

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Магистерская программа «Методы исследования и моделирования процессов в  
электромеханических преобразователях энергии»  
РПД Б1.В.ДВ.01.02 «Системы регулирования электромеханических  
преобразователей»



**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

« 03 » 2026 г.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Федулов Александр Сергеевич  
Сертификат: 5A022291D0DE01CCADCB2B81371C7969  
Действителен: 06.05.2025 - 30.07.2026

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Системы регулирования электромеханических преобразователей**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки (специальность): 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**Магистерская программа: «Методы исследования и моделирования процессов в электромеханических преобразователях энергии»**

**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 «Методы исследования и моделирования процессов в  
электромеханических преобразователях энергии»  
РПД Б1.В.ДВ.01.02 «Системы регулирования электромеханических  
преобразователей»



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

**Программу составил:**

подпись

к.т.н., доцент В.А. Барышников  
ФИО

« 24 » февраля 2026 г.

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

**Заведующий кафедрой «Электромеханических систем»:**

подпись

к.т.н., доцент В.В. Рожков  
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

**Целью** освоения дисциплины является подготовка обучающихся к проектной деятельности путем формирования знаний, умений и навыков в области систем управления электромеханическими преобразователями энергии, в качестве которых рассматриваются электроприводы, совершенствование методов анализа и синтеза, а также улучшения их конструкционных свойств.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач по управлению проектами разработки и технико-экономическому обоснованию систем управления электромеханическими преобразователями.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Системы регулирования электромеханических преобразователей относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Микромашины и специальные электрические машины;

Электрические машины бытовой техники, энергосбережение средствами электромеханики;

Ознакомительная практика.

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

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;

Современные электроприводы для машин переменного тока.

## 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-2. Способен производить анализ компонент и синтез конструкций электромеханических преобразователей энергии	ПК-2.1 Анализирует компоненты электромеханических преобразователей энергии	Знает: особенности современных систем управления электромеханическими преобразователями. Умеет: применять методы анализа и синтеза применительно к замкнутым системам и расчету статических и динамических характеристик систем управления электромеханическими преобразователями в различных режимах работы. Владеет: навыками расчета статиче-



		ских характеристик, переходных процессов и нагрузочных диаграмм электроприводов с применением компьютерной техники.
	ПК-2.2 Синтезирует структуры и конструкции электромеханических преобразователей энергии на основе предварительно проведенного анализа.	<p>Знает: приемы методов синтеза конструкций и проведения технико-экономических расчетов проектов, содержащих системы управления электромеханическими преобразователями.</p> <p>Умеет: грамотно обосновать с технической и экономической стороны выбор конкретной системы управления электромеханическими преобразователями, отвечающей заданным требованиям.</p> <p>Владеет: информацией о современном оборудовании электроприводов и его стоимости.</p>



## Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия:</p> <p>1.1. Основные задачи регулирования координат электропривода. Способы регулирования координат и их основные показатели. Функциональные схемы современных систем электропривода. Динамические модели механической части электропривода.</p> <p>1.2. Статическая и динамическая устойчивость систем электропривода. Особенности механической части привода как объекта управления в электромеханической системе.</p> <p>1.3. Принцип нечеткого управления электроприводами. Особенности FUZZY-регулятора.</p> <p>1.4. Определение функций принадлежности для FUZZY-управления. Переход к «нечёткости», формулы дефазификации.</p> <p>1.5. Основные параметры и характеристики современных полупроводниковых ключей (IGBT-, GTO-), составляющих основу статических преобразователей. Классификация современных статических преобразователей, их основные схемные решения, и режимы работы. Особенности работы статических преобразователей в составе электроприводов и технические требования, предъявляемые к ним.</p> <p>1.6. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура. Оценка точности автоматического регулирования координат частотным методом. Передаточные функции ошибки по заданию и возмущению. Связь требуемой точности в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура.</p> <p>1.7. Оценка качества автоматического регулирования координат частотным методом. Связь показателей колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура.</p> <p>Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Суммарная некомпенсируемая постоянная времени <math>T_{\Sigma}</math>. Зависимость показателей регулирования от коэффициента <math>a = T_o / T_{\Sigma}</math>. Настройка контура регулирования на технический оптимум.</p> <p>1.8. Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции. Принцип подчиненного регулирования координат. Зависимость величины некомпенсируемой постоянной от числа внутренних контуров регулирования.</p> <p>Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования.</p> <p>1.9. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д). Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП–Д. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д. Статические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум.</p> <p>1.10. Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции. Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода.</p> <p>1.11. Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д.</p> <p>Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Уравнения динамической и статической механических характеристик. Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах</p>

