

**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.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Профиль подготовки: Робототехника в электромеханических системах**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Смоленск – 2016 г.**

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

**Цель освоения дисциплины** подготовка обучающихся к производственно-технологической 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.

Кроме того, целью является получение студентами знаний, необходимых для понимания системного подхода к анализу и синтезу сложных технических систем, каковыми являются электромеханические системы (ЭМС), а также к оценке их эффективности, принципов построения, состояния и тенденции развития на данном этапе.

Дисциплина закладывает фундамент для постижения более сложных проблем системных исследований и разработок электротехнических комплексов автономных и стационарных объектов, в основе которых находятся электромеханические системы генерирования или автоматизированного электропривода.

Дисциплина направлена на формирование следующей профессиональной компетенции:

- ПК-5: готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности

**Задачи дисциплины** заключаются в развитии следующих знаний, умений и навыков:

### **Знать:**

знать функциональные структуры электромеханических систем (ЭМС), принципы их построения, функционального, морфологического и информационного описания, требования к основным показателям качества, методы анализа и синтеза ЭМС;

оптимальные режимы работы электроэнергетических установок и автоматизированного электропривода;

### **Уметь:**

устанавливать и обеспечивать эффективные режимы работы ЭМС по заданной методике; контролировать режимы работы оборудования объектов электроэнергетики и электротехники;

### **Владеть:**

готовностью к освоению нового оборудования, используемого в схемах электроэнергетики и электротехники.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина является вариативной частью профессионального цикла Б1 основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Электромеханические системы» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.В.ОД.14 Основы механики роботов
- Б1.Б.11 Электрические машины

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

- Б1.В.ДВ.5.1 Механика движений роботов
- Б1.В.ДВ.5.2 Оптимизация пространственных манипуляций роботов
- Б1.В.ДВ.6.1 Электроприводы роботов и манипуляторов

Б1.В.ДВ.6.2 Гидро- и пневмоприводы роботов

**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:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.7	
Часов (всего) по учебному плану:	180	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1,0; 36	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5; 18	7 семестр
Объем сам. работы по уч. плану (ЗЕТ, часов всего)	2,5; 90	7 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1,0; 36	7 семестр

**Самостоятельная работа студентов**

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	1,0; 36
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,5; 18
Выполнение расчетно-графической работы	0,5; 18
Сам. изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0,5; 18
Всего:	2,5; 90
Подготовка к экзамену	1,0; 36

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

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<b>Основы теории технических систем</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
1.1	Особенности теории технических систем (ТС). Модель ТС, функциональная структура. Основные понятия, и типы ТС. Классификация ТС. Свойства ТС и способы оценки показателей качества ТС.	5	2	-	-	3	1
1.2	Этапы создания и использования ТС. Этап подготовки к созданию, проектированию, изготовлению, перемещению, использованию и ликвидации ТС.	9	2	2	-	5	1
2.	<b>Особенности теории и практики электро-механических систем (ЭМС)</b>	<b>51</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>29</b>	<b>9</b>
2.1	Основные понятия и определения ЭМС. Способы описания ЭМС. Управление ЭМС. Классификация ЭМС.	9	2	2	-	5	1

