

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
**В.В. Рожков**  
2016 г.

**Изменения и дополнения к  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**УПРАВЛЕНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Профиль подготовки: Электромеханика**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Шифр дисциплины по учебному плану 2016/2017 уч. года: Б1.В.ДВ.5.2**

Смоленск – 2016 г.

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

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской и эксплуатационной деятельности по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

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

Дисциплина направлена на формирование следующих общепрофессиональной и профессиональных компетенции:

ОПК-3 «способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей»;

ПК-8 «способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- методы анализа электроэнергетических и электротехнических систем с электрическими машинами (ОПК-3);
- методики использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8).

### **Уметь:**

- синтезировать имитационные модели электрических машин на основании схем замещения (ОПК-3);
- пользоваться техническими средствами для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8).

### **Владеть:**

- способностью управлять техническими средствами для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору цикла Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по программе «Электрические машины», направления «Электромеханика».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Полевые задачи в электромеханике» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.9 Теоретические основы электротехники

Б1.Б.11 Электрические машины

Б1.В.ОД Основы теории подобия и моделирования

Б1.Б.17 Информационно-измерительная техника

Б1.В.ОД.4 Электротехника и основы электроники

Б1.В.ОД.6 Элементы систем автоматики

Б1.В.ОД.8 Проектирование электрических машин

Б1.В.ОД.13 Электрические и электронные аппараты

Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

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

Б1.В.ДВ.7.1 Переходные процессы в электромеханических системах

Б1.В.ДВ.7.2 Динамические режимы в электромеханике

### 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:  | по выбору   |           |
| № дисциплины по учебному плану:                                   | Б1.В.ДВ.5.1 |           |
| Часов (всего) по учебному плану:                                  | 288         | 7 семестр |
| Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)                            | 8           | 7 семестр |
| Лекции (ЗЕТ, часов)   | 1.5, 54     | 7 семестр |
| Практические занятия (ЗЕТ, часов)                                 | 1, 36       | 7 семестр |
| Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)                                  | 0.5, 18     | 7 семестр |
| Курсовая работа (ЗЕТ, часов)                                      | 0.5, 18     | 7 семестр |
| Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего) | 3.25, 117   | 7 семестр |
| Экзамен (ЗЕТ, часов)  | 1.25, 45    | 7 семестр |

#### Самостоятельная работа студентов

|   |                        |
|---|------------------------|
| Вид работ   | Трудоемкость, ЗЕТ, час |
| Изучение материалов лекций (лк)                                     | 1, 36                  |
| Подготовка к практическим занятиям (пз)                             | 1, 36                  |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)          | 0.5, 18                |
| Выполнение расчетно-графической работы (реферата)                   | -                      |
| Выполнение курсовой работы  | 0.5, 18                |
| Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС) | 0.25, 9                |
| Подготовка к зачету   | -                      |
| Всего:  | 3.25, 117              |
| Подготовка к экзамену   | 1.25, 45               |

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### Содержание по видам учебных занятий

| № п/п | Темы дисциплины  | Всего часов на тему | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах) |    |     |    |     |                  |
|-------|--|---------------------|--|----|-----|----|-----|------------------|
|       |  |                     | лк   | пр | лаб | КР | СРС | в т.ч. интеракт. |
| 1     | 2  | 3                   | 4  | 5  | 6   | 7  | 8   |                  |
| 1     | <b>Тема 1.</b> . Общие вопросы регулирования координат электромеханических систем. | 6                   | 2  | 2  | -   |    | 2   | 2                |

