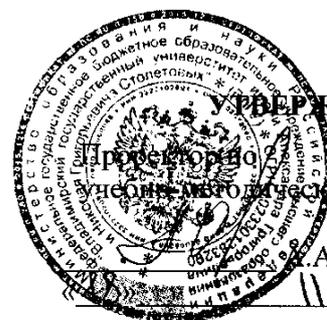


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



ВЕРЖДАЮ  
Преподседателю  
непрямой методической работе

А. Панфилов  
2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

Направление подготовки *27.03.04 Управление в технических системах*

Профиль подготовки *Управление и информатика в технических системах*

Уровень высшего образования *бакалавриат*

Форма обучения *очная*

| Семестр      | Трудоем-<br>кость зач,<br>ед, час. | Лек-<br>ций,<br>час. | Практик.<br>занятий,<br>час. | Лаборат.<br>работ, час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточного<br>контроля (экз./зачет) |
|--------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------|---|
| 8            | 5/180                              | 30                   | 10                           | 30                      | 74           | КП, экзамен (36 час)                          |
| <b>Итого</b> | 5/180                              | 30                   | 10                           | 30                      | 74           | КП, экзамен (36 час)                          |

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является формирование у слушателей знания структурных особенностей конкретных электроприводов и характеристик их основных элементов.

Электроприводы играют в настоящее время важную роль при решении задач автоматизации во всех отраслях народного хозяйства. Их технические параметры существенно влияют на качество и надежность автоматизированных технологических процессов. Развитие силовой электроники и микроэлектроники оказало плодотворное влияние на разработки в области электропривода и автоматики. Современный автоматизированный электропривод включает в себя системы управления и регулирования с высоким уровнем организации и одновременно сам является подсистемой в иерархической структуре автоматизации.

Дисциплина «Электромеханические системы» предусматривает изучение основных свойств и характеристик автоматизированного электропривода и включает следующие основные вопросы: электромеханическая система как совокупность электрической и механической частей, задачи и способы управления координатами электромеханической системы, моментом и скоростью движения, положением исполнительного органа, структуры и компоненты управляемой электромеханической системы, уравнения движения, электропривод как управляемая электромеханическая система, одномассовая и двухмассовая механические системы, механика электропривода, элементы силовой части. Их математическое описание, характеристики электроприводов постоянного и переменного тока, принципы построения и реализация замкнутых электромеханических систем, принципы подчиненного регулирования, независимое управление координатами, статические и динамические характеристики, методы расчета и настройки.

### *Задачи дисциплины:*

Задачи преподавания дисциплины состоят в:

- ознакомлении и изучении методологии и теоретических методов анализа и синтеза электромеханических систем и оптимизации объектов автоматики;
- умении поставить типовые задачи по расчету и оптимизации электромеханических процессов и математическому моделированию объектов управления;
- умении готовить исходные данные и использовать специальные пакеты прикладных программ при расчете составлении математических моделей электромеханических систем на ПК.

Применение полученных знаний осуществляется в дальнейшем в процессе выполнения студентами выпускных квалификационных работ, магистерских диссертаций, в ходе производственной практики, а также в последующей работе по специальности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Электромеханические системы» относится к обязательным дисциплинам вариативной части направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах». Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения. Для успешного усвоения курса необходимы твердые знания по курсам «Математика», «Теория автоматического управления», «Численные методы», «Программирование и основы алгоритмизации». Эти формируют необходимые для изучения этой дисциплины способности осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления; производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные

средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями; готовность участвовать в разработке технической документации и установленной отчетности по утвержденным формам. Полученные знания необходимы студентам для последующего изучения дисциплин специальности, при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских и производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

- готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4)
- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6)
- способностью использовать нормативные документы в своей деятельности (ОПК-8)
- способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления (ПК-5)
- способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием (ПК-6)
- способность разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-7)

В результате освоения дисциплины «Электромеханические системы» обучающийся должен

**- знать:**

- основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- основные методы расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления;

**- уметь:**

- производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием;
- разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями;

