

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Магистерская программа «Электроприводы и системы управления  
электроприводов»  
РПД Б1.В.04 «Спецвопросы теории электропривода»




**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора филиала ФГБОУ ВО  
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске  
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

«06» 03 2026 г.



 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Владелец: Федулов Александр Сергеевич  
Сертификат: 5A022291D0DE01CCADCB2B81371C7969  
Действителен: 06.05.2025 - 30.07.2026

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Спецвопросы теории электропривода**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки (специальность): **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**

Год набора: **2026**

Смоленск

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Магистерская программа «Электроприводы и системы управления  
электроприводов»  
РПД Б1.В.04 «Специальные вопросы теории электропривода»



Программа составлена с учетом ОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Роголевым 20.12.2023.

**Программу составил:**

подпись

к.т.н., доцент В.В. Рожков  
ФИО

« 24 » февраля 2026 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электромеханические системы»  
« 25 » февраля 2026 г., протокол № 2

**Зам. заведующего кафедрой «Электромеханические системы»:**

подпись

к.т.н., доцент В.А. Чернов  
ФИО

« 05 » марта 2026 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

зам. начальника УУ Е.В. Зуева  
ФИО

« 05 » марта 2026 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование знаний, умений и навыков в решении исследовательских задач в области специальных вопросов теории электропривода.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач, касающихся исследования систем электропривода, вопросов рационального построения схем силовых частей и средств управления ими в части математической основы и структур:

- идентификаторов параметров и состояния электрических машин в составе электропривода;
- энергосберегающих систем электроприводов и преобразователей для электропривода;
- электроприводов с нейро- и нечеткими алгоритмами управления;
- станочного электропривода.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Спецвопросы теории электропривода» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Данная дисциплина является начальной в траектории формирования профессиональной компетенции ПК-1.

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Теория инженерного эксперимента.

Также дисциплина является фундаментом для следующих практик и ГИА:

Научно-исследовательская работа;

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-1. Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты исследований электроприводов и систем	ПК-1.1 Планирует и ставит задачи исследования, выбирает методы экспериментальной работы с электроприводами и системами управления электроприводов	Знает: математическую основу для описания системы электропривода и ее элементов с целью построения математической модели идентификаторов параметров и состояния электрических машин в составе электропривода; энергосберегающих систем электроприводов и преобразователей для электропривода; электроприводов с нейро- и нечеткими алгоритмами управления; станочного элек-

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
управления электроприводов		электропривода. Умеет: применять средства анализа указанных электроприводов и систем управления ими Владеет: навыками моделирования указанных электроприводов и систем управления ими
	ПК-1.2 Интерпретирует и представляет результаты исследований электроприводов и систем управления электроприводов	Знает: критерии оценки свойств исследуемых систем электропривода с идентификаторами параметров и состояния электрических машин в составе электропривода; энергосберегающих систем электроприводов и преобразователей для электропривода; электроприводов с нейро- и нечеткими алгоритмами управления; станочного электропривода Умеет: представлять результаты исследования указанных систем электропривода в виде отчетов Владеет: навыками объяснения полученных результатов исследования указанных электроприводов и систем управления электроприводов