2.2	Функциональные структуры ЭМС, особенности их построения. Электроэнергетические установки (ЭЭУ) стационарных и автономных энергетических систем.	5	2	-	-	3	1
2.3	ЭЭУ автономных энергетических систем общего назначения. Генераторные установки для автомобилей, тракторов и мобильной техники.	9	2	2	-	5	1
2.4	Классификация ЭМС электропривода по виду выполняемых основных функций. Функциональные схемы: с оптимизацией процессов пуска, торможения и реверса; со стабилизацией отдельных координат; в следящем режиме; с адаптивным управлением	5	2	-	-	3	1
2.5	Системы электропривода на основе специальных электрических машин: шаговых, вентильных, вентильно-индукторных и др. типа электродвигателей.	9	2	2	-	5	2
2.6	Машино-вентильные ЭМС. Особенности функционального назначения, конструкции и требований к показателям работы.	5	2	-	-	3	1
2.7	Комбинированные ЭМС. Электромашинные преобразователи, особенности функционального назначения, конструкции и требований к показателям работы.	9	2	2	-	5	2
<b>3.</b>	<b>Вспомогательные устройства энергетического канала ЭМС</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>8</b>
3.1	Накопители энергии, используемые в ЭМС, характеристические показатели их работы. Электрохимические накопители энергии: аккумуляторы, топливные элементы.	5	2	-	-	3	1
3.2	Индуктивные и емкостные накопители энергии. Общие сведения, физические процессы и характеристика режимов их работы. Электрические и функциональные схемы.	9	2	2	-	5	1
3.3	Установки на базе механических статических и динамических инерционных накопителей энергии. Общие принципы технического применения, удельные характеристики.	5	2	-	-	3	1
3.4	Электромеханические усилители (ЭМУ). Особенности функционального назначения, характеристические параметры рабочего процесса. Принципы построения конструктивных схем ЭМУ продольного и поперечного поля.	9	2	2	-	5	2
3.5	Системы передачи механической энергии: муфты сцепления, механические редукторы и преобразователи энергии.	5	2	-	-	3	1
3.6	Силовые электронные преобразовательные устройства в ЭМС. Типы силовых электронных устройств, используемых в ЭМС.	9	2	2	-	5	2
<b>4.</b>	<b>Методы исследования ЭМС</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>11</b>	<b>2</b>
4.1	Методы исследования ЭМС с целью оценки их эффективности. Анализ ЭМС. Цели, задачи, требования к методам анализа.	6	2	-	-	3	1
4.2	Синтез ЭМС. Этапы проектирования и прин-	6	2	2	-	5	1

	ципы создания ЭМС. Жизненный цикл ЭМС.						
4.3	Проблемы и задачи в области совершенствования ЭМС для ЭЭУ, электропривода и комбинированных устройств.	6	2	-	-	3	-
	Расчетно-графическая работа	18				18	
<b>Всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)</b>			<b>36</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>90</b>	<b>22</b>

### Содержание по видам учебных занятий

#### Тема 1. Основы теории технических систем

**Лекция 1.** Особенности теории технических систем (ТС). Модель ТС, функциональная структура. Основные понятия, и типы ТС. Классификация ТС. Виды описания технических систем (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Функциональное и морфологическое описание электромеханического преобразователя (ЭМП) на примере трансформатора или асинхронного двигателя. Подробное описание подсистем ЭМП: электрической, магнитной, механической и тепловой (2 часа).

**Лекция 2.** Свойства ТС и способы оценки показателей качества ТС. Выбор критериев при оценивании ТС. Обобщенная оценка совокупной ценности ТС. Этапы создания и использования ТС. Этап подготовки к созданию, проектированию, изготовлению, перемещению, использованию и ликвидации ТС (2 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к практическому занятию №1, работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой (всего к теме №1 – 8 часов).

#### Тема 2. Особенности теории и практики электромеханических систем (ЭМС)

**Лекция 3.** Основные понятия и определения ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС, состав элементов. Разделение ЭМС по функциональному признаку: генерирующие установки, системы электропривода, комбинированные преобразовательные установки на основе электромеханических преобразователей. Виды описания ЭМС: функциональное, морфологическое и информационное. Управление ЭМС. Классификация ЭМС (2 часа).

**Лекция 4.** Структуры электроэнергетических установок (ЭЭУ), выполненных на базе ЭМС. Электроэнергетические установки (ЭЭУ) стационарных и автономных энергетических систем. Турбо- и гидрогенераторные стационарные электростанции. ЭЭУ автономных энергетических систем общего назначения (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Изучение дизель-генераторного агрегата: назначение элементов, построение функциональной схемы, особенности конструкции бесконтактного синхронного генератора. Регулирование выходного напряжения, частоты и реактивной мощности при работе синхронного генератора на нагрузку (2 часа).