|   |  |    |           |           |           |           |            |           |
|---|--|----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 2   | <b>Тема 2.</b> Регулирование момента в системе управляемый преобразователь двигателя (УП-Д). | 6  | 2         | 2         | -         | 2         | 2          |           |
| 3   | <b>Тема 3.</b> Характеристики электромеханических систем при управлении и регулировании.     | 3  | 2         |           | -         | 1         | 2          |           |
| 4   | <b>Тема 4.</b> Регулирование скорости электромеханических систем в системе УП-Д.             | 52 | 12        | 8         | 4         | 28        | 12         |           |
| 5   | <b>Тема 5.</b> Регулирование момента и скорости в других электромеханических системах.       | 52 | 12        | 8         | 4         | 28        | 12         |           |
| 6   | <b>Тема 6.</b> Регулирование положения.  | 52 | 12        | 8         | 4         | 28        | 12         |           |
| 7   | <b>Тема 7.</b> Многодвигательные электромеханические системы.                                | 54 | 12        | 8         | 6         | 28        | 12         |           |
| 8   | <b>Курсовая работа</b>   | 18 |           |           |           | 18        |            |           |
| <b>всего 288 часов по видам учебных занятий (включая 45 часов на подготовку к экзамену)</b> |  |    | <b>54</b> | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>117</b> | <b>54</b> |

## Содержание по видам учебных занятий

### Тема 1. Общие вопросы регулирования координат электромеханических систем

**Лекция 1.** Основные задачи регулирования координат электропривода. Способы регулирования координат и их основные показатели. 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. Оценка качества автоматического регулирования координат частотным методом. Связь показателей колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура. Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Суммарная некомпенсируемая постоянная времени  $T_{\Sigma}$ . Зависимость показателей регулирования от коэффициента  $a = T_0 / T_{\Sigma}$ . Настройка контура регулирования на технический оптимум

**Практическое занятие 1.** Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции. Принцип подчиненного регулирования координат. Зависимость величины некомпенсируемой постоянной от числа внутренних контуров регулирования.

**Самостоятельная работа 1.** Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе. Выполнение курсовой работы

### Тема 2. Регулирование момента в системе управляемый преобразователь - двигатель

**Лекция 2.** Автоматическое регулирование момента в системе УП-Д с отрицательной обратной связью по моменту. Структурная схема, уравнения динамической и статической механических характеристик электропривода. Механические характеристики при автоматическом регулировании момента. Автоматическое регулирование момента в системе УП-Д с отрицательной обратной связью по моменту и положительной обратной связью по скорости. Уравнение статической характеристики.

**Практическое занятие 2.** Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д). Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП–Д.

**Самостоятельная работа 2.** Изучение лекционного материала. Подготовка к практической работе. Выполнение курсовой работы

### **Тема 3. Характеристики при управлении и регулировании**

**Лекция 3.** Критическая положительная связь по скорости. Механические характеристики в такой системе. Анализ динамических свойств (точности, колебательности) электропривода по системе УП–Д с автоматическим регулированием момента.

**Самостоятельная работа 3.** Изучение лекционного материала. Выполнение курсовой работы

### **Тема 4. Регулирование скорости электромеханических систем в системе УП–Д**

**Лекция 4.** Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости

**Лекция 5.** Уравнения динамической и статической механических характеристик.

**Лекция 6.** Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах обратной связи по скорости

**Лекция 7.** Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту.

**Лекция 8.** Свойства электропривода по системе УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум.

**Лекция 9.** Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов.

**Практическая работа 3.** Расчет статических механических характеристик асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора в замкнутой системе.

**Практическая работа 4.** Расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д.

**Практическая работа 5.** Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП–Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости.

**Практическая работа 6.** Особенности управления асинхронным электроприводом по системе ПЧ–АД.

**Лабораторная работа 2.** Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с тиристорным регулятором напряжения.

**Самостоятельная работа 5.** Изучение лекционного материала Подготовка к практическим работам. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла). Выполнение курсовой работы

### **Тема 5. Регулирование момента и скорости в других в других электромеханических системах.**

**Лекция 10.** Регулирование момента электропривода постоянного тока в системе источник тока – двигатель (ИТ–Д).

**Лекция 11.** Механические характеристики при индуктивно-емкостном источнике тока.

**Лекция 12.** Регулирование скорости электропривода постоянного тока в системе (ИТ–Д) с обратной связью по скорости или напряжению на якоре, механические характеристики

**Лекция 13.** Использование последовательной коррекции для регулирования тока возбуждения двигателя.

**Лекция 14.** Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе

**Лекция 15.** Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя.

**Практическая работа 3.** Расчет статических механических характеристик асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора в замкнутой системе.