**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия:</p> <p>1.1. Идентификатор на скользящих режимах. Арифметический пример «скользящей» системы. Работа «скользящей» системы. Преобразования уравнений асинхронного двигателя (АД) для использования в идентификаторе. Практическое решение. Функции цели для построения идентификатора. Критерий нормального функционирования скользящего режима.</p> <p>1.2. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Пример функционирования на простой электрической схеме с двумя неизвестными законами изменения параметров. Структура идентификатора. Общие принципы построения идентификатора.</p> <p>1.3. Этапы идентификации по Эйкхоффу. Преобразования уравнений машины для использования их при построении идентификатора по Эйкхоффу.</p> <p>1.4. Адаптивный метод. Уравнения двигателя в матричной форме. Выделение информативных параметров АД (сопротивления статора и ротора) для вычисления скорости. Вариант функции Ляпунова. Дифференцирование функции.</p> <p>1.5. Условие устойчивости идентификации по Ляпунову. Отклонения оцениваемых параметров. Состав блоков для построения системы идентификации скорости на фоне изменения активных сопротивлений.</p> <p>1.6. Частотно-регулируемый электропривод с активным фильтром гармоник. Силовая схема. Принцип работы.</p> <p>1.7. Активный выпрямитель в режиме компенсатора реактивной мощности и рекуператора. Силовая схема. Построение системы управления в режиме рекуператора. Построение системы управления в режиме «кондиционера» сети.</p> <p>1.8. Корректоры коэффициента мощности (ККМ). Однофазные и трехфазные схемы. Обобщенная схема, принцип работы однофазного ККМ. Анализ процессов в ККМ по усредненной модели. Процессы в цепи постоянного тока.</p> <p>1.9. Схема полумостового двухквadrантного ККМ на базе инвертора напряжения. Схема мостового двухквadrантного ККМ на базе инвертора напряжения. Схема одноквadrантного ККМ на базе повышающего регулятора напряжения. Основные способы управления ККМ.</p> <p>1.10. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). НПЧ с естественной коммутацией (циклоконвертеры). Достоинства и недостатки этого типа НПЧ.</p> <p>1.11. НПЧ с принудительной коммутацией (матричные преобразователи частоты - МПЧ). Алгоритмы пространственно-векторного управления МПЧ. Векторное описание состояний МПЧ. Состояния инвертора.</p> <p>1.12. Нейросетевые технологии в системах управления. Аналогия с биологическими нейронами. Основные функции сенсорных систем. Группы нейронов. Абстрактный нейрокомпьютер. Модели нейронов. Функции активации. Варианты топологии нейронных сетей (НС).</p> <p>1.13. Исходные данные для синтеза сети. Функционирование НС. Однослойные и многослойные НС. Обучение НС. Понятие персептрона.</p>

	<p>1.14. Принципы управления электроприводами на основе нечеткой логики. Логические системы управления на основе фаззи-логики. Понятие термов. Общая структура системы фаззи-управления. Блоки фаззификации, логического заключения, дефаззификации. Принципы построения нечетких правил.</p> <p>1.15. Алгоритм построения фаззи-регулятора. Особенности фаззи-управления. Области применения. Формы функций принадлежности. Алгоритм формализации задач в терминах нечеткой логики. Пример управления электрооборудованием нагнетателей (вентиляторов, насосов и компрессоров) на основе нечеткой логики.</p> <p>1.16. Системы станочного электропривода с числовым программным управлением (ЧПУ). Сервоприводы. Виды ЧПУ. Задачи, решаемые устройствами ЧПУ. Классификация систем ЧПУ. Понятие об интерполяции и адаптивных системах управления станочным приводом.</p> <p>1.17. Основные компоненты сервосистем. Основные режимы работы исполнительных приводов станков и общие требования к ним. Требования к операционным системам для ЧПУ.</p>
2	<p>Лабораторные работы:</p> <p>2.1. Электропривод лифта в здании на 4 этажа. Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование лифтового механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов.</p> <p>2.2. Электропривод главного движения (или движения подачи) токарного станка для реализации фрезерной операции (получения шестигранника из исходной заготовки круглого сечения). Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование конкретного механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов.</p> <p>2.3. Электропривод имитатора «пришагивания» электродвигателя на четырех различных частотах (два, три, шесть, двенадцать шагов на один оборот в прямом и обратном направлении). Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование конкретного механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов.</p> <p>2.4. Электропривод лабораторной установки, имитирующей при срабатывании 1-го датчика автоматическую последовательную отработку шести тахограмм: треугольных с тремя уровнями скоростей в прямом и обратном направлении, трапецеидальной с тремя уровнями скоростей в прямом и обратном направлении. При срабатывании 2-го датчика – прекращение работы первого алгоритма в любое произвольное время и отработка второго алгоритма, подобного первому, но в обратном чередовании тахограмм и скоростей. При воздействии на входные датчики 3-8 игнорирование тахограммы №1-6 и работа по текущему алгоритму. Синтезировать оптимальный алгоритм работы механизма согласно техническому заданию, типовым требованиям на функционирование конкретного механизма, с учетом возможностей и особенностей используемых лабораторных стендов.</p>
3	<p>Практические занятия:</p> <p>3.1. Моделирование шестиканального генератора ШИМ с регулируемой несущей частотой</p>

