

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электрооборудование летательных аппаратов**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электромеханические системы**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Соломин А.Н.
	Идентификатор	R43d055d8-SolominAN-b1afb706

(подпись)

А.Н.

Соломин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Липай Б.Р.
	Идентификатор	R8a549539-LipaiBR-275b674e

(подпись)

Б.Р. Липай

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-6 Способен понимать принципы основных видов преобразования энергии и общие принципы построения и функционирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники

ИД-2 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования электромеханических систем и их элементов

ИД-5 Выполняет анализ электромеханических систем и их элементов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1 (Контрольная работа)

2. Контрольная работа 2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. Задание 1. Формирование функциональной схемы заданной ЭМС (Домашнее задание)

2. Задание 2. Описание особенностей заданной ЭМС. Анализ заданной ЭМС. Достоинства и недостатки по сравнению с аналогом. (Домашнее задание)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	15	15
Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.					
Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.		+	+	+	
ЭМС, работающие в двигательном режиме.					
ЭМС, работающие в двигательном режиме.			+	+	
Тяговые электромеханические системы					
Тяговые электромеханические системы			+	+	

Особенности элементов электромеханических систем.				
Особенности элементов электромеханических систем.		+	+	
Анализ и синтез ЭМС				
Анализ и синтез ЭМС				+
Вес КМ:	15	25	30	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-6	ИД-2ПК-6 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования электромеханических систем и их элементов	Знать: – особенности электромеханических систем различного назначения, достигнутый технический уровень их развития Уметь: - составлять функциональные схемы электромеханических систем	Задание 1. Формирование функциональной схемы заданной ЭМС (Домашнее задание) Контрольная работа 1 (Контрольная работа) Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
ПК-6	ИД-5ПК-6 Выполняет анализ электромеханических систем и их элементов	Знать: - знать основные методы анализа электромеханических систем Уметь: - выполнять анализ электромеханических систем и их элементов	Задание 2. Описание особенностей заданной ЭМС. Анализ заданной ЭМС. Достоинства и недостатки по сравнению с аналогом. (Домашнее задание)

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Задание 1. Формирование функциональной схемы заданной ЭМС**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент выполняет индивидуальное задание в рамках самостоятельной работы и присылает выполненное и оформленное по требованиям задание на почту преподавателя, который оценивает его по пятибалльной шкале.

#### **Краткое содержание задания:**

Сформировать функциональную схему заданной ЭМС, включив в нее функциональные элементы системы и указав линии их взаимодействия

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: - составлять функциональные схемы электромеханических систем	1.Сформируйте функциональную схему заданной ЭМС. Чем обусловлено Ваше решение включить в состав системы каждый элемент? Какова связь между назначением заданной ЭМС с назначением отдельных элементов, входящих в ее состав?
---	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### **КМ-2. Контрольная работа 1**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится по вопросам индивидуальных билетов. Оценка работы осуществляется преподавателям по пятибалльной шкале

#### **Краткое содержание задания:**

Ответить в письменном виде на вопросы полученного билета

### Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: – особенности электромеханических систем различного назначения, достигнутый технический уровень их развития</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Какие две основные функциональные задачи, в соответствии с определением, выполняют электромеханические системы?</li><li>2. Какие три главных фактора определяют выбор номинальной частоты вращения турбогенератора.</li><li>3. Почему при одинаковой мощности для гидрогенераторов требуется турбина меньших размеров, чем для ветрогенераторов?</li><li>4. Способы стабилизации частоты напряжения и амплитуды напряжения в ДГУ.</li><li>5. Как отличаются сечение и число витков двух генераторов (одинаковых по мощности и напряжению), один из которых имеет соединение обмотки в звезду, а другой - в треугольник?</li><li>6. Потери одного генератора равны 0,2 от выходной мощности. Его КПД = X. В другом генераторе – турбогенераторе, этому же значению X равен cosφ. Чему должен быть равен фазный ток в этом турбогенераторе, если его мощность P=100 МВт, а линейное напряжение - 15 кВ?</li><li>2.1. Назовите три различных типа источников входной энергии для электрогенераторов.</li><li>2. Для какой области применения частота вращения турбогенератора выбирается большей - для ТЭС или для АЭС? Почему?</li><li>3. Уровень максимальной мощности, достигнутый в настоящее время для ветрогенератора и гидрогенератора. С чем связано такое отличие?</li><li>4. Почему ДГУ большой мощности выполняют на большое выходное напряжение? Что с этим напряжением делается дальше?</li><li>5. Для чего асинхронному генератору требуется реактивная мощность, и откуда ее в итоге берут?</li><li>6. Потери одного генератора равны четверти его выходной мощности. Его КПД=X. У другого генератора - турбогенератора, cosφ на 10% от X численно выше. Чему равно линейное напряжение этого турбогенератора, если его выходная мощность 90 МВт, а фазный ток 4500 А?</li></ol>
---	---