**- владеть:**

- навыками разработки технической документации и установленной отчетности по утвержденным формам.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Электромеханические системы»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Раздел дисциплины   | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |          |                      |                     |                     |           | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |                      |                |                       |
|-------|---|---------|-----------------|--|----------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------|---|---|----------------------|----------------|-----------------------|
|       |   |         |                 | Лекции   | Семинары | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы, | СРС       |   |   | КП / КР              |                |                       |
| 1     | Механика электроприводов. Уравнения Лагранжа-Максвелла.   | 8       | 1               | 2  |          | 2                    | 4                   |                     | 10        |   | 4/50%   |                      |                |                       |
| 2     | Электроприводы постоянного тока   | 8       | 2-3             | 6  |          | 2                    | 6                   |                     | 12        |   | 7/50%   |                      |                |                       |
| 3     | Электроприводы с асинхронными двигателями   | 8       | 4-6             | 8  |          | 2                    | 6                   |                     | 12        |   | 8/50%   | Рейтинг-контроль 1   |                |                       |
| 4     | Электроприводы с синхронными двигателями. Электроприводы с бесколлекторными двигателями постоянного тока        | 8       | 7-8             | 6  |          | 2                    | 6                   |                     | 12        |   | 7/50%   | Рейтинг-контроль 2   |                |                       |
| 5     | Электроприводы с моментными двигателями постоянного тока. Электроприводы с линейными двигателями                | 8       | 8-9             | 4  |          | 1                    | 4                   |                     | 12        |   | 9/100 %   |                      |                |                       |
| 6     | Моделирование систем электроприводов. Выбор электродвигателей и усилителей мощности для систем электроприводов. | 8       | 9-10            | 4  |          | 1                    | 4                   |                     | 16        |   | 9/100 %   | Рейтинг-контроль 2,3 |                |                       |
| Всего |   |         |                 |  |          | <b>30</b>            |                     | <b>10</b>           | <b>30</b> |   | <b>74</b>   | <b>кп</b>            | <b>44/63 %</b> | <b>3 р-к, экзамен</b> |

## Теоретический курс

### **Раздел 1. Механика электроприводов**

Тема 1.1. Основные представления и законы механики. Основные типы и характеристики механических передач. Ременные и фрикционные передачи. Вариаторы. Зубчатая передача с эвольвентным профилем зубьев. Планетарные и дифференциальные передачи. Зубчатая передача с круговым профилем зубьев (Передача Новикова). Цепная передача. Фрикционная коническая передача. Зубчатая коническая передача. Червячная передача. Зубчато-реечный механизм. Винтовой механизм. Шарико-винтовые передачи. Кривошипно-кулисный механизм. Кулачковые механизмы. Редукторы. Коробки передач. Основные направления и перспективы развития механических передаточных устройств электроприводов.

Тема 1.2. Математическое описание механической части электропривода.

Математическое описание механической части электропривода. Несвободные механические системы. Идеальные связи. Криволинейные координаты. Координатные преобразования. Уравнения Лагранжа. Составление уравнений движения. Уравнения Гамильтона. Уравнения движения неголономных систем. Уравнения Лагранжа-Максвелла

Распространение учения о связях на электрические цепи. Вывод уравнений Лагранжа-Максвелла. Уравнения электрических процессов. Электромеханические аналогии. Вторая форма уравнений Лагранжа-Максвелла. Математическое описание простейших электромеханических систем.

### **Раздел 2. Электроприводы постоянного тока**

Тема 2.1. Принцип действия машины постоянного тока. Уравнение Лагранжа-Максвелла для машин постоянного тока. Обобщенные уравнения Маджи машин постоянного тока. Математические модели двигателей постоянного тока с различными способами возбуждения. Линеаризованные модели двигателей постоянного тока независимого возбуждения при управлении напряжением на якорной обмотке и обмотке возбуждения.

Тема 2.2. Математические модели двигателя постоянного тока с упругими связями, трением в механической передаче и люфтом.

Тема 2.3. Типовые структуры автоматических систем управления электроприводами. Одноконтурные системы управления электроприводами. Принцип подчиненного регулирования координат.

Тема 2.4. Система двухзонного регулирования скорости. Компенсация нелинейностей, связанных с двухзонным регулированием. Ограничение якорного тока в переходных режимах.

### **Раздел 3. Электроприводы с асинхронными двигателями**

Тема 3.1. Принцип действия асинхронной машины. Математическая модель асинхронного двигателя.

Тема 3.2. Математическое описание асинхронного электродвигателя при управлении частотой и напряжением статора. Математическое описание асинхронного двигателя при управлении со стороны ротора.

Тема 3.3. Автоматические системы управления скоростью асинхронных короткозамкнутых двигателей. Системы частотного управления с функциональными преобразователями координат, обратными связями по ЭДС статора, скорости двигателя, скорости и току двигателя.

Тема 3.4. Системы частотно-токового управления.