	<p>1-10 кГц.</p> <p>3.2. Моделирование блоков фазных и координатных преобразований <math>abc \rightarrow \alpha\beta</math>; <math>\alpha\beta \rightarrow dq \rightarrow xy</math>. В системе прямого пуска АД с фазным ротором подать напряжения и токи статора и ротора на эти преобразователи.</p> <p>3.3. Моделирование задатчика рывка с темпом нарастания ускорения 0,1 с, скорости – 1 с.</p> <p>3.4. Моделирование блока деления синхронных гармонических сигналов (с равным периодом 0,02 с) с нейтрализацией возникающих неопределенностей (деления на нуль).</p> <p>3.5. Моделирование блока вычисления модуля и аргумента гармонического сигнала произвольной амплитуды и частоты. Моделирование блока, решающего обратную задачу.</p> <p>3.6. Моделирование генератора импульсов управления (СИФУ) для системы с трехфазным мостовым полууправляемым выпрямителем.</p> <p>3.7. Моделирование генератора импульсов управления (СИФУ) для системы с трехфазным мостовым управляемым выпрямителем.</p> <p>3.8. Моделирование однофазного корректора мощности.</p>
4	<p>Расчетно-графическая работа:                  «Исследование свойств и характеристик асинхронного двигателя в составе частотно-регулируемого электропривода средствами имитационного моделирования»</p>
5	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <p>5.1. Подготовка к защите лабораторных работ.</p> <p>5.2. Подготовка к контрольным опросам на практических занятиях.</p> <p>5.3. Выполнение расчетно-графической работы</p> <p>5.4. Подготовка к экзамену по дисциплине                  (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД).</p>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной деятельности по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция в формате мультимедийных презентаций
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
3	Лабораторные работы	Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде)
4	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
5	Контроль (промежуточная аттеста-	Технология устного опроса

ция: экзамен)
---------------

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

### **Оценочные средства текущего контроля успеваемости:**

#### **Примеры вопросов к защите лабораторных работ:**

1. Какие языки программирования используются на применяемых в работах прикладных логических контроллерах (ПЛК)?
2. Изложите заложенную в программе логику опроса кнопок приказов и вызовов для моделируемого электропривода лифта.
3. Какие способы оптимизации разработанной программы Вы предложите для минимизации программного кода?
4. Как разграничиваются функции ПЛК и частотного преобразователя при отработке запрограммированного технологического цикла?
5. Как при разработке цикла были учтены возможности и ограничения лабораторного стенда?
6. Каким образом было смоделировано «пришагивание» при работе электродвигателя?
7. Как реализуется логика «И», «ИЛИ», «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ», «исключающее ИЛИ» на языке релейно-контактных схем?
8. Каким образом в ПЛК настраивается таймер с задержкой на включение и на отключение?
9. Каким образом в ПЛК организован суммирующий и вычитающий счетчики?
10. Каким образом можно изменить темп разгона и торможения двигателя с использованием возможностей стенда до отработки и в процессе отработки технологического цикла?