	<p>обратной связи по скорости.</p> <p>1.12. Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту.                  Свойства электропривода по системе УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования.</p> <p>1.13. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов.                  Расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д.                  Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП–Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости.</p> <p>1.14. Особенности управления асинхронным электроприводом по системе ПЧ–АД. Схема замещения и статические характеристики асинхронного двигателя при различных законах регулирования: <math>\frac{U_R}{f_1}; \frac{U_\mu}{f_1}; \frac{U_S}{f_1}; \frac{U_1}{f_1} = \text{const}</math> и <math> \vec{I}_1  = \text{const}</math>.</p> <p>1.15. Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя. Реостатное регулирование скорости и его показатели.</p> <p>1.16. Точное позиционирование. Влияние отклонения параметров на точность позиционирования. Пути уменьшения ошибки позиционирования.                  Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению. Трехконтурная система УП–Д для регулирования положения. Определение передаточной функции регулятора положения.</p> <p>1.17. Переходные процессы при точной остановке и обработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения. Регулятор положения с параболической характеристикой.                  Понятие о следящем электроприводе. Ошибки следящего электропривода и пути их уменьшения.</p>
2	<p>Лабораторные работы:</p> <p>2.1. «Статические характеристики двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения в системе электропривода с различными обратными связями».</p> <p>2.2. «Исследование системы стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с суммирующим усилителем».</p> <p>2.3. «Изучение схем релейного управления движением асинхронного двигателя с фазным ротором».</p> <p>2.4. Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с тиристорным регулятором напряжения».</p>
3	<p>Практические занятия:</p> <p>3.1. Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Настройка контура регулирования на технический оптимум. Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции.</p> <p>3.2. Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования. Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП–Д.</p> <p>3.3. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д. Ста-</p>

	<p>тические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум.</p> <p>3.4. Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управляющему и возмущающему воздействиям в системе УП-Д, оптимизированной методом последовательной коррекции. Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП-Д.</p> <p>3.5. Свойства электропривода по системе УП-Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования.</p> <p>3.6. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП-Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов.</p> <p>3.7. Расчет параметров контура регулирования скорости в системе ТП-Д при настройке на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости. Графики переходных процессов.</p> <p>3.8. Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя.</p>
4	Расчетно-графическая работа «Расчёт и моделирование электропривода с подчинённым регулированием координат».
5	Самостоятельная работа студентов: 5.1. Подготовка к защите лабораторных работ. 5.2. Подготовка к контрольным опросам на практических занятиях. 5.3. Выполнение курсовой работы. 5.4. Подготовка к экзамену по дисциплине (оценочные материалы приведены в разделе 6 настоящей РПД).

## 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	Технология устного опроса

	(промежуточная аттеста- 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. Почему в системе стабилизации скорости с задержанной обратной связью по скорости время пуска двигателя зависит от значения момента статической нагрузки?
2. К чему приведет нажатие кнопки SB5 при проведении исследований системы стабилизации мощности (напряжения)? Поясните с помощью механических характеристик системы.
3. Как можно влиять на значение ускорения при пуске системы стабилизации скорости с параметрическим ограничением момента и задатчиком интенсивности при фиксированной нагрузке на валу испытуемого двигателя?
4. Какие параметры оказывают влияние на жесткость статических механических характеристик системы стабилизации скорости?
5. С какой целью применяются замкнутые системы электропривода?
6. Каковы уравнения замыкания системы электропривода по скорости, по току?
7. В чём состоит физическая сущность получения жёстких характеристик в замкнутых системах электропривода?
8. какой предельной жесткостью могут быть получены характеристики в системах электропривода с обратными связями по напряжению, току, скорости?
9. В чём состоит сущность получения мягких характеристик в системе электропривода с отрицательной обратной связью по току якоря ДПТ?
10. Объясните возможность регулирования координат изменением действующего значения напряжения  $U_{\phi}$ .
11. Каков принцип работы ТРН на активную и активно-индуктивную нагрузки соответственно?
12. Поясните, как осуществляется регулирование трехфазного напряжения на статоре АД?
13. Как формируются жесткие характеристики в системе ТРН-АД?
14. В чем состоит физический смысл получения жестких характеристик?
15. Расскажите последовательность выполнения операций при исследовании статических характеристик в системе ТРН-АД.
16. Объясните возможность регулирования координат изменением действующего значения напряжения  $U_{\phi}$ .
17. Каков принцип работы ТРН на активную и активно-индуктивную нагрузки соответственно?
18. Поясните, как осуществляется регулирование трехфазного напряжения на статоре АД?
19. Как формируются жесткие характеристики в системе ТРН-АД?