**Лекция 5.** ЭЭУ автономных энергетических систем общего назначения. Генераторные установки для автомобилей, тракторов и мобильной техники. Электроэнергетические установки постоянного тока. Основные параметры и показатели, характеризующие их работу. Специальные генераторы постоянного тока: для сварочных работ; для привода экскаваторов (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Анализ отдельных показателей рабочего процесса синхронного генератора при автономной работе на нагрузку и параллельно с сетью (2 часа).

**Лекция 6.** Классификация ЭМС электропривода по виду выполняемых основных функций. Функциональные схемы: с оптимизацией процессов пуска, торможения и реверса; со стабилизацией отдельных координат; в следящем режиме; с адаптивным управлением (2 часа).

**Лекция 7.** Системы электропривода на основе специальных электрических машин: шаговых, вентильных и вентильно-индукторных электродвигателей (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Изучение особенностей рабочего процесса шаговых двигателей при различных способах управления и вентильно-индукторных двигателей при различных способах коммутации обмоток фаз (2 часа).

**Лекция 8.** Машино-вентильные ЭМС. Особенности функционального назначения, конструкции и требований к показателям работы (2 часа).

**Лекция 9.** Комбинированные ЭМС. Электромашинные преобразователи, особенности функционального назначения, конструкции и требований к показателям работы (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Изучение конструктивных схем, функциональное и морфологическое описание различных преобразовательных агрегатов на базе электромеханических устройств (преобразователей рода тока и частоты) (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к практическим занятиям, работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой (всего к теме №2 – 29 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении практических занятий и проверке выполненных заданий, выданных для самостоятельной работы.

### **Тема 3. Вспомогательные устройства энергетического канала ЭМС**

**Лекция 10.** Накопители энергии, используемые в ЭМС, характеристические показатели их работы. Электрохимические накопители энергии: аккумуляторы, топливные элементы. Физико-химические процессы в основе их работы. Структурные и функциональные схемы ЭЭУ с электрохимическими накопителями (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Изучение конструктивных схем, функциональное и морфологическое описание различных электрохимических накопителей энергии на основе аккумуляторов и топливных элементов (2 часа).

**Лекция 11.** Индуктивные и емкостные накопители энергии. Общие сведения, физические процессы и характеристика режимов их работы. Электрические и функциональные схемы. Удельные характеристики, пути их повышения (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Изучение функциональных схем индуктивных и емкостных накопителей энергии и циклограмм их режимов работы (2 часа).

**Лекция 12.** Установки на базе механических статических и динамических инерционных накопителей энергии. Общие принципы технического применения, удельные характеристики. Конструктивные типы маховиков. Потери на трение, пути их уменьшения в накопителях (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Изучение конструктивных схем динамических инерционных накопителей энергии. Функциональное и морфологическое описание, определение удельных показателей работы (2 часа).

**Лекция 13.** Электромеханические усилители (ЭМУ). Особенности функционального назначения, характеристические параметры рабочего процесса. Принципы построения конструктивных схем ЭМУ продольного и поперечного поля. Специальные типы ЭМУ с самовозбуждением и насыщенным магнитным мостом (2 часа).

**Лекция 14.** Системы передачи механической энергии: муфты сцепления, механические редукторы и преобразователи энергии. Конструктивные схемы фрикционных, порошковых и индукционных муфт. Основные типы механических передач, сравнение технических характеристик (2 часа).

**Лекция 15.** Силовые электронные преобразовательные устройства (ЭПУ) в ЭМС. Типы силовых электронных устройств, используемых в ЭМС. Статические и динамические ЭПУ (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к практическим занятиям, составление формул для компьютерного моделирования индукторного двигателя для безредукторного электропривода по теме расчетно-графической работы (всего к теме №3 – 24 + 9 (гр) = 33 часа).

### **Тема 4. Методы исследования электромеханических систем**

**Лекция 16.** Методы исследования ЭМС с целью оценки их эффективности. Анализ ЭМС. Цели, задачи требования к методам анализа (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Исследование индукторного двигателя с использованием компьютерной модели, построение рабочих характеристик (2 часа).