#### **Примеры вопросов к контрольному опросу на 4-м практическом занятии:**

1. Назовите варианты построения идентификаторов параметров и состояния асинхронного двигателя.
2. Какие принципиальные решения использованы при построении адаптивного идентификатора на основе функций Ляпунова?
3. Какие языки программирования используются в промышленных прикладных логических контроллерах для управления частотными преобразователями «от внешних клемм»?
4. Что представляет собой канал ШИМ для управления стойкой транзисторного инвертора при построении структурной модели?
5. Каким образом можно вычислить производные параметров электропривода (например, тока статора) при построении быстродействующих динамических идентификаторов?
6. Каким образом в схеме двухзвенного частотного электропривода можно рекуперировать энергию в питающую сеть?
7. Поясните принцип работы активного выпрямителя в режиме активного фильтра гармоник – «кондиционера сети»?
8. Можно ли управление активным выпрямителем организовать таким образом, чтобы реа-

лизовать компенсатор реактивной мощности? Какие регуляторы в этом случае присутствуют в системе?

9. Какие задатчики применяются в системах управления? Покажите реализацию задатчиков различного типа на примере реального преобразователя частоты?

10. Какие математические неопределенности возникают при делении синхронных гармонических сигналов? Каким образом они нейтрализуются?

### **Примеры вопросов к контрольному опросу на 8-м практическом занятии:**

1. Для чего используют коррекцию коэффициента мощности в однофазных маломощных преобразовательных устройствах? Каким нормативным документом это регламентируется?

2. Что представляет собой анализ процессов в ККМ по усредненной модели?

3. Нарисуйте схему мостового двухквadrантного ККМ.

4. Какие основные способы управления ККМ Вы знаете?

5. В чем разница энергетических свойств устройств ККМ на сетевой и высокой частоте коммутации полупроводниковых ключей преобразователя?

6. Какие недостатки свойственны тиристорным НПЧ?

7. Нарисуйте схему матричного преобразователя.

8. Изобразите принципиальную схему силового модуля циклоконвертера.

9. Какие законы управления применяют для матричного преобразователя?

10. В каких преобразователях лучше гармонический состав напряжения питания двигателя – в двухзвенных преобразователях частоты или матричных? Почему? От чего это зависит?

### **Краткое содержание РГР:**

«Исследование свойств и характеристик асинхронного двигателя в составе частотно-регулируемого электропривода средствами имитационного моделирования»

Для асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором современной серии с заданной мощностью и числом пар полюсов по известной упрощенной методике с учетом паспортными данными двигателя рассчитать параметры схемы замещения.

При помощи средств имитационного моделирования:

- в опыте прямого пуска машины под нагрузкой (с приложением нагрузки после пуска вхолостую) убедиться в корректности расчетов параметров схемы замещения путем анализа основных свойств и характеристик машины, полученных при моделировании (проанализировать и сопоставить полученные значения номинального скольжения, номинального тока статора, кратностей по току и моменту, времени пуска). При необходимости осуществить итерационную коррекцию параметров схемы замещения. Использовать полученные параметры машины для дальнейшего моделирования;

- смоделировать блок управления силовой частью частотно-регулируемого электропривода – ЧРП (по схеме «трехфазный неуправляемый выпрямитель – звено постоянного тока – трехфазный автономный инвертор с ШИМ») – блок ШИМ-управления по принципу симметричной синусоидальной ШИМ. Осуществить опыт прямого пуска машины через АИН с ШИМ. Смоделировать опыт частотного пуска машины по закону  $U/f = \text{const}$  с заданным темпом;

- смоделировать систему ЧРП с полной (частичной) IR-компенсацией (введением положительной обратной связи по току статора);

- смоделировать систему ЧРП со скалярным управлением;

- смоделировать систему ЧРП с векторным управлением (по системе «Трансвектор»).

Модели сопроводить кратким анализом механических (скорость, электромагнитный момент) и электрических, электромагнитных (ток статора, потокосцепление ротора) динамических характеристик (компьютерных осциллограмм).