Тема 3.5. Система векторного управления.

Тема 3.6. Автоматические системы управления скоростью асинхронных электродвигателей с фазным ротором.

#### **Раздел 4. Электроприводы с синхронными двигателями**

Тема 4.1 Математическое описание синхронного двигателя. Автоматическое регулирование возбуждения двигателей. Управление пуском синхронных двигателей.

Тема 4.2 Электроприводы с бесколлекторными двигателями постоянного тока. Математическое описание бесколлекторного двигателя постоянного тока. Основные схемы управления бесколлекторными двигателями.

#### **Раздел 5. Электроприводы с моментными двигателями постоянного тока**

Общие сведения о моментных двигателях постоянного тока. Магнитоэлектрические моментные двигатели с ограниченным углом поворота ротора. Электромагнитные и поляризованные моментные двигатели с ограниченным углом поворота ротора. Вентильные и коллекторные моментные двигатели с неограниченным углом поворота ротора.

Тема 5.1. Общие сведения о моментных двигателях постоянного тока. Магнитоэлектрические моментные двигатели с ограниченным углом поворота ротора.

Тема 5.2. Электромагнитные и поляризованные моментные двигатели с ограниченным углом поворота ротора. Вентильные и коллекторные моментные двигатели с неограниченным углом поворота ротора.

Тема 5.3. Электроприводы с линейными двигателями. Принципы построения линейных электродвигателей. Линейные двигатели постоянного тока. Электромагнитные линейные двигатели. Линейные асинхронные двигатели. Синхронные линейные двигатели.

#### **Раздел 6. Моделирование систем электроприводов**

Тема 6.1. Задачи и особенности имитационного моделирования систем электроприводов. Алгоритмы основных численных методов моделирования. Примеры моделирования электроприводов.

Выбор электродвигателей и усилителей мощности для систем электроприводов.

Выбор электродвигателей по роду тока, принципу действия и напряжению. Выбор двигателей по конструктивному исполнению. Выбор электродвигателей по мощности. Выбор полупроводниковых устройств управления для электроприводов.

#### **Практические занятия**

Практические занятия являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности.

Целью практических занятий является:

- подтверждение теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, путем поведения небольших по объему исследований по изучаемой теме;
- приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области моделирования систем и проведения инженерных расчетов по профилю профессиональной деятельности.

Перед проведением практических занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения работ по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

Практическое занятие № 1. Моделирование механической части электропривода в *MATLAB*.

Практическое занятие № 2. Моделирование электропривода постоянного тока в *MATLAB*.

Практическое занятие № 3. Моделирование асинхронной машины в *MATLAB*.

Практическое занятие № 4. Моделирование асинхронного привода с векторным

управлением в MATLAB.

Практическое занятие № 5. Моделирование пуска синхронного двигателя в MATLAB.

Практическое занятие № 6. Моделирование мехатронной системы с вентильным двигателем в MATLAB.

Практическое занятие № 7. Моделирование линейного двигателя в Simulink.

### Лабораторные занятия

Лабораторные занятия являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности.

Целью лабораторных занятий является:

- подтверждение теоретического материала, полученного на лекционных занятиях, путем поведения небольших по объему исследований по изучаемой теме;

- приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области моделирования систем и проведения инженерных расчетов по профилю профессиональной деятельности.

Перед проведением лабораторных занятий студенты должны освоить требуемый теоретический материал и процедуры выполнения работ по выданным им предварительно учебным и методическим материалам.

Лабораторное занятие № 1. Моделирование и идентификация электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.

Лабораторное занятие № 2. Исследование и моделирование трехфазного асинхронного электродвигателя.

Лабораторное занятие № 3. Исследование и моделирование системы электропривода постоянного тока.

Лабораторное занятие № 4. Следящий электропривод.

Лабораторное занятие № 5. Асинхронный частотно-управляемый электропривод.

Лабораторное занятие № 6. Система управления возбуждением синхронного двигателя.