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

### **КМ-3. Контрольная работа 2**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа проводится по вопросам индивидуальных билетов. Оценка работы осуществляется преподавателям по пятибалльной шкале

**Краткое содержание задания:**

Ответить в письменном виде на вопросы полученного билета

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: – особенности электромеханических систем различного назначения, достигнутый технический уровень их развития	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Виды источников входной энергии для электроприводов.</li><li>2. Приведите два примера электромеханических систем, в которых одна и та же электрическая машина в разные периоды времени работает как электродвигатель и как электрогенератор.</li><li>3. Отличие состава тяговой ЭМС, используемой в электропоезде, от состава тяговой ЭМС, используемой в тепловозе.</li><li>4. Когда используется на практике АД с фазным ротором, ведь он тяжелее, дороже и сложнее?</li><li>5. Число диодов в однофазной однополупериодной схеме, однофазной двухполупериодной, трехфазной однополупериодной и трехфазной двухполупериодной схеме выпрямителей.</li><li>6. За счет чего производится регулирование выходного напряжения при использовании управляемого выпрямителя?<ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Одной из задач, выполняемой в ряде случаев электроприводом, является стабилизация частоты вращения. А почему она меняется?</li><li>2. Где мощность тягового двигателя больше – в электровозе или электропоезде? Почему?</li><li>3. Почему коллекторные двигатели постоянного тока продолжают использоваться на практике, а коллекторные генераторы постоянного тока – нет?</li><li>4. Назовите два главных достоинства коллекторных двигателей постоянного тока.</li><li>5. Как изменится состав тяговой ЭМС при переходе от коллекторного ДПТ на асинхронный тяговый двигатель?</li><li>6. Фазное напряжение трехфазной сети <math>U=100</math> В. Чему будет равно среднее значение выпрямленного напряжения при использовании выпрямителя, выполненного по мостовой схеме?</li></ol></li></ol>
--	---



**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-4. Задание 2. Описание особенностей заданной ЭМС. Анализ заданной ЭМС. Достоинства и недостатки по сравнению с аналогом.**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент выполняет индивидуальное задание в рамках самостоятельной работы и присылает выполненное и оформленное по требованиям задание на почту преподавателя, который оценивает его по пятибалльной шкале.

**Краткое содержание задания:**

1. Описать назначение и принцип действия элементов, входящих в состав заданной ЭМС.
2. Привести эскиз конструкции (для электромеханического элемента) или схему (для элемента электрической подсистемы) для каждого элемента заданной ЭМС.
3. Привести характеристики элементов заданной ЭМС.
4. Выбрать аналоги заданной ЭМС.
5. Сформулировать достоинства и недостатки заданной ЭМС по сравнению с выбранными аналогами.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: - знать основные методы анализа электромеханических систем	1. В чем заключается метод экспертных оценок? 2. Особенность принятия решения по обобщенному критерию
Уметь: - выполнять анализ электромеханических систем и их элементов	1. Обосновать весовые коэффициенты выбранных критериев по которым проходило сравнение заданной ЭМС с аналогом в рамках анализа ЭМС 2. Какие качества заданной ЭМС вы отнесли к недостаткам, а какие к достоинствам и почему?

