиранту.

## **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 **практических занятий** предусматривается использование систем мультимедиа, а также расчетов и моделирования в программных пакетах MatLab, MathCad.

## **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) или компьютерном классе.

Автор

канд. техн. наук, доцент



В.В. Рожков

Зав. кафедрой ЭМС

канд. техн. наук, доцент



В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры №1 от 28.08. 2015 года, протокол № 01.

### 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