20. Почему характеристика разомкнутой системы и характеристика, снятая при постоянном напряжении на якоре двигателя, имеют разные жесткости?
21. Выведите уравнение статической механической характеристики в замкнутой системе электропривода.
22. От чего зависит скорость холостого хода и жесткость статической характеристики в замкнутой системе электропривода?
23. Как изменятся статические характеристики в замкнутой системе электропривода, если изменить коэффициент обратной связи?
24. Как изменятся статические характеристики в замкнутой системе, если изменить общий коэффициент усиления суммирующего усилителя?
25. Почему при увеличении коэффициента положительной обратной связи по току якоря система становится неустойчивой?
26. Каким образом происходит ограничение тока якоря в системе с положительной обратной связью по скорости?
27. Для каких целей служит датчик тока?
28. Как изменится качество динамических характеристик системы электропривода, если изменить коэффициент обратной связи?
29. Чем определяется динамический ток двигателя в системе с датчиком интенсивности?
30. Чем определяется динамический ток двигателя в системе электропривода с задержанной отрицательной связью по току якоря при подаче сигнала задания скачком?
31. Изобразите и объясните ЛАЧХ и ЛФЧХ системы электропривода
  - а) с отрицательной обратной связью по скорости;
  - б) с положительной обратной связью по току якоря.

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

1. Для чего необходимо регулирование координат электропривода? Какие ограничения накладываются на режимы работы двигателя?
2. Каким целям служит регулирование координат? Какие способы регулирования координат Вы знаете?
3. Охарактеризуйте основные показатели регулирования координат.
4. Как выводится формула для определения суммарной ошибки замкнутого контура регулирования?
5. Какова связь требуемой точности регулирования в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура?
6. Какова связь показателей регулирования: колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура?
7. В чем суть метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат? Что представляет собой некомпенсируемая постоянная времени  $T_{\mu}$ ? Какова желаемая передаточная функция разомкнутого контура регулирования?
8. От чего зависит колебательность и быстродействие замкнутого контура регулирования? Как производится настройка контура регулирования на технический оптимум?
9. Как определяется передаточная функция регулятора? Почему ограничено применение ПИД-регулятора и более сложных регуляторов?
10. В чем заключается принцип подчиненного регулирования координат? Как изменяется некомпенсируемая постоянная при увеличении числа контуров регулирования?
11. Как настраивается контур регулирования на симметричный оптимум? Какие показатели регулирования при такой настройке?

12. Что представляет собой обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д)? Какие уравнения, параметры и структурные схемы для системы УП–Д?

13. Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики электропривода по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту.

14. Как влияет введение отрицательной обратной связи по моменту на динамические свойства электропривода по системе УП–Д?

15. Каким образом осуществляется последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д? Изобразите структурную схему и статические механические характеристики электропривода.

16. Какими динамическими свойствами обладает контур момента в системе УП–Д при настройке на технический оптимум?

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

1 Как определить статические и динамические ошибки регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

2 Как влияет внутренняя обратная связь по скорости на точность регулирования момента в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

3 Как рассчитываются параметры унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д?

4 Как влияет введение отрицательной обратной связи по моменту на динамические свойства электропривода по системе УП–Д?

5 Каким образом осуществляется последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д? Изобразите структурную схему и статические механические характеристики электропривода.

6 Какими динамическими свойствами обладает контур момента в системе УП–Д при настройке на технический оптимум?

7 Как определить статические и динамические ошибки регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

8 Как влияет внутренняя обратная связь по скорости на точность регулирования момента в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

9 Как рассчитываются параметры унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д?

10 Изобразите структурную схему автоматического регулирования скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Как влияет коэффициент обратной связи по скорости на статические характеристики и динамические свойства электропривода?

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

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

13 Как производится расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д с П-регулятором скорости? Как рассчитываются и строятся механические характеристики?

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

### **Краткое содержание расчётно-графической работы:**

«Расчёт и моделирование электропривода с подчинённым регулированием координат».

Для электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения с заданной мощностью по известной упрощённой методике с учетом паспортным данным двигателя рассчитать параметры структурной схемы. Следуя заданной программе работы:

1. Рассчитать регулятор тока и регуляторы скорости для систем подчиненного регулирования при настройке контура скорости на технический (ТО) и симметричный (СО) оптимумы.
2. Разработать структурные схемы для моделирования переходных процессов пуска и реверса в холостую и под нагрузкой с задатчиком интенсивности и без него, наброса и сброса нагрузки.