### **Примеры вопросов к защите РГР:**

1. Чем отличаются методики определения параметров схемы замещения по паспортным данным?
2. Назовите особенности моделирования генератора опорного пилообразного сигнала в блоке, реализующем симметричную синусоидальную широтно-импульсную модуляцию.
3. В чем отличия в построении моделей скалярного и векторного управления ЧРП?
4. В чем отличия в построении моделей векторного управления ЧРП с прямой и косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя?
5. Как реализуются на моделях системы полной и частичной IR-компенсацией? Как настраиваются соответствующие блоки нелинейностей?

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации:**

#### **Примеры вопросов к экзамену по дисциплине:**

Первый вопрос в экзаменационном билете – вопрос по лекционном материалу (вопросы 1-22). Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения расчетно-графической работы (вопросы 23-37).

1. Идентификация скорости и параметров асинхронного двигателя (АД). Идентификатор на скользящих режимах. Арифметический пример. Работа «скользящей» системы.
2. Идентификация скорости и параметров АД. Идентификатор на скользящих режимах. Преобразование уравнений АД для использования в идентификаторе. Практическое решение.
3. Идентификация скорости и параметров АД. Идентификатор на скользящих режимах. Функции цели для построения идентификатора. Критерий нормального функционирования скользящего режима.
4. Идентификация скорости и параметров АД. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Пример функционирования на простой электрической схеме с двумя неизвестными законами изменения параметров. Структура идентификатора.
5. Идентификация скорости и параметров АД. Идентификатор на идеях Эйкхоффа. Общие принципы построения идентификатора. Этапы идентификации.
6. Идентификация скорости и параметров АД. Адаптивный метод. Уравнения двигателя в матричной форме.
7. Идентификация скорости и параметров АД. Адаптивный метод. Вариант функции Ляпунова. Дифференцирование функции. Условие устойчивости идентификации. Отклонения оцениваемых параметров. Состав блоков для построения системы идентификации скорости на фоне изменения активных сопротивлений.
8. Частотный электропривод с активным фильтром гармоник (АФГ). Силовая схема. Принцип работы.
9. Частотный электропривод с АФГ. Активный выпрямитель в режиме компенсатора реактивной мощности и рекуператора. Силовая схема. Построение системы управления в режиме рекуператора и «кондиционера» сети
10. Корректоры коэффициента мощности (ККМ). Однофазные схемы. Способы коррекции коэффициента мощности.
11. ККМ. Однофазные схемы. Обобщенная схема, принцип работы однофазного ККМ.
12. ККМ. Однофазные схемы. Схема полумостового двухквadrантного ККМ на базе инвертора напряжения. Схема мостового двухквadrантного ККМ на базе инвертора напряжения.
13. Вариант реализации трехфазного ККМ – Виенна-выпрямитель. Силовая схема. Конструкция ключа и схема замещения. Расчет коэффициента мощности при работе Виенна-выпрямителя. Достоинства и недостатки Виенна-выпрямителя.
14. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). НПЧ с естественной коммута-

цией (циклоконвертеры). Достоинства и недостатки этого типа НПЧ.

15. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). НПЧ с принудительной коммутацией (матричные - МПЧ). Алгоритмы пространственно-векторного управления МПЧ.

16. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). Векторное описание состояний МПЧ. Синтез алгоритма управления. Выбор состава и последовательности включения векторов напряжения.

17. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). Векторное описание состояний МПЧ. Синтез алгоритма управления. Расчет интервалов включения векторов напряжения.

18. Нейросетевые технологии в системах управления. Аналогия с биологическими нейронами. Основные функции сенсорных систем. Группы нейронов. Абстрактный нейрокомпьютер.

19. Нейросетевые технологии в системах управления. Модели нейронов. Функции активации. Варианты топологии нейронных сетей (НС). Исходные данные для синтеза сети.