**Практическая работа 4.** Динамические свойства замкнутых систем асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора.

**Практическая работа 5.** Расчет параметров систем асинхронного электропривода.

**Практическая работа 6.** . Расчет переходных процессов систем асинхронного электропривода..

**Лабораторная работа 2.** Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с тиристорным регулятором напряжения.

**Самостоятельная работа 5.** Изучение лекционного материала Подготовка к практическим работам. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла). Выполнение курсовой работы

#### **Тема 6. Регулирование положения.**

**Лекция 16.** Точное позиционирование

**Лекция 17.** Влияние отклонения параметров на точность позиционирования.

**Лекция 18.** Пути уменьшения ошибки позиционирования.

**Лекция 19.** Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению.

**Лекция 20.** Трехконтурная система УП–Д для регулирования положения

**Лекция 21.** Переходные процессы при точной остановке и отработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения. Регулятор положения с параболической характеристикой

**Практическая работа 11.** Понятие о следящем электроприводе

**Практическая работа 12.** Оценка ошибок следящего электропривода.

**Практическая работа 13.** Анализ путей уменьшения следящего электропривода.

**Практическая работа 14.** Расчет регулятора положения.

**Лабораторная работа 3.** Исследование системы стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с подчиненным регулированием координат.

**Самостоятельная работа 6.** Изучение лекционного материала Подготовка к практическим работам. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла). Выполнение курсовой работы

**Текущий контроль** – устный опрос при: выполнении практических работ, проведении допуска к лабораторным работам, защите лабораторных работ, консультировании КР.

#### **Тема 7. Многодвигательные электромеханические системы**

**Лекция 22.** Особенности многодвигательных электроприводов.

**Лекция 23.** Двухдвигательный электропривод с механической связью между двигателями. Способы выравнивания нагрузки двигателей. Использование двухдвигательного электропривода для получения специальных механических характеристик.

**Лекция 24.** Многодвигательный асинхронный электропривод с общим импульсным регулятором в роторной цепи

**Лекция 25.** Особенности работы электропривода при отсутствии и наличии механической связи.

**Лекция 26.** Разновидности систем электрического вала: с уравнительными машинами, с преобразователем частоты и машинами двойного питания, с общим реостатом.

**Лекция 27.** Порядок пуска рассмотренных систем. Сравнительные достоинства и недостатки различных систем электрического вала

**Практическое занятие 15.** Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции.

**Практическое занятие 16.** . Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода.

**Практическое занятие 17.** Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д.

**Практическое занятие 18.** Заключительное занятие.

**Лабораторная работа 4.** Исследование системы стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с суммирующим усилителем

**Лабораторная работа 5.** Защита лабораторных работ

**Самостоятельная работа 7.** Изучение лекционного материала Подготовка к практическим работам. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (изучение методических указаний, предварительная проработка технологического цикла). Выполнение и подготовка к защите курсовой работы

**Текущий контроль** – устный опрос при: выполнении практических работ, проведении допущения к лабораторным работам, защите лабораторных работ, консультировании и защите КР.

Время на одно занятие: лекция (2 часа), практическая работа (2 часа), лабораторная работа (4 часа). Лекционные занятия (в количестве 54 часа) проводятся в интерактивной форме (используются технологии типа «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делается преднамеренная ошибка с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибки и установления истины).

**Лабораторные работы:** учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ изложено в учебном приложении к РПД.

Тематика **курсовой работы:**

Электроприводы с различными вариантами построения системы стабилизации скорости (с подчиненным регулированием координат, с общим суммирующим усилителем, с модальным управлением и т.п.).

**Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

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

*По тексту исходной 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: ОПК-3, ПК-8.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, выполнение курсовой работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, выполнении курсовой работы, успешной сдачи экзамена.

*Далее по тексту исходной РПД.*

Автор  
канд. техн. наук, доцент

Д.И. Баловнев

Зав. кафедрой ЭМС  
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Изменения и дополнения в РПД приняты на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.