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

	<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1</b> Кафедра ЭЖАО и ЭТ	Утверждаю: Зав. кафедрой
НИУ "МЭИ"	Дисциплина – <b>Электромеханические системы</b>	
	Институт электротехники и электрификации	"29" декабря 2020 г.
	1. Электромеханические системы. Определение, базовая функциональная схема, примеры элементов, входящих в состав функциональной схемы, основные виды ЭМС, источники входной энергии различных видов ЭМС.	
	2. Тяговые ЭМС в мобильных объектах с электрической передачей и их управление.	
	3. Задача	

## Процедура проведения

Студенту выдается экзаменационный билет и дается время на подготовку, после чего преподаватель, слушает ответ студента и задает уточняющие вопросы.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-6</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования электромеханических систем и их элементов

### **Вопросы, задания**

- 1.1. Электромеханические системы. Определение, базовая функциональная схема, примеры элементов, входящих в состав функциональной схемы, основные виды ЭМС, источники входной энергии различных видов ЭМС.
2. Турбогенераторы. Особенности источника входной энергии. Типы электрических машин, применяемых в качестве турбогенераторов. Особенности конструкции. Охлаждение турбогенераторов. Критерии выбора частоты вращения турбогенераторов. Мощность, ограничения на повышение единичной мощности. Выходное напряжение. Питание обмотки возбуждения. Регулирование выходной энергии турбогенераторов. Коэффициент мощности. КПД.
3. Гидрогенераторы. Особенности источника входной энергии. Типы электрических машин, применяемых в качестве гидрогенераторов. Особенности конструкции. Частота вращения гидрогенераторов, мощность, выходное напряжение, коэффициент мощности, КПД. Выходное напряжение. Питание обмотки возбуждения. Регулирование выходной энергии гидрогенераторов.
4. Ветрогенераторы. Особенности источника входной энергии. Назначение ветроэнергетических установок. Типы электрических машин, применяемых в качестве ветрогенераторов. Особенности конструкции ВЭУ: лопасти, высота мачты, расположение генератора, наличие редуктора. Процесс преобразования энергии в ветроэнергетических установках. Мощность и частота вращения ВЭУ. Факторы, от которых зависит выходная мощность ветрогенератора. Выходное напряжение. Стабилизация показателей выходной энергии.
5. Дизель-генераторные и бензогенераторные установки. Частота вращения, мощность, выходное напряжение, регулирование выходной энергии, КПД. Сходство и отличия ДГУ и БГУ.

6. Генераторные установки для питания потребителей на борту автомобилей. Функциональная схема. Типы электрических машин. Особенности конструкции. Выходное напряжение. Питание обмотки возбуждения. Регулирование выходной энергии.
7. Генераторные установки для электропитания потребителей на борту автомобилей. Мощность, частота вращения, КПД, токоскоростная характеристика.
8. Особенности авиационных генераторов. Трехкаскадные авиационные генераторы: функциональная схема, назначение и особенности конструкции электрических машин. Мощность, частота вращения, напряжение, регулирование выходной энергии.
9. Электропривод: определение, типы электродвигателей и электроприводов, классификация электроприводов по функциональным задачам.
10. Шаговые и вентильные двигатели: назначение, типы электрических машин, используемые в составе электропривода, особенности и принцип действия.
11. Тяговые электромеханические системы. Классификация. Назначение, выполняемые задачи, тяговая характеристика. Типы двигателей, используемых в составе тяговых ЭМС. Тяговые ЭМС в электрическом транспорте, электромобилях, в гибридных автомобилях и их управление.
12. Основные типы генераторов, используемых в составе ЭМС: главное достоинство и главный недостаток каждого.
13. Основные типы электродвигателей, используемых в составе ЭМС: главное достоинство и главный недостаток каждого.
14. Силовые электронные преобразовательные устройства в составе ЭМС: классификация по выполняемым задачам, варианты регулирования напряжения и частоты в силовых электронных преобразовательных устройствах.
15. Механические передачи, используемые в составе ЭМС, назначение, краткая характеристика.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Назовите электромеханические системы и преобразователи, преобразующие механическую энергию в электрическую.

Ответы:

- электродвигатель;
- электрогенератор (+);
- электропривод;
- ветрогенератор (+);
- турбогенератор (+);
- двигатель внутреннего сгорания;
- аккумуляторная батарея.

Верный ответ: Отмечены плюсом

2. Назовите электромеханические системы и преобразователи, преобразующие электрическую энергию в механическую.