Лабораторное занятие № 7. Следящий электромагнитный электропривод.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Пример использования основных активных и интерактивных методов в лекционных, лабораторных и практических занятиях (аудиторные занятия) по разделам

| Раздел  | Метод (форма)   | Общее<br>Количество<br>часов (по<br>разделам) |
|---|---|---|
| Раздел 1. Механика<br>электроприводов.<br>Лагранжа-Максвелла. | Контекстное обучение<br>Информационно-<br>коммуникационные технологии | 8   |

|   |  |    |
|---|--|----|
| Раздел 2. Электроприводы постоянного тока   | Опережающая самостоятельная работа<br>Информационно-коммуникационные технологии. | 12 |
| Раздел 3. Электроприводы с асинхронными двигателями   | Информационно-коммуникационные технологии  | 16 |
| Раздел 4. Электроприводы с синхронными двигателями. Электроприводы с бесколлекторными двигателями постоянного тока        | Модульное обучение<br>Опережающая самостоятельная работа                         | 16 |
| Раздел 5. Электроприводы с моментными двигателями постоянного тока. Электроприводы с линейными двигателями                | Модульное обучение<br>Работа в малых группах                                     | 9  |
| Раздел 6. Моделирование систем электроприводов. Выбор электродвигателей и усилителей мощности для систем электроприводов. | Информационно-коммуникационные технологии<br>Проектная технология                | 9  |

Основной формой проведения занятий по дисциплине «Электромеханические системы» является система «проблемная лекция – практическое или лабораторное занятие». Согласно требованиям ФГОС ВО лекционные занятия не могут составлять более 50 % всех аудиторных занятий по дисциплине.

При чтении лекций следует широко использовать разнообразные наглядные учебные пособия (раздаточный материал) и (учебные видеofilьмы, слайд-шоу и т.д.). Ряд лекционных и практических занятий предполагает совмещение тех или иных методов, как правило, это проблемная лекция с применением методов ИКТ (IT-методы).

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в учебном процессе должны широко использоваться активные и интерактивные формы проведения практических занятий в том числе: семинары в диалоговом режиме, дискуссии (в том числе – групповые), деловые и ролевые игры, создание творческих проектов и др.

Самостоятельная работа студентов (74 часов) подразумевает работу под руководством преподавателей (подготовку к практическим занятиям) и индивидуальную работу студента с ПК и в сети INTERNET, а также работу научной библиотеке ВлГУ (электронные ресурсы).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Текущий контроль успеваемости проводится в форме рейтинг-контроля знаний студентов. Всего по дисциплине проводится 3 рейтинг-контроля.

## Курсовой проект

**Курсовой проект** – важный этап обучения студента, где проявляются навыки ведения самостоятельной научно-исследовательской работы и овладения методикой исследования и эксперимента при решении актуальной задачи в области избранной студентом специальности.

Выполнение курсовых проектов предусмотрено учебным планом и обязательно для каждого студента. В результате выполнения курсового проекта студент должен показать готовность к владению основными умениями вести исследовательскую работу.

Тематика курсовых проектов определяется и утверждается на заседании кафедры управления и информатики в технических и экономических системах ВлГУ.

*Темы курсовых проектов могут определяться разными способами:*

1. Ведущий преподаватель определяет тему курсового проекта студента. Если преподаватель ведет исследовательскую работу по определенной проблеме, он может привлечь к её разработке и студентов, предложив им для творческого поиска перечень конкретных тем.
2. Студент по согласованию с ведущим преподавателем, работает по теме, связанной с его профессиональной деятельностью (совмещая работу и учёбу).
3. Студент, по согласованию с кафедрой, работает по теме, соответствующей его перспективным интересам.

Научный руководитель регулирует формулировки тем в рамках направления конкретных дисциплин, не допускает формулировку одинаковых тем в рамках направления конкретных дисциплин, не допускает формулировку одинаковых тем разными студентами в одной группе. Список тем курсовых проектов утверждается на заседании кафедры.

В соответствии с выбранной и согласованной темой курсового проекта руководитель выдает студенту задание, в котором указывается тема, исходные данные для выполнения проекта, содержание работы, сроки выполнения курсового проекта, а также согласовывается календарный график выполнения отдельных этапов и всей работы.

### Структура курсового проекта

Материал курсового проекта должен быть изложен чётко и логически последовательно с конкретным описанием результатов научно-технического исследования и выводов.

Курсовой проект должен иметь следующую структуру:

1. Титульный лист;
2. Задание на курсовой проект;
3. Содержание;
4. Введение;
5. Основная часть;
6. Заключение;
7. Список использованных источников;
8. Приложения (при необходимости).

**Содержание** включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование) и заключение с указанием номеров страниц, на которых размещаются эти наименования.

**Введение** содержит оценку современного состояния решаемой инженерной задачи, ее актуальности и новизну, обоснование необходимости проведения дальнейших исследований и цель работы.

**Основная часть** проекта включает:

- 1) обоснование выбранного направления исследований и общую методику достижения поставленной в работе цели;
- 2) теоретические и (или) экспериментальные исследования;
- 3) обобщение и оценку результатов исследований.