20. Принципы управления ЭП на основе нечеткой логики. Логические системы управления на основе фаззи-логики. Понятие термов. Общая структура системы фаззи-управления. Блоки фаззификации, логического заключения, дефаззификации.

21. Принципы управления ЭП на основе нечеткой логики. Области применения. Формы функций принадлежности. Алгоритм формализации задач в терминах нечеткой логики.

22. Системы станочного привода с ЧПУ. Виды ЧПУ. Задачи, решаемые устройствами ЧПУ. Классификация систем ЧПУ. Понятие об интерполяции и адаптивных системах управления. Основные компоненты сервосистем.

23. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование блоков фазных и координатных преобразований  $abc \rightarrow \alpha\beta$ ;  $\alpha\beta \rightarrow dq \rightarrow xy$ .

24. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование генератора ШИМ с заданными характеристиками.

25. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование задатчика рывка с заданными темпами нарастания ускорения и скорости).

26. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование блока деления синхронных гармонических сигналов.

27. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование блока вычисления модуля и аргумента гармонического сигнала произвольной амплитуды и частоты.

28. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование системы частотно-регулируемого привода нагнетателя с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя.

29. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование системы частотно-регулируемого привода насосной станции с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя.

30. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование канала вертикального управления для СИФУ управляемого выпрямителя.

31. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование генератора синусоидальных напряжений переменной амплитуды и частоты.

32. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование П, ПИ и ПИД-регулятора при одном и том же сигнале отклонения параметров и оптимальной настройке.

32. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование полууправляемого тиристорного выпрямителя

34. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование элементов вектор – фильтра для системы векторного управления.

35. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование системы тиристорного управления в обмотке возбуждения двигателя постоянного тока.

36. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование системы ТПН-АД. Плавный пуск асинхронного двигателя

37. Привести расчетный алгоритм и схему модели. Моделирование релейного регулятора для управления широтно-импульсным преобразователем в системе с двигателем постоянного тока независимого возбуждения.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – **экзамен**.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему 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; проявившему 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 практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовле-	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях ос-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
творительно»/ не зачтено	<p>новного 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. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Для лекций и практических занятий:

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаборатории № 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 «Спецвопросы теории электропривода» (использовано оборудование, общее для настоящей дисциплины и дисциплины «Частотно-регулируемый электропривод»):

персональные компьютеры, маломощные асинхронные электродвигатели 250-370 Вт типа АИР63В4УЗ и 4ААМ63В2УЗ, преобразователи частоты 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.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### **для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

### **для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;

- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;

- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Данилов, П.Е. Теория электропривода: учебное пособие / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков; Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2018. – 416 с.: ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480141> (дата обращения: 10.02.2018). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9457-2. – DOI 10.23681/480141. – Текст: электронный.

2. Кучер, Е.С. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами: учебное пособие: [16+] / Е.С. Кучер, Д.А. Котин; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 152 с.: ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575486> (дата обращения: 10.02.2018). – Библиогр.: с. 119-123. – ISBN 978-5-7782-3160-3. – Текст: электронный.

### **Дополнительная литература.**

1. Панкратов, В.В. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учебное пособие / В.В. Панкратов, Д.А. Котин. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 143 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228772> (дата обращения: 10.02.2018). – ISBN 978-5-7782-2108-6. – Текст: электронный.

2. Паршин, А.М. Источники питания электротехнологических установок: учебное пособие / А.М. Паршин, М.В. Первухин, В.Н. Тимофеев; Сибирский федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2015. – 108 с.: схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435721> (дата обращения: 10.02.2018). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3292-1. – Текст: электронный.

### **Список авторских методических разработок.**

1. В.В. Рожков. Комплект мультимедийных методических материалов к изучению дисциплины «Специальные вопросы теории электропривода» (расположен в ЭИОС филиала и передается обучающимся на 1-й лекции для подготовки к занятиям и самостоятельного изучения дисциплины).



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- 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
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10