

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по  
учебно-методической работе

  
А.А.Панфилов

«18» 11 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОМАШИННЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ  
И УПРАВЛЕНИЯ»

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- кость зач. ед., час	Лекции час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз/зачет)
6	3/108	36	-	18	54	Зачет
<b>Итого</b>	3/108	36	-	18	54	зачет

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В настоящее время нет отрасли техники, где не применяются электромашинные устройства (ЭМУ). Кроме того они занимают значительную роль в приборостроении и научных исследованиях.

Повышение эффективности систем автоматизации и управления во всех случаях человеческой деятельности во многом зависит от электромашинных устройств, от научного обоснованного согласования их статических и динамических свойств с требованиями механических подсистем. Это приобретает особое значение в условиях все более расширяющейся области использования систем управления технологическими процессами производства: АСУТП, СУ ГАП, усложнения объектов, совершенствовании технологии, повышения производительности труда, качества продукции, что является основой научно-технического прогресса. Отмеченное придает возрастающее значение освоению будущими специалистами многообразия электромашинных устройств, включая основные особенности характеристик и возможностей их эффективного использования в системах автоматизации и управления.

Поэтому целью курса является освоение гаммы ЭМУ для оптимального выбора при разработке современных технических систем различного назначения, и как отмечал в свое время Ф.Энгельс, оказывая революционное воздействие на историческое развитие общества вообще.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Электромашинные устройства систем автоматизации и управления» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана и является обязательной для 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», «Физика», «Электротехника и электроника», «Метрология и измерительная техника», «Теория автоматического управления». Математические и общенаучные дисциплины формируют необходимые для изучения этой дисциплины способности к обобщению и анализу информации по ЭМУ, навыки постановки цели и выбора электромашинных средств в системах управления. Полученные знания необходимы студентам для последующего изучения дисциплин направления подготовки бакалавров, а также для подготовки, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских и производственно-технических задач в профессиональной деятельности.

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

В результате освоения дисциплины «Технические средства автоматизации и управления» формируется компетенция:

- готовность применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации (ОПК-4);

- способностью 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);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления (ПК-5);
- способностью 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);
- способностью разрабатывать проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями (ПК-7).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

**знать:**

- основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- основные методы, способы и средства расчета и исследования основных характеристик ЭМУ;

**уметь:** выбирать электромашинные средства для конкретных систем управления, оценивать их основные эксплуатационные свойства при работе в системе;

**владеть:** навыками математических расчетов статических, динамических, энергетических и надежности характеристик с целью уточнения моделей самих систем, расчета на этих моделях и корректировки основных параметров компонентов систем.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед., 108 час.

№ 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	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контрольные работы	СРС	КП/КР		
1	Общие вопросы теории электромашинных устройств постоянного и переменного тока в системах управления. Способы управления.	6	1-2	4		2		6		3/50	
2	Силовые и исполнительные двигатели постоянного тока в системах управления. Способы управления.	6	3-5	6		4		12		5/50	
3	Трансформаторные устройства. Режимы, анализ и их свойства.	6	6-8	6		4		12		5/50	1 рейтинг-контроль
4	Электромашинные устройства переменного тока. Способы управления.	6	9-11	8		2		12		5/50	
5	Тепловые режимы ЭМУ. Их связь с графиками нагрузок. Нагрузочные диаграммы двигателя и привода.	6	12-14	6		4		6		5/50	2 рейтинг-контроль
6	Механическая подсистема электроприводов и ее интегральные параметры. Выбор типа и мощности электромашинных устройств в системах управления	6	15-18	6		2		6		4/50	3 рейтинг-контроль
Всего:				36		18		54		27/50%	зачет

## Теоретический курс

**Раздел 1. Общие вопросы теории электромашинных устройств постоянного и переменного тока в системах управления. Способы управления.**

**Тема 1.1.** Предмет дисциплины. Ее задачи и связь с другими дисциплинами направления. Электромашинные устройства. Отличительные особенности ЭМУ постоянного и переменного тока: симметричные и несимметричные, трехфазные, двухфазные, однофазные, силовые, исполнительные, специальные, универсальные.

**Тема 1.2.** Обмотки ЭМУ: типы, исполнение, основные параметры. Магнитная цепь; коллектор; реакция якоря и ее влияние на свойства ЭМУ; коммутация и способы ее улучшения.

**Раздел 2. Силовые и исполнительные двигатели постоянного тока в системах управления. Способы управления.**

**Тема 2.1.** Двигатели параллельного, последовательного, независимого, смешанного возбуждения. Исполнительные устройства в системах управления.

**Тема 2.2.** Генераторы параллельного, независимого, последовательного и с смешанного возбуждения. Тахогенераторы.

**Тема 2.3.** Якорное, полюсное, импульсное способы управления. Особенности динамики при различных способах управления.

**Раздел 3. Трансформаторные устройства. Режимы, анализ и их свойства.**

**Тема 3.1.** Принципы работы и основные уравнения однофазных трансформаторов. Особенности трехфазных трансформаторов.

**Тема 3.2.** Параметры трансформатора, приведенные параметры.

Векторные диаграммы и схемы замещения трансформатора.

**Тема 3.3.** Режимы холостого хода и короткого замыкания; потери и КПД трансформатора.

**Раздел 4. Электромашинные устройства переменного тока. Способы управления.**

**Тема 4.1.** Обмотки ЭМУ переменного тока и их ЭДС. Намагничивающие силы ((НС) однофазных, двухфазных и трехфазных обмоток.

**Тема 4.2.** Трехфазные асинхронные двигатели: энергетическая диаграмма, рабочие и механические характеристики.

**Тема 4.3.** Несимметричные двухфазные электродвигатели систем управления: способы управления, метод симметричных составляющих, энергетическая диаграмма, условия получения кругового поля при различных способах управления.

**Тема 4.4.** Однофазные микроэлектродвигатели ; фазосдвигающие устройства; способы пуска, управления для получения я оптимального КПД. Шаговые электродвигатели, режимы работы и характеристики. Вентильные электродвигатели и способы управления.

**Раздел 5. Тепловые режимы ЭМУ. Их связь с графиками нагрузок. Нагрузочные диаграммы двигателя и привода.**

Классы нагревостойкости изоляции. Управление нагревом электродвигателя. Нагрузочные диаграммы двигателя и электропривода. Способы уменьшения тепловых потерь и уменьшения массо-габаритных показателей двигателя.

**Раздел 6. Выбор типа и мощности электромашинных устройств в системах управления. Механическая подсистема электроприводов и ее интегральные параметры.**

Метод эквивалентных величин и их расчет в зависимости от графика нагрузки. Момент-кинематические и момент-энергетические характеристики – основа уточнения выбора мощности двигателя в динамике.

Механическая подсистема электроприводов , расчетные эквивалентные схемы расчета. Информативные параметры. Характеристики электроприводов и их роль в уточнении моделей

приводов при исследовании статических, динамических, энергетических и надежностных характеристик приводов на протяжении всего жизненного цикла объектов..

### Лабораторные занятия

1. Исследование электромеханических устройств систем управления.
2. Исследование электромеханических исполнительных устройств постоянного и переменного тока для систем управления.
3. Исследование динамических свойств ЭМУ на моделях.
4. Исследование статических и динамических характеристик САУ при различных исполнительных устройствах.
5. Исследование ЭМУ систем синхронной связи.
6. Исследование ЭМУ приводов возвратно-вращательного движения.
7. Исследование влияния нелинейностей колебательного исполнительного двигателя на параметры движения в нелинейной динамической системе.

## 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 и лабораторных занятиях (аудиторные занятия) по разделам:

Раздел	Метод (форма)	Общее кол-во часов (по разделам)
Общие вопросы теории электромашинных устройств постоянного и переменного тока в системах управления. Способы управления.	Контекстное обучение	12
Силовые и исполнительные двигатели постоянного тока в системах управления. Способы управления.	Опережающая самостоятельная работа	22
Трансформаторные устройства. Режимы, анализ и их свойства.	Информационно-коммуникационные технологии	22
Электромашинные устройства переменного тока. Способы управления.	Опережающая самостоятельная работа	22
Тепловые режимы ЭМУ. Их связь с графиками нагрузок. Нагрузочные диаграммы двигателя и привода.	Модельное обучение	16
Механическая подсистема электроприводов и ее интегральные параметры. Выбор типа и мощности электромашинных устройств в системах управления	Информационно-коммуникационные технологии	14

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

Текущий контроль осуществляется по результатам рейтинг-контроля. Всего по дисциплине проводятся 3 рейтинг-контроля.