**Лекция 17.** Синтез ЭМС. Этапы проектирования и принципы создания ЭМС (2 часа).



**Практическое занятие 17.** Исследование индукторного двигателя с использованием компьютерной модели, построение угловой характеристики. Определение номинальных параметров рассматриваемого варианта индукторного двигателя. (2 часа).

**Лекция 18.** Проблемы и задачи в области совершенствования электромеханических преобразователей для электроэнергетических установок и электропривода (2 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к практическим занятиям, составление формул для компьютерного моделирования индукторного двигателя с вентильной самокоммутацией обмоток фаз, построение характеристик (всего к теме №4 – 11 + 9 (ргр) = 20 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос при проведении практических занятий, защита расчетного задания.

На практических занятиях (**в количестве 18 часов – в 7 семестре**) используется бригадный метод выполнения задания с разграничением функциональных обязанностей студента при выполнении задания по моделированию – анализ исходных данных, разработка алгоритма решаемой задачи или исследуемого вопроса, выбор технологии моделирования. Затем усилия объединяются, и организуется активный диалог студентов с преподавателем и между собой для подведения итогов решения задания и практической реализации разработанной компьютерной модели.

#### **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**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- демонстрационные слайды лекций по дисциплине;
- методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям (см. Приложение к РПД).
- методические указания для выполнения расчетно-графической работы (см. Приложение к 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: ПК-5 «готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности»

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, выполнение расчетно-графической работы, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит индивидуальных заданий по отдельным темам и расчетно-графической работы, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной. Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-5 «готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике», ПК-5 «готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по практическим занятиям и расчетно-пояснительной записки расчетного задания. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах и консультациях по расчетному заданию, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- особенностей функционального назначения электрических систем применяемых в современной технике, физические основы их работы и современные средства автоматизации при их проектировании;
- методы анализа, позволяющие прогнозировать влияние внешних и внутренних воздействий на основные выходные параметры электромеханических систем;
- основных принципов и методов используемых при анализе и синтезе ЭМС.

наличие **умения**:

- грамотно производить выбор типа электромеханических преобразователей с учетом эксплуатационных требований для электромеханических систем автоматики и профессиональной их эксплуатации;
- использовать прикладное программное обеспечение при расчетах и исследованиях ЭМС, а также осуществлять оценку технических характеристик ЭМС;

присутствие **навыка**:

- расчета параметров и характеристик, а также компьютерного моделирования электрических систем;
- оценивать инновационные качества современных электрических систем для схем автоматики и средствами их технико-экономического обоснования.

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.



Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в процессе защиты расчетно-пояснительной записки расчетного задания на тему «Индукторный двигатель для тихоходного электропривода».

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных вопросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