При этом основная часть делится на разделы, которые, в свою очередь, могут делиться на подразделы и пункты. Первый раздел содержит анализ современного состояния исследуемого вопроса и постановку задачи. Второй раздел включает обоснование предлагаемого метода для решения поставленной задачи и методику исследований. Третий раздел содержит изложение самостоятельно полученных студентом теоретических и экспериментальных результатов в сравнении с подобными результатами других авторов (отсутствие такого сравнения необходимо мотивировать). Во всех разделах проекта необходимо указывать ссылки, откуда почерпнуты необходимые сведения.

**Заключение** содержит краткие выводы по результатам выполненного проекта, оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по использованию полученных результатов.

**Список использованных источников** включает только те источники, которые использованы при выполнении курсовой работы. Источники располагаются в списке в порядке появления ссылок на них в работе. Сведения об источниках приводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84.

**Приложения** содержат вспомогательный материал, дополняющий проект: промежуточные математические доказательства, протоколы испытаний, описание технических средств, применяемых при проведении экспериментов, акты внедрения полученных результатов и т.п.

Общий объем курсового проекта не должен превышать 40 страниц. Надо излагать материал работы кратко и ясно.

### **Примерные темы курсовых проектов**

1. Электропривод суппорта станка.
2. Электропривод шнека экструдера.
3. Электропривод рольганга.
4. Электропривод конвейера.
5. Электропривод тележки.
6. Электропривод стола.
7. Следящая система.
8. Электромагнитный привод.

### **Самостоятельная работа студентов**

**Целью самостоятельной работы** являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Основные формы самостоятельной работы заключаются в проработке дополнительной литературы, подготовке к практическим занятиям, устному опросу, контрольным работам и рейтинг-контролю. Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на консультациях, во время работы на ПК и практических занятиях.

#### **Раздел 1.**

Требования к электроприводам промышленных механизмов. Схемы электроприводов промышленных механизмов. Схема замкнутой системы электропривода механизма подъема с импульсным регулированием сопротивления в цепи ротора. Схема двухдвигательного электропривода механизма передвижения с импульсно-ключевым регулятором скорости.

Требования к электроприводам станков, роботов и манипуляторов. Схемы электроприводов роботов. Электроприводы с двигателями постоянного и переменного тока. Электроприводы с подчиненным регулированием координат (скорости, тока и напряжения).

Многодвигательные электроприводы производственных механизмов. Анализ режимов работы двухдвигательного ЭП при различных схемах включения двигателей. Способы и схемы выравнивания нагрузки двигателей в многодвигательных электроприводах.

Требования к электроприводам электрифицированного транспорта. Основные узлы электропривода транспорта.

## **Раздел 2.**

Влияние упругих связей и зазоров в элементах кинематической цепи и законов управления электроприводом на динамические нагрузки. Аналитическая оценка влияния упругой связи и зазора в режиме пуска двухмассовой системы электропривода. Схемы электроприводов, обеспечивающие компенсацию зазоров в кинематической цепи: схема электропривода с наблюдающим устройством; схема двухдвигательного электропривода при питании двигателей от общего источника; схема двухдвигательного электропривода при питании от индивидуальных источников с общим регулятором скорости.

## **Раздел 3.**

Электропривод насосов и компрессоров.  $Q - H$  характеристика насоса и магистрали. Способы регулирования подачи.

Электропривод конвейеров и эскалаторов. Конструктивные и технологические особенности транспортных линий. Требования к ЭП, типовые схемы ЭП.

## **Раздел 4.**

Классификация и структура технологических комплексов базовых отраслей промышленности. Средства управления комплексами. Автоматизированные технологические комплексы городского хозяйства. Автоматизированные технологические комплексы добывающих производств.

## **Раздел 5.**

Основы обеспечения надежности электрооборудования. Основные понятия теории надежности, количественные характеристики надежности, способы повышения надежности, статистический контроль качества и надежности массовой продукции.

# **ВОПРОСЫ ДЛЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЯ**

## **1 рейтинг-контроль**

1. Укажите основные направления в развитии автоматизированного электропривода типовых производственных механизмов.
2. Приведите примеры комплексной автоматизации производственного процесса с широким применением типовых производственных механизмов.
3. Каким образом классифицируются по характеру технологического процесса типовые производственные механизмы?
4. Каким образом определяется мощность приводного двигателя для транспортёров и конвейеров?
5. Какие требования предъявляются к многодвигательному электроприводу подвесных конвейеров?
6. Каковы особенности электропривода эскалатора и рольганга?
7. Какие защитные блокировки применяются в электроприводах механизмов непрерывного транспорта при автоматизации?
8. Каким образом обеспечивается равномерное распределение нагрузок между двигателями при многодвигательном электроприводе конвейеров?
9. Что представляет собой преобразованная эпюра натяжения конвейера в режиме пуска?