Ответы:

- электродвигатель (+);
- электрогенератор;
- электропривод (+);
- ветрогенератор;
- система электроснабжения;
- турбогенератор;

- двигатель внутреннего сгорания;
- аккумуляторная батарея.

Верный ответ: Отмечены плюсом

3.Какая конструкция синхронных машин применяется в турбогенераторах?

Ответы:

- явнополюсная;
- неявнополюсная (+);
- обращенная;
- без обмоток на роторе.
- в качестве турбогенераторов синхронные машины не используются.

Верный ответ: Отмечены плюсом

4.В каких пределах находится КПД крупных турбогенераторов и гидрогенераторов в номинальном режиме работы?:

Ответы:

- 0,1-0,5;
- 0,5-0,8;
- 0,8-0,9;
- 0,9-1,0 (+);
- не менее 1,0.

Верный ответ: Отмечены плюсом

5.Какие способы применяют для стабилизации уровня выходного напряжения в ВЭУ ?

Ответы:

- регулирование тока (потока  $\Phi$ ) возбуждения генератора (+);
- использование преобразователя частоты со звеном постоянного тока (+);
- изменение скорости ветра.

Верный ответ: Отмечены плюсом

6.Какой элемент ЭМС предназначен для стабилизации выходного напряжения автомобильного генератора?

Ответы:

- вариатор;
- регулятор тока возбуждения; +
- возбудитель;
- привод постоянных оборотов;
- инвертор;
- выпрямитель.

Верный ответ: Отмечены плюсом

7.Какими особенностями обладает тяговая характеристика?

Ответы:

- большей частоте вращения соответствует больший момент;
- большей частоте вращения соответствует меньший момент; +
- меньшей частоте вращения соответствует больший момент; +
- меньшей частоте вращения соответствует меньший момент;
- зависимость  $M(n)$  имеет вид параболы;
- зависимость  $M(n)$  имеет вид гиперболы; +
- зависимость  $M(n)$  имеет линейный характер.

Верный ответ: Отмечены плюсом

8.Перечислите особенности, присущие всем вентильным двигателям.

Ответы:

- наличие инвертора; +
- наличие позиционной обратной связи; +
- наличие обмотки возбуждения;
- бесконтактность; +
- наличие датчика тока.

Верный ответ: Отмечены плюсом

9.Перечислите качества, присущие мультипликаторам, используемым в составе ЭМС.

Ответы:

- он увеличивает частоту вращения +
- он уменьшает частоту вращения
- он увеличивает момент
- он уменьшает момент +
- на ведомой шестерне зубцов больше, чем на ведущей
- на ведомой шестерне зубцов меньше, чем на ведущей +
- его КПД всегда больше 1

Верный ответ: Отмечены плюсом

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-5<sub>ПК-6</sub> Выполняет анализ электромеханических систем и их элементов

### Вопросы, задания

- 1.17. Анализ электромеханических систем. Основные задачи.
18. Методы анализа электромеханических систем.
19. Анализ электромеханических систем. Критерии эффективности (частные показатели качества) и весовые коэффициенты.
20. Моделирование применяемое при анализе электромеханических систем

### Материалы для проверки остаточных знаний

1.Что характеризуют весовые коэффициенты, используемые при анализе ЭМС?

Ответы:

- - степень значимости соответствующего частного показателя качества +
- - вес сравниваемых при анализе электромеханических систем;
- - важность анализируемой ЭМС в рассматриваемой области применения

Верный ответ: Отмечен плюсом

2.Перечислите частные показатели качества, используемые при сравнении различных вариантов ЭМС

Ответы:

Студент дает ответ

Верный ответ: Массогабаритные показатели, стоимость, КПД, надежность, технические параметры

3.Напишите формулу для расчета значение обобщенного критерия при использовании метода экспертных оценок

Ответы:

Студент дает ответ

Верный ответ:  $E = b_1 \cdot y_1 + b_2 \cdot y_2 + \dots + b_n \cdot y_n$

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если ответы на все вопросы даны верно или преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов отвечены правильно. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если на указанную часть вопросов даны правильные ответы*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Итоговая оценка по курсу выставляется с учетом семестровой оценки, сформированной за выполнение заданий текущего контроля, и оценки, полученной на экзамене