### **Блок вопросов по проверке формирования компетенции ПК-5 в рамках данной дисциплины:**

1. Понятия техническая система (ТС), модель и структура системы. Свойства ТС и их оценка.
2. Типы технических систем и задачи решаемые ТС.
3. Система типа "процесс" и типа "объект". Модель процесса преобразований, ее элементы.
4. Модель ТС: функциональная структура, органоструктура, конструктивная схема.
5. Классификация ТС: по функции, принципу действия, уровню сложности и др.
6. Оценка показателей качества ТС. Выбор критериев, обобщенная оценка совокупной ценности ТС.
7. Этапы создания и использования ТС: подготовка, проектирование, изготовление, использование и ликвидация.
8. Назначение ЭМС. Основные элементы, входящие в состав типовых ЭМС.
9. Назначение энергетических и информационных элементов в ЭМС.
10. Основное содержание функционального описания ЭМС. Выполнить на примере трансформатора.
11. Суть процесса управления ЭМС. Основные факторы присущие процессу управления.
12. Классы ЭМС по функциональному признаку. Основные требования для каждого из них.
13. Характеристики ЭМС, которые используются на стационарных электростанциях.
14. Назначение элементов и работа дизель-генераторного агрегата. Достоинства и недостатки.
15. Назначение элементов и работа бензоэлектрического агрегата. Достоинства и недостатки.
16. Особенности построения функциональных схем бесконтактных генераторных установок.
17. Функциональные схемы ЭМС кратковременного действия.
18. Функциональные схемы генераторных ЭМС на основе электромашинных преобразователей.
19. Особенности схемы и функционирования ветроэнергетической установки.
20. Организация обобщенной функциональной схемы привода ЭМС.
21. Особенности построения функциональных схем автоматического управления.
22. Шаговые двигатели в системах дискретного электропривода. Достоинства и недостатки.
23. Индукторные и вентильно-индукторные двигатели в современном электроприводе.
24. Комбинированные и машино-вентильные ЭМС. Особенности построения структурных схем.
25. Функциональные задачи, выполняемые накопителями энергии (НЭ) в составе ЭМС.
26. Характеристические показатели НЭ, роль их при анализе НЭ в составе ЭМС.
27. Сравнение основных видов накопителей энергии по удельным показателям.
28. Принципы действия и особенности индуктивных НЭ. Достоинства и недостатки.
29. Принципы действия и особенности емкостных НЭ. Достоинства и недостатки.
30. Принципы действия механических и электромеханических НЭ. Достоинства и недостатки.
31. Назначение и особенности силовых механических преобразователей в составе ЭМС.
32. Основные типы механических редукторов, используемых в ЭМС. Достоинства и недостатки.
33. Основные типы силовых электронных устройств, применяемых в ЭМС.
34. Функциональные задачи, выполняемые силовой электроникой в составе ЭМС.
35. Основные аспекты системного подхода. Смысл задачи анализа и синтеза сложных ТС.
36. Моделирование как метод исследования сложных систем. Типы моделей при моделировании.
37. Признаки, применяемые при классификации ЭМС, как систем автоматического управления.
38. Алгоритмы используемые для управления и регулирования. Преимущества цифровых САУ.
39. Назначение элементов функциональной схемы цифровой САУ.
40. Основные группы критериев эффективности используемые при создании технических систем.
41. Основное содержание технических, экономических и производственных критериев.
42. Определение обобщенного критерия эффективности. Основные виды обобщенных критериев.

43. Методы оценки ЭМС, их особенности.
44. Основные методы расчета стоимости сложных технических систем.
45. Суть методов непосредственного и косвенного сравнения вариантов сложных систем.
46. Цель анализа ЭМС. Основные задачи в процессе анализа.
47. Задачи решаемые при анализе динамических процессов ЭМС.
48. Требования к методам и алгоритмам анализа.
49. Основные задачи и этапы анализа на примере регулирования угловой скорости.
50. Основные задачи решаемые при анализе регулирования напряжения генератора.
51. Основные этапы и задачи внешнего и внутреннего проектирования.
52. Требования при разработке технического задания. Содержание обязательных разделов.
53. Суть параметрической и структурной оптимизации при разработке сложных технических систем.
54. Определение синтеза ЭМС. Основные операции синтеза структуры ЭМС.
55. Содержание основных алгоритмов поиска оптимальных решений.
56. Предварительный этап подготовки решения задачи параметрического синтеза элементов ЭМС.
57. Суть задачи оптимизации параметров системы.

Способность называть при устном ответе основные законы и формульные зависимости, приводить простейшие соотношения при анализе основных характеристик ЭМС, схем автоматического управления и объяснять характер их поведения, соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельно составлять схему алгоритма расчета той или иной характеристики или оценки какого-либо характеристического параметра – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен путем перебора независимых переменных, выполнять задачу оптимизации характеристики (по заданному требованию к ней, например, нелинейность) или обеспечения заданного значения характеристического параметра (заданной электромеханической постоянной времени и др.) – соответствует эталонному уровню).

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «Электромеханические системы» проводится в устной форме.