10. Какой системой дифференциальных уравнений описывается движение привода конвейера согласно упрощенной динамической модели?
11. На какие группы разделены насосы, вентиляторы и компрессоры по типу и конструкции?
12. Каким образом определяется мощность, потребляемая вентилятором?
13. Каким образом определяется производительность в данной местности при учёте средних температур и барометрических давлений воздуха?
14. Каким образом изменяется момент и мощность вентилятора при изменении скорости?
15. Какой способ регулирования производительности центробежного вентилятора экономичнее: с помощью задвижки или изменения скорости вращения двигателя?
16. Каким образом определяется мощность компрессора?
17. Объясните назначение маховика в асинхронном электроприводе поршневого компрессора.
18. Каким образом определяется мощность двигателя центробежного насоса?
19. Каким образом осуществляется автоматизация работы насосных и компрессорных установок?
20. Каким образом определяется мощность поршневого компрессора?
21. На какие группы делятся электрические приводы с асинхронным двигателем для механизмов с вентиляторным моментом на валу?
22. Какие электроприводы используются для механизмов центробежного и поршневого типов?
23. Перечислите основные и вспомогательные движения на типовых металлорежущих станках.
24. Каким образом вычисляется усилие, скорость и мощность резания в токарных станках?
25. Каким образом вычисляется усилие, скорость и мощность резания в сверлильных станках?
26. Каким образом вычисляется усилие, скорость и мощность резания в фрезерных станках?
27. Каким образом вычисляется усилие, скорость и мощность резания в шлифовальных станках?
28. Каким образом вычисляется усилие, скорость и мощность резания в строгальных станках?
29. Какие способы торможения асинхронных двигателей применяются в станках? Укажите их преимущества и недостатки.
30. Из каких соображений надо исходить при выборе системы электропривода и рода тока для металлорежущих станков?
31. Какие используются способы регулирования скорости механизмов металлорежущих станков?
32. Какие показатели регулирования скорости используются в электроприводах механизмов металлорежущих станков?
33. Каким образом можно обеспечить регулирование скорости электропривода при постоянном моменте?
34. Какая система электропривода может обеспечить регулирование скорости при постоянной мощности?
35. Какие требования предъявляются к электроприводам главного движения и подачи в металлорежущих станках?
36. Какими факторами обуславливается точность обработки на копировальных станках?
37. Укажите отличительные особенности агрегатных станков.
38. Укажите характерные конструктивные особенности крановых электродвигателей.

## 2 рейтинг-контроль

1. Какими факторами определяется режим работы крановых механизмов?
2. В чём сущность методов нагрузочных диаграмм и завода «Динамо» при выборе электродвигателей по мощности?
3. Какие специальные способы получения низких посадочных скоростей существуют в крановых электроприводах?
4. Каким образом осуществляется выбор крановых тормозов для механизмов передвижения?
5. Каким образом осуществляется выбор крановых тормозов для механизмов подъёма?
6. Какие виды защит и блокировок осуществляются защитной панелью?
7. Каким образом устроен крановый токоподвод и производится его расчёт?
8. Какие электроприводы используются в механизмах крановых установок?
9. В каких крановых установках целесообразно применение тиристорных электроприводов постоянного и переменного токов?
10. Какие основные механизмы имеет экскаватор с прямой лопатой?
11. Какие основные механизмы имеет экскаватор - драглайн?
12. Для каких целей используются экскаваторные характеристики в электроприводах экскаваторов? Опишите способы их получения.
13. Опишите работу схемы электропривода экскаватора по системе ТП-Д.
14. Из каких соображений выбираются токи стопорения и отсечки в электроприводах экскаваторов?
15. Каким образом осуществляется электроснабжение экскаватора, работающего в полевых условиях?
16. Какие требования предъявляются к электрооборудованию подъёмников (лифтов)?
17. Каким образом определяется мощность двигателей подъёмников?
18. Для каких целей используется в лифтах противовес?
19. Какие типы электроприводов применяются в подъёмниках (лифтах)?
20. Каково назначение, устройство и принцип действия специального оборудования (этажные реле, ловители, буфера, тормоза, конечные выключатели и т.д.)?
21. Как осуществляется точная остановка кабины лифта?
22. Какая бесконтактная аппаратура применяется для скоростных лифтов?
23. Почему точная остановка оказывает решающее влияние на выбор той или иной системы электропривода?
24. Каковы особенности работы схемы микропроцессорной системы управления на базе контроллера MCS 220?
25. Что понимается в теории прокатки под обжатием и вытяжкой?
26. Как определяется мощность прокатки и момент для вращения валков на основании кривых удельного расхода энергии?
27. Как строятся схемы управления прокатными станами?
28. Какие защиты электрических машин предусмотрены в схемах управления реверсивного стана горячей прокатки?
29. Какие электродвигатели применяются для клеток черновой и чистовой групп тонколистового непрерывного стана горячей прокатки?
30. Какие применяются схемы управления электродвигателями непрерывных станов холодной прокатки?
31. Каким образом осуществляется регулирование натяжения полосы между станом холодной прокатки и моталкой?
32. Какие регуляторы толщины полосы на станах холодной прокатки называют системами грубого и тонкого регулирования?