Промежуточная аттестация – зачет.

### **Темы самостоятельной работы студентов**

1. Классификация исполнительных механизмов по типу привода и в зависимости от вида движения выходного элемента.
2. Выбор исполнительного механизма и вида его движения.
3. Какие показатели, параметры, особенности, факторы учитываются при выборе исполнительного механизма.
4. Что понимается под исполнительным устройством.
5. Перечислить и объяснить основные этапы энергетического расчета электропривода.
6. Способы определения нагрузки на объект и ее влияние на энергетику системы.
7. Основные параметры движения и их учет при оценке быстродействия, кинематических и энергетических характеристик привода.
8. Назначение регуляторов, реализуемые ими основные законы регулирования.
9. Способы настроек параметров регулятора.
10. Регулирующие устройства с естественным и унифицированным подключением сигналов.
11. Выбор варианта подключения регулятора по виду выходного сигнала, по защищенности и конструктивному исполнению.
12. Краткая характеристика типовых законов управления, их основные компоненты.
13. Основы расчета основных динамических параметров исполнительных механизмов.
14. Применение регулирующих устройств в системах автоматического управления.
15. Основная идея синтеза управления по статическим и динамическим показателям и энергетике.

### **Вопросы к самостоятельной работе студентов**

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ**

### **Рейтинг-контроль 1**

1. Применение электромагнитных устройств автоматики, требования к ним. Приводы регулируемые и нерегулируемые. Требования к ним. В отношении механических, регулировочных, энергетических характеристик, принципы регулирования и т.д. Преобразование энергии на примере электромашин с одной обмоткой статора и зубчатым ротором.

2. Принцип работы машины постоянного тока, принцип обратимости электрических машин. Конструкция машины постоянного тока. Главные размеры электрических машин малой мощности и порядок их определения.

3. Обмотки машин постоянного тока. Шаги обмотки. Выполнение обмотки волновой и петлевой. Основные параметры обмоток и соотношения между ними.

4. Основные размеры магнитопровода машины постоянного тока и порядок их определения. Порядок расчета магнитной цепи машины постоянного тока.

5. ЭДС обмотки. Реакция якоря и порядок ее расчета. Реакция якоря при сдвиге щеток с геометрической нейтрали.

6. Коммуникация и способы ее улучшения (сдвиг щеток с геометрической нейтрали, установка дополнительных полюсов, установка компенсационной обмотки).

7. Генераторы постоянного тока (принцип самовозбуждения). Энергетическая диаграмма, уравнения моментов. Генераторы независимого, последовательного и смешанного возбуждения и их статические характеристики. Динамические свойства генераторов постоянного тока без учета и с учетом параметров нагрузки.

8. ЭМУ (принцип действия) и его статические характеристики. Динамические свойства ЭМУ. Примеры применения генераторов и ЭМУ в системах автоматики.

9. Механические, регулировочные и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого, последовательного и смешанного возбуждения. Влияние параметров  $U$ ,  $\Phi$ ,  $R$  на характеристики двигателя. Генераторные режимы. Расчет механических характеристик двигателей. Пуск двигателя.

10. Математическое описание динамических процессов, преобразование энергии в двигателе с независимым возбуждением (уравнения механических и электромеханических характеристик). Уравнения Киргофа для многоконтурной машины: выражение механической мощности, энергии магнитного поля, электромагнитного момента, условия преобразования энергии и их практическая реализация.

## Рейтинг-контроль 2

1. Динамические свойства двигателей с независимым возбуждением (структурная схема).

2. Уравнение движения электропривода для жесткой и двухмассовой упругой механической системы. Механическая часть электропривода как объект управления.

3. Обобщенная электромеханическая система с линейной механической характеристикой.

4. Передаточные функции двигателя постоянного тока с независимым возбуждением при якорном и полюсном способах управления.

5. Импульсное управление двигателем постоянного тока и динамические свойства.

6. Бесконтактные двигатели постоянного тока (конструктивное выполнение, рабочие характеристики, стабилизация и управление скоростью).

7. Принцип действия и конструкция одно- и трехфазных синхронных машин. Обмотки статора: однослойные с целым числом пазов на полюс и фазу, двухслойные, обмотки повышенной точности.

8. ЭДС проводника, витка, сосредоточенной и распределенной обмоток статора. Понятие пространственных и временных высших гармоник в кривой ЭДС.

9. Принцип обратимости синхронной машины и работа ее двигателем. Режим работы синхронного двигателя, векторные диаграммы. Генераторные режимы синхронного двигателя. Пуск синхронного двигателя.

## Рейтинг-контроль 3

1. Трехфазные и однофазные реактивные и активные синхронные двигатели малой мощности.

2. Шаговые двигатели.

3. Асинхронные трехфазные двигатели. Принцип и устройство статора и ротора. Механическая характеристика (уравнение Клосса). Влияние различных параметров



(напряжения, частоты питания, сопротивление ротора) на механическую характеристику. Генераторные режимы. Пуск в ход двигателя.

4. Холостой ход при нулевой скорости: уравнение напряжений; векторная диаграмма, коэффициент трансформации ЭДС.

5. Короткое замыкание при нулевой скорости: уравнение напряжений, токов, МДС.

6. Приведение параметров обмотки ротора в обмотке статора. Схема замещения.

7. Асинхронная машина при вращающемся роторе: уравнение напряжений обмоток статора и ротора, векторная диаграмма, схема замещения.

8. Основные особенности однофазных микромашин. Сравнение различных фазосдвигающих элементов, Схема замещения однофазного двигателя, механическая характеристика.

9. Конденсаторный двигатель и условия получения кругового вращающегося поля.

10. Однофазные двигатели с экранированными полюсами. Универсальные двигатели.

11. Основные требования к исполнительным асинхронным двигателям и тахогенераторам. Схемы включения и способы управления асинхронными микродвигателями: амплитудное, фазовое, амплитудно-фазовое.

12. Самоход и пути его устранения.

13. Приближенное выражение механических характеристик. Анализ механических, регулировочных, энергетических характеристик при всех способах управления. Динамические характеристики исполнительных двигателей.

14. Статистические и динамические свойства асинхронных тахогенераторов и синхронных тахогенераторов.

15. Особенности конструкций сельсинов. Работа сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах. Основные точностные характеристики.

16. Особенности конструкций поворотных трансформаторов. Симметрирование поворотных трансформаторов. Работа поворотного трансформатора в режиме построителя, фазовращателя и трансформаторных сельсинов.

17. Электромашинные датчики угловых ускорений: схемы включения, характеристики.

18. Двигатели возвратно-вращательного движения: области применения, способы управления и энергетика.

### Вопросы к зачету

1. Электропривод ВИЛ (схема).
2. Нагрузочная, регулировочная, К. З. для генераторов постоянного тока.
3. Динамические свойства генераторов постоянного тока (передаточные функции).
4. Схема замещения несимметричного двухфазного ЭМП для токов прямой последовательности (полная и преобразованная); выразить параметры ОВ через параметры ОУ.
5. Векторная диаграмма асинхронного ЭПМ.
6. Условия получения кругового вращающегося магнитного поля в зазоре.
7. Генераторные режимы ЭМП: механические и энергетические характеристики. Практические приложения режимов.
8. Динамические свойства ЭМУ.
9. Схема, особенности вентильно-индукторного ЭМП.
10. Характеристики ЭМП при якорном и полюсном управлениях в относительных единицах.
11. Нагрузки на ЭП и их приведение. Расчет Мэ в КЭМС.
12. Способы пуска синхронных двигателей. Динамика СД, частотные

характеристики. Модель системы с синхронным двигателем.

13. Схема включения конденсаторного микродвигателя.
14. Уравнение механической характеристики микродвигателя постоянного тока в относительных единицах в случаях якорного управления.
15. Выбор параметров конденсаторного ЭМП при оптимальном управлении сопротивлением  $R_d$  и емкостью.
16. Тип электродвигателя в приводе ВИП.
17. Выбрать параметры 2х-фазного ЭМП при оптимальном управлении коэффициентом сигнала и емкостью.
18. Схема замещения асинхронного двигателя с полым ротором (полная и упрощенная). Энергетическая диаграмма.
19. Выбор параметров несимметричного конденсаторного ЭМП при оптимальном управлении коэффициентом трансформации обмоток и ёмкостью  $C$ .
20. Структурная схема исполнительных преобразователей переменного тока.
21. Выражения для взаимных индуктивностей обмоток обобщенной машины.
22. Структурная схема двухканального управления ИД с независимым возбуждением.
23. Момент обобщенной машины.
24. Уравнение линеаризованной механической характеристики ИД при  $\Phi = \Phi_{ном} = const$  и структурная схема.
25. Индуктивные сопротивления неявнополюсных асинхронных ЭМП.
26. Оптимальное использование конденсаторного двигателя выбором  $K$  и  $C$ .
27. Условия однонаправленного электромеханического преобразования энергии на примере однофазного.
28. Законы электромеханики.
29. Выражения для потокосцепления любого контура ( $K$ -го) в  $8$ -контурной машине и равновесия напряжения.
30. Модуль статической жёсткости механической характеристики ИД и определяющие его величины.
31. Обмотки машин постоянного и переменного тока. ЭДС обмоток. Реакция якоря.
32. Основные размеры магнитопровода машин. Порядок расчета магнитной цепи.
33. Мгновенная и суммарная мощность потребляемые  $K$ -ым контуром и всей машиной.
34. Ветви, шаги обмоток и коллектора и как они определяются. ЭДС обмотки
35. Энергия магнитного поля в  $S$ -контурной машине и её приращение за время  $dt$ .
36. Дать чертеж простой волновой обмотки.
37. Нарисовать блок-схему системы управления периодическим движением, пояснить назначение блоков и дать классификацию систем на её основе.
38. Динамические свойства ЭМУ.
39. Механическая мощность  $S$ -контурной машины.
40. Коммутация (определение) и её виды; особенность линейной коммутации.
41. Метод симметричных составляющих для несимметричных двухфазных ЭМП.
42. Выразить токи однофазного ЭМП методом симметричных составляющих, построить векторную диаграмму.
43. Электромагнитный момент реальной машины.
44. Где располагаются щётки в генераторе, двигателе, тахогенераторе.
45. Мощность на изменение энергии магнитного поля и создание полезной нагрузки.
46. Что вызывает обрыв обмотки возбуждения ЭМП: доказать аналитически и сопроводить рисунком.
47. Уравнения для индуктивности и мгновенного момента в машине с одной обмоткой.
48. Передаточные функции ИД по входному управляющему напряжению и по нагрузке.

## 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/book/ISBN9785383009185.html>
2. Электропривод. Энергетика электропривода [Электронный ресурс] : учебник / Васильев Б.Ю. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591555.html>
3. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Коротков В.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI198.html>

### *Дополнительная литература*

1. Анализ системных свойств асинхронного электропривода [Электронный ресурс] : монография / В.Г. Макаров. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213668.html>
2. Теория автоматического управления технологическими системами [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов / Петраков Ю.В., Драчев О.И. - М.: Машиностроение, 2008. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033911.html>
3. Электротехнический справочник. Практическое применение современных технологий [Электронный ресурс] / Под редакцией С.Л. Корякина-Черняка. - СПб. : Наука и техника, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785943878626.html>

### *Периодические издания*

1. Автоматика и телемеханика.
2. Известия РАН. Теория систем управления.
3. Известия высших учебных заведений. Электромеханика.
4. Математическое моделирование.
5. Измерение, диагностика, контроль.

### *Интернет-ресурсы*

1. <http://www.mathworks.com/products/simulink-> раздел Simulink на сервере [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com) (англ.)
2. <http://www.engin.umich.edu/group/ctm/>-учебные материалы по моделированию и исследованию динамических объектов с помощью MatLab (англ.).

## **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 слайдам 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



А.И.Копейкин  
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 19.11.15 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 22 от 21.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 17/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 09.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_