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

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший 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; проявивший 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.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практиче-

ское задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы 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 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 (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

**В зачетную книжку студента вносится оценка за экзамен, в приложение к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 7 семестр.**

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Основное содержание функционального, морфологического и информационного описания ТС.
2. Дайте определение электромеханической системы (ЭМС).
3. Перечислите основные элементы, входящие в состав типовых ЭМС.
4. Какими параметрами и показателями характеризуются ЭМС?
5. Каково назначение энергетических и информационных элементов ЭМС?
6. Дайте определение основным факторам, присущим процессу управления.
7. На какие классы можно подразделить ЭМС по функциональному признаку?
8. Основные классификационные признаки, по которым производится разделение ЭМС.
9. Дайте краткую характеристику ЭМС, используемых для стационарных электростанций.
10. Назначение элементов и работа дизель-генераторных и бензоэлектрических агрегатов.
11. Построения функциональных схем бесконтактных автономных генераторных установок?
12. Функциональные схемы генераторных ЭМС на основе электромашинных преобразователей.
13. Дайте краткую характеристику областей применения ЭМС электропривода.
14. На какие группы можно разделить ЭМС электропривода по виду выполняемых функций?
15. Какие функциональные задачи выполняют комбинированные ЭМС?
16. Сформулируйте основные недостатки коллекторных генераторов постоянного тока.
17. Причины ограничения применения асинхронных генераторов в автономных энергоустановках?
18. Основные типы машинно-вентильных систем, используемых в автономных энергоустановках.
19. Достоинства и недостатки различных типов генераторов, применяющихся в электроэнергетике.
20. Дайте общую характеристику последних серий асинхронных двигателей.
21. Основные элементы структуры вентильного двигателя (ВД). Каково их назначение?
22. Какие допущения, как правило, принимаются при математическом моделировании ЭМП?
23. Функциональные задачи, выполняемые силовыми электронными устройствами в ЭМС?
24. Перечислите основные типы силовых электронных устройств, применяемых в ЭМС.
25. Дайте краткую характеристику основных аспектов системного подхода.
26. В чем состоит задача анализа сложных технических систем?
27. В чем состоит задача синтеза сложных технических систем?

28. Дайте определение моделирования как метода исследования сложных технических систем.
29. Какие типы моделей используются при моделировании?
30. Особенность применения математ. моделей на микроуровне, макроуровне, и метауровне?
31. Признаки, принимаемые при классификации ЭМС как систем автоматического управления?
32. Какие основные типовые воздействия используются для оценки переходных процессов?
33. Какие алгоритмы используются для управления и регулирования ЭМС?
34. Преимущества цифровых САУ в сравнении с аналоговыми устройствами управления?
35. Поясните назначение элементов функциональной схемы цифровой САУ.
36. Какие основные группы критериев эффективности используются при создании ТС?
37. Рекомендации при выборе частных показателей качества и критериев эффективности?
38. Дайте определение обобщенного критерия эффективности.
39. Перечислите основные виды обобщенных критериев.
40. Суть методов непосредственного и косвенного сравнения вариантов сложных систем.
41. Назовите методы оценки ЭМС. В чем заключаются их особенности?
42. Дайте определение анализа ЭМС. Какова цель анализа?
43. Сформулируйте основные задачи анализа ЭМС.
44. Какие задачи решаются при анализе динамических процессов?
45. Какие требования предъявляются к методам и алгоритмам анализа?
46. Сформулируйте основные этапы и задачу внешнего проектирования.
47. Сформулируйте основные этапы и задачу внутреннего проектирования.
48. Требования, учитываемые при разработке ТЗ? Какие разделы оно должно содержать?
49. Параметрическая, структурная и концептуальная оптимизации при разработке сложных ТС?
50. Дайте определение синтеза ЭМС.
51. В чем состоит задача оптимизации параметров системы?
52. Дайте характеристику основных операций синтеза структуры ЭМС.
53. Раскройте содержание основных алгоритмов поиска оптимальных решений.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной  
(примеры вопросов к практическим занятиям)

1. Перечислите основные элементы, входящие в состав типовых ЭМС.
2. Какими параметрами и показателями характеризуются ЭМС?
3. Каково назначение энергетических и информационных элементов ЭМС?
4. Дайте определение основным факторам, присущим процессу управления.
5. На какие классы можно подразделить ЭМС по функциональному признаку?
6. Основные классификационные признаки, по которым производится разделение ЭМС.
7. Дайте краткую характеристику ЭМС, используемых для стационарных электростанций.
8. Поясните назначение элементов и работу дизель-генераторных и бензоэлектрических агрегатов.
9. Построение функциональных схем бесконтактных автономных генераторных установок?
10. Функциональные схемы генераторных ЭМС на основе электромашинных преобразователей.
11. Дайте краткую характеристику областей применения ЭМС электропривода.
12. На какие группы можно разделить ЭМС электропривода по виду выполняемых функций?
13. Какие функциональные задачи выполняют комбинированные ЭМС?
14. Сформулируйте основные недостатки коллекторных генераторов постоянного тока.
15. Причины, ограничивающие применение асинхронных генераторов в автономных энергоустановках?
16. Основные типы машинно-вентильных систем, используемых в автономных энергоустановках.
17. Достоинства и недостатки различных типов генераторов, применяющихся в электроэнергетике.
18. Дайте общую характеристику последних серий асинхронных двигателей.



19. Основные элементы структуры вентильного двигателя (ВД). Каково их назначение?
20. Какие допущения, как правило, принимаются при математическом моделировании ЭМП?
21. Функциональные задачи, выполняемые накопителями энергии (НЭ) в составе ЭМС.
22. Характеристические показатели НЭ, роль их при анализе НЭ в составе ЭМС.
23. Сравнение основных видов накопителей энергии по удельным показателям.
24. Принципы действия и особенности индуктивных НЭ. Достоинства и недостатки.
25. Принципы действия и особенности емкостных НЭ. Достоинства и недостатки.
26. Принципы действия механических и электромеханических НЭ. Достоинства и недостатки.
27. Назначение и особенности силовых механических преобразователей в составе ЭМС.
28. Признаки, применяемые при классификации ЭМС, как систем автоматического управления.
29. Алгоритмы используемые для управления и регулирования. Преимущества цифровых САУ.
30. Назначение элементов функциональной схемы цифровой САУ.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

1. Функциональные задачи, выполняемые накопителями энергии (НЭ) в составе ЭМС.
2. Характеристические показатели НЭ, роль их при анализе НЭ в составе ЭМС.
3. Сравнение основных видов накопителей энергии по удельным показателям.
4. Принципы действия и особенности индуктивных НЭ. Достоинства и недостатки.
5. Принципы действия и особенности емкостных НЭ. Достоинства и недостатки.
6. Принципы действия механических и электромеханических НЭ. Достоинства и недостатки.
7. Назначение и особенности силовых механических преобразователей в составе ЭМС.
8. Основные типы механических редукторов, используемых в ЭМС. Достоинства и недостатки.
9. Основные типы силовых электронных устройств, применяемых в ЭМС.
10. Функциональные задачи, выполняемые силовой электроникой в составе ЭМС.
11. Основные аспекты системного подхода. Смысл задачи анализа и синтеза сложных ТС.
12. Моделирование как метод исследования сложных систем. Типы моделей при моделировании.
13. Признаки, применяемые при классификации ЭМС, как систем автоматического управления.
14. Алгоритмы используемые для управления и регулирования. Преимущества цифровых САУ.
15. Назначение элементов функциональной схемы цифровой САУ.
16. Основные группы критериев эффективности используемые при создании технических систем.
17. Основное содержание технических, экономических и производственных критериев.
18. Определение обобщенного критерия эффективности. Основные виды обобщенных критериев.
19. Методы оценки ЭМС, их особенности.
20. Суть методов непосредственного и косвенного сравнения вариантов сложных систем.
21. Цель анализа ЭМС. Основные задачи в процессе анализа.
22. Задачи, решаемые при анализе динамических процессов ЭМС.
23. Требования к методам и алгоритмам анализа.
24. Основные задачи и этапы анализа на примере регулирования угловой скорости.
25. Основные задачи решаемые при анализе регулирования напряжения генератора.
26. Основные этапы и задачи внешнего и внутреннего проектирования.
27. Требования при разработке технического задания. Содержание обязательных разделов.
28. Суть параметрической и структурной оптимизации при разработке сложных ТС.
29. Определение синтеза ЭМС. Основные операции синтеза структуры ЭМС.
30. Содержание основных алгоритмов поиска оптимальных решений.
31. Предварительный этап подготовки решения задачи параметрического синтеза элементов ЭМС.
32. Суть задачи оптимизации параметров системы.

Оба вопроса в экзаменационном билете студента связаны и с лекционным материалом, и темами, разбираемым на практических занятиях и в процессе выполнения расчетно-графической рабо-

ты. Для проверки практических навыков и умения решать несложные задачи, связанные ЭМС, к билету прилагается задача.

Примеры отдельных задач приведены ниже:

1. Параметры электрической цепи электроимпульсной установки следующие:  $R = 5 \text{ Ом}$ ,  $C = 1000 \text{ мкФ}$ . Определить время заряда  $t_{\text{зар}}$  и время разряда  $t_{\text{раз}}$ , если  $R_{\text{н}} = 10 \text{ Ом}$ . Какое количество энергии потребляет нагрузка?

2. Параметры электрической цепи электрогидравлической установки следующие:  $R = 2 \text{ Ом}$ ,  $L = 2 \text{ Гн}$ . Определить время заряда  $t_{\text{зар}}$  и время разряда  $t_{\text{раз}}$ , если  $R_{\text{н}} = 5 \text{ Ом}$ . Какое количество энергии потребляет нагрузка?

3. Известны технические данные трехфазного неявнополюсного синхронного генератора, работающего автономно:  $U_{\text{н}}$ ,  $I_{\text{н}}$ ,  $x_{\text{а}}$ ,  $x_{\text{с}}$ ,  $\cos\varphi_{\text{н}}$  ( $\varphi_{\text{н}} > 0$ ) и  $r_{\text{а}} \approx 0$ . Определить  $U_0$  при снятии нагрузки.

4. Момент инерции маховика механического накопителя энергии  $J = 10 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , номинальная частота вращения  $n_{\text{н}} = 6000 \text{ мин}^{-1}$ . Какой мощности должен быть приводной двигатель ( $\eta = 0,9$ ), чтобы время заряда составляло  $t_{\text{зар}} = 15 \text{ с}$ . Какое количество механической энергии будет аккумуляровано?

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по изучению курса «Электромеханические системы», в которые входят методические рекомендации к выполнению практических занятий (приложение к настоящей РПД) и выполнению РГР (приложение к настоящей РПД).

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная учебная литература**

1. **Симаков, Г.М.** Моделирование электромеханических процессов : учебное пособие / Г.М. Симаков, Ю.П. Филюшов ; Новосибирский государственный аграрный университет, Инженерный институт. - Новосибирск : ИЦ «Золотой колос», 2014. - 131 с. : схем., ил., табл. - Библиогр.: с.112. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278196>

2. **Липай Б.Р.** Электромеханические системы: учеб. пособие для вузов / Б.Р. Липай, А.Н., Соломин, П.А. Тыричев; под ред. С.И. Маслова. – М.: Изд. дом МЭИ, 2008. – 351 с.

#### **б) дополнительная учебная литература**

1. **Суворин, А.В.** Электротехнологические установки : учебное пособие / А.В. Суворин. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 376 с. - ISBN 978-5-7638-2226-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229391>

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины**

1. [http://www.induction.ru/library/book\\_001/glava1/1-1.html](http://www.induction.ru/library/book_001/glava1/1-1.html) - Электрические машины

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина предусматривает лекции один раз в неделю (в 7 семестре) и практические занятия один раз в две недели (в 7 семестре). Курс завершается экзаменом.



Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время лекции студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом рекомендуется помечать материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков расчета с использованием компьютера, оформления пояснительной записки расчетного задания и графической части к нему.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объем профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя. За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении **лекционных** занятий используется система мультимедиа.

При проведении **практических занятий** предусматривается использование систем мультимедиа и компьютерного моделирования в *MatLab*.

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Лекционные занятия:**

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Автор  
канд. техн. наук, доцент

Ю.Д. Кулик

Зав. кафедрой ЭМС  
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол № 1.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- 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
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10