### 3 рейтинг-контроль

1. Каким образом устраняется транспортное запаздывание при регулировании толщины в прокатных станах?
2. Как определить мощность электродвигателя рольганга?
3. Какие системы автоматизации применяются для нажимных устройств?
4. Какие особенности режимов работы имеются у летучих дисковых ножниц?
5. Объясните технологический процесс образования бумаги на бумагоделательной машине.
6. Какие требования предъявляются к системам электропривода механизмов бумагоделательной машины?
7. Какие методы расчёта мощности приводных двигателей используются для бумагоделательных машин?
8. По какому признаку классифицируются электроприводы бумагоделательных машин?
9. Какие схемные решения применяются для уменьшения влияния податливости кинематической цепи, тяговых органов и обрабатываемого материала на статические и динамические режимы бумагоделательной машины?
10. Почему при производстве бумаги или картона установленные значения скорости машины и соотношения скоростей секций должны поддерживаться неизменными с высокой степенью точности?
11. По каким признакам разделяются электроприводы бумагоделательных и картоноделательных машин (БМ и КМ) на две основные группы?
12. Что представляют собой трансмиссионные электроприводы БМ и КМ?
13. На какие три подгруппы делятся многодвигательные электроприводы БМ и КМ?
14. Почему землеснаряд, роторный экскаватор, процесс камнедробления, процесс изготовления деталей и сборки в машиностроении являются автоматизированными технологическими комплексами?
15. В чём особенность координированного управления агрегатами в составе технологического комплекса?
16. Какие производственные механизмы входят в состав роторного экскаватора?
17. Какие производственные механизмы входят в состав землесосного снаряда?
18. Какие производственные машины входят в состав технологического комплекса при камнедроблении?
19. Какие производственные машины входят в состав технологического комплекса при изготовлении и сборке детали в машиностроении?
20. Из каких операций состоит технологический цикл роторного экскаватора, землесосного снаряда, дробления, изготовления детали и сборки в машиностроении?
21. Какие системы электроприводов используются для производственных механизмов роторного экскаватора?
22. Какие системы электроприводов используются для производственных механизмов землесосного снаряда?
23. Какие системы электроприводов используются для производственных механизмов в процессе дробления?
24. Какие системы электроприводов используются для производственных механизмов в процессе изготовления детали и сборки в машиностроении?
25. Какие задачи по автоматизации решаются в роторном экскаваторе и землесосном снаряде?
26. Какие задачи по автоматизации решаются в процессе дробления?
27. Какие задачи по автоматизации решаются в процессе изготовления детали и сборки в машиностроении?