3. Произвести моделирование системы электропривода.

Описание моделей необходимо сопроводить кратким анализом механических (скорость, электромагнитный момент) и электрических (ток статора, ЭДС) динамических характеристик (компьютерных осциллограмм).

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

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

Первый вопрос в экзаменационном билете – вопрос по лекционном материалу. Второй вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения расчётно-графической работы.

1. Основные задачи регулирования координат электропривода. Способы регулирования координат и их основные показатели.
2. Функциональные схемы современных систем электропривода. Динамические модели механической части электропривода.
3. Статическая и динамическая устойчивость систем электропривода. Особенности механической части привода как объекта управления в электромеханической системе.
4. Принцип нечеткого управления электроприводами. Особенности FUZZY-регулятора.
5. Определение функций принадлежности для FUZZY-управления. Переход к «нечёткости», формулы дефазсификации.
6. Основные параметры и характеристики современных полупроводниковых ключей (IGBT-, GTO-), составляющих основу статических преобразователей. Классификация современных статических преобразователей, их основные схемные решения, и режимы работы.
7. Особенности работы статических преобразователей в составе электроприводов и технические требования, предъявляемые к ним.
8. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура. Оценка точности автоматического регулирования координат частотным методом.
9. Передаточные функции ошибки по заданию и возмущению. Связь требуемой точности в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура.
10. Оценка качества автоматического регулирования координат частотным методом. Связь показателей колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура.
11. Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Суммарная некомпенсируемая постоянная времени  $T_{\Sigma}$ . Зависимость показателей регулирования от коэффициента  $a = T_o / T_{\Sigma}$ . Настройка контура регулирования на технический оптимум.

12. Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции. Принцип подчиненного регулирования координат.
13. Зависимость величины некомпенсируемой постоянной от числа внутренних контуров регулирования.
14. Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования.
15. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д). Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП–Д. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д.
16. Статические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум.
17. Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции.
18. Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода.
19. Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д.
20. Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Уравнения динамической и статической механических характеристик.
21. Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах обратной связи по скорости.
22. Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту.
23. Свойства электропривода по системе УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования.
24. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов.
25. Расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д.
26. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП–Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости.
27. Особенности управления асинхронным электроприводом по системе ПЧ–АД.
28. Схема замещения и статические характеристики асинхронного двигателя при различных законах регулирования:  $\frac{U_R}{f_1}; \frac{U_\mu}{f_1}; \frac{U_S}{f_1}; \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$  и  $|\overline{I}_1| = \text{const}$ .
29. Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя. Реостатное регулирование скорости и его показатели.
30. Точное позиционирование. Влияние отклонения параметров на точность позиционирования. Пути уменьшения ошибки позиционирования.
31. Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению. Трехконтурная система УП–Д для регулирования положения. Определение передаточной функции регулятора положения.
32. Переходные процессы при точной остановке и обработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения.
33. Регулятор положения с параболической характеристикой.
34. Понятие о следящем электроприводе. Ошибки следящего электропривода и пути их уменьшения.

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 выставляются 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 выставляются 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».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, 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

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	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. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 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», расположенной по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1 и оснащенной четырьмя специализированными лабораторными стендами (всего шестнадцатью). В основное оборудование указанной лаборатории входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Системы регулирования электромеханических преобразователей» (использовано оборудование, общее для настоящей дисциплины и дисциплин «Управление и регулирование в электромеханике» и «Управление электроприводов и элементы автоматизации технологических процессов»):

испытываемые двигатели, представляющие собой машины постоянного и переменного тока общепромышленного назначения мощностью в единицы кВт; реверсивный тиристорный преобразователь постоянного напряжения по трёхфазной нулевой схеме; тиристорный регулятор напряжения; индуктивно-ёмкостный источник тока; тиристорный импульсный коммутатор; магнитный и электромашинный усилители; сопутствующая аппаратура и оборудование.

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

– специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным 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. Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-2177-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75524> (дата обращения: 01.04.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Фролов, Ю. М. Проектирование электропривода промышленных механизмов : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1571-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/44843> (дата обращения: 01.04.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература.**

1. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гушинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3812> (дата обращения: 01.04.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

1. В.А. Барышников, комплект лекций по дисциплине «Управление электроприводов и элементы автоматизации технологических процессов» в формате мультимедийных презентаций, расположен на кафедральных ресурсах в ауд. В-114.



### 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