## Вопросы к экзамену

1. Электропривод. Определение, основные элементы и назначение.
2. Основные законы электромеханического преобразования энергии.
3. Обобщенная электрическая машина.
4. Механические передачи. Классификация и основные характеристики. Примеры механических передач.
5. Ременная передача.
6. Фрикционная передача. Вариаторы.
7. Зубчатая передача.
8. Планетарные и дифференциальные передачи.
9. Механические передачи между валами с пересекающимися и скрещивающимися геометрическими осями.
10. Механизмы, преобразующие движение.
11. Винтовые механизмы.
12. Математическое описание механической части электропривода. Уравнения Лагранжа-Максвелла.
13. Уравнения движения двухмассовой механической системы с жесткими кинематическими связями.
14. Двухмассовая система с упругими связями.
15. Нагрузки электрического привода. Приведение нагрузок к валу двигателя.
16. Люфт в механической передаче. Приведение люфта к ведущей и ведомой осям.
17. Электропитающие устройства систем электроприводов.
18. Преобразовательные устройства систем приводов. Общие характеристики, основные требования.
19. Транзисторные усилители в системах электропривода.
20. Алгоритмы управления ШИМ - преобразователями для систем электропривода.
21. Тиристорные управляемые выпрямители.
22. Автономные инверторы.
23. Непрерывные усилители постоянного и переменного тока.
24. Основные уравнения и структурная схема двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
25. Статические и динамические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
26. Двигатели постоянного тока параллельного и последовательного возбуждения.
27. Структуры систем электроприводов постоянного тока. Регулирование тока, скорости положения.
28. Принцип подчиненного регулирования координат.
29. Настройка регуляторов в системе электропривода.
30. Асинхронный электродвигатель. Конструкция, принцип действия и схема замещения.
32. Механическая характеристика асинхронного двигателя.
33. Регулирование скорости асинхронного двигателя.
34. Асинхронный однофазный двигатель.
35. Вентильный двигатель.
36. Синхронный двигатель.
37. Шаговые двигатели
38. Индукторные двигатели.
39. Моментные двигатели.
40. Электромагнитные двигатели.

41. Трансформаторы. Конструкция, принцип действия, уравнения, схема замещения, векторная диаграмма однофазного трансформатора. Трехфазный трансформатор.
42. Основные положения выбора электромеханических и полупроводниковых преобразователей для систем управления.
43. Тепловые модели электромеханического преобразователя.
44. Выбор двигателей по мощности.
45. Основные режимы работы двигателей.
46. Выбор двигателей по мощности. Классы изоляции.

## **7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### ***Основная литература***

1. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Анучин А.С. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/>
2. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования [Электронный ресурс] : Монография / В.В. Сторожев, Н.А. Феоктистов; под ред. д.т.н., профессора Феоктистова Н.А. - М. : Дашков и К, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/>
3. "Исследование динамики манипуляционных систем: метод. указания к лабораторному практикуму по курсу "Моделирование и исследование робототехнических систем" [Электронный ресурс] / Е.А. Котов, А.В. Назарова, Т.П. Рыжова; под ред. А.В. Назаровой. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013." - <http://www.studentlibrary.ru/>

### ***Дополнительная литература***

- 1.Сторожев, В. В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования [Электронный ресурс]: Монография / В. В. Сторожев, Н. А. Феоктистов; под ред. д.т.н., профессора Феоктистова Н. А. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. — 412 с. - ISBN 978-5-394-02468-9
2. Экспериментальные исследования в мехатронных системах [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / С.В. Овсянников, А.А. Бошляков, А.О. Кузьмина. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Татмышевский К.В., Макарова Н.Ю. Элементы электронных устройств. – Владимир, ВлГУ, 2015 – 121 с. (библиотека ВлГУ)

### ***Периодические издания***

1. Электротехника.
2. Электричество.
3. Мехатроника, автоматизация, управление.
4. Известия вузов. Электромеханика.
5. Автоматизация в промышленности.
6. Автоматика и телемеханика.
7. Современные технологии автоматизации.

### ***Интернет-ресурсы***

1. <http://users.kaluga.ru/math/> - сайт "Компьютерная математика", обзор основных математических пакетов.
2. <http://www.mathworks.com/products/simulink> - раздел Simulink на сервере [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com) (англ.)
3. <http://www.engin.umich.edu/group/ctm/> - учебные материалы по моделированию и исследованию динамических объектов с помощью MatLab (англ.)
4. <http://www.eagle.ca/~cherry/pst.htm> материалы по Power System Toolbox

## **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*Лекционные аудитории* должны быть оборудованы мультимедийными системами, компьютерами (доступ к сети Интернет), экраном. В качестве материально-технического обеспечения дисциплины использованы: электронные мультимедийные средства обучения, Наборы слайдов по темам, Электронные каталоги и справочники.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «**Управление в технических системах**»

Рабочую программу составил



С.И.Малафеев  
д.т.н., профессор

Рецензент  
Директор  
ООО НПП «Энергоприбор» к.т.н.



В.В.Моисеенко

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИТЭС  
Протокол № 10/1 от 18.11.15 года

Заведующий кафедрой



А.Б.Градусов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления «**Управление в технических системах**»

Протокол № 8 от 18.11.15 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов