

**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  
Компьютерное моделирование электромеханических преобразователей**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякин А.В.
	Идентификатор	R72ca4137-SiziakinAV-d27fe096

(подпись)

А.В. Сизякин

(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-9 Способен проводить расчеты и исследования электронных и электромеханических устройств

ИД-2 Составляет и анализирует модели электромеханических преобразователей методом конечных элементов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №4 (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	8	12	16
Интерфейс программы Cedrat Flux. Построение геометрии моделей, сетки, определение физических свойств объекта исследования.					
Построение геометрии объекта исследования. Разделение на конечные элементы.	+				
Параметризация модели. Определение свойств материалов	+				
Разработка сценариев моделирования и получение результатов моделирования в статическом режиме					
Моделирование магнитостатического режима			+	+	
Составление схем замещения магнитной цепи			+		+
Разработка сценариев моделирования и получение результатов моделирования в динамическом режиме					
Моделирование переходных процессов в магнитных цепях			+	+	+
Моделирование электромеханической системы			+	+	

Анализ результатов моделирования				
Построение внешней характеристики генератора				+
Построение механической характеристики электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов				+
Вес КМ:	20	25	25	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-9	ИД-2ПК-9 Составляет и анализирует модели электромеханических преобразователей методом конечных элементов	<p>Знать:</p> <p>Пользовательский интерфейс программы Cedrat Flux</p> <p>Основные принципы построения конечно-элементных моделей цели и задачи поверочного расчёта электромеханического преобразователя</p> <p>Методы моделирования устройств силовой электроники в программе Cedrat Flux</p> <p>Уметь:</p> <p>Строить модель в программе Cedrat Flux и создать сценарии решения</p> <p>Получать характеристики объекта исследования</p> <p>Интерпретировать полученные с помощью моделирования характеристики как</p>	<p>Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)</p> <p>Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)</p> <p>Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)</p> <p>Защита лабораторной работы №4 (Лабораторная работа)</p>

		результаты поверочного расчёта Создавать модели, содержащие электромеханический и электронный преобразователи	
--	--	--	--

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

### КМ-1. Защита лабораторной работы №1

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент лично или с помощью технологий дистанционной связи защищает выполненную лабораторную работу

#### Краткое содержание задания:

Необходимо ответить на вопросы по сделанной работе и внести в проект требуемые преподавателем изменения

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Пользовательский интерфейс программы Cedrat Flux	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Каким образом строится линия в программе Cedrat Flux?</li><li>2.Как задаются свойства магнитных материалов в программе Cedrat Flux?</li><li>3.Как удалить поверхность в программе Cedrat Flux?</li></ol>
Уметь: Строить модель в программе Cedrat Flux и создать сценарии решения	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Постройте призматический магнит в программе Cedrat flux</li><li>2.Настройте объект таким образом, чтобы его размеры зависели от параметров, заданных в разделе геометрия</li><li>3.Удалите магнит из модели</li></ol>

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Все задания выполнены с первого раза. Допускаются опечатки и неверные с точки зрения физики названия пользовательских переменных

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задания выполнены не с первого раза, но без сброса проекта. Допускаются опечатки и неверные с точки зрения физики названия пользовательских переменных

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задание выполнено в течение занятия. Допускаются опечатки и неверные с точки зрения физики названия пользовательских переменных и отсутствие некоторых автоматизированных связей между переменными.

### КМ-2. Защита лабораторной работы №2

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент лично или с помощью технологий дистанционной связи защищает выполненную лабораторную работу

**Краткое содержание задания:**

Необходимо ответить на вопросы по сделанной работе и внести в проект требуемые преподавателем изменения

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Основные принципы построения конечно-элементных моделей	1.Как добавляются интервалы времени в сценарий моделирования? 2.Как удаляются интервалы времени в сценарий моделирования? 3.Как задаются геометрические изменения модели в сценарий моделирования?
Уметь: Создавать модели, содержащие электромеханический и электронный преобразователи	1.Настройте сценарий на решение задачи в одной точке времени 2.Постройте в программе Cedrat Flux зависимость нормальной составляющей индукции на границе магнита 3.Постройте в программе Cedrat Flux зависимость касательной составляющей индукции на границе магнита

**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: 70*

*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: 50*

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

**КМ-3. Защита лабораторной работы №3**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент лично или с помощью технологий дистанционной связи защищает выполненную лабораторную работу

**Краткое содержание задания:**

Необходимо ответить на вопросы по сделанной работе и внести в проект требуемые преподавателем изменения

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Основные принципы	1.Каким образом связаны ЭДС в обмотке и скорость
--------------------------	--



построения конечно-элементных моделей	<p>перемещения магнита через неё?</p> <p>2.Как влияет на ток обмотки количество витков в ней?</p> <p>3.Как влияет на ЭДС, наводимую в обмотке полярность магнита, движущегося через неё?</p>
Уметь: Получать характеристики объекта исследования	<p>1.Постройте график зависимости ЭДС в обмотке от времени</p> <p>2.Постройте график изменения силы тока в обмотке во времени</p> <p>3.Поясните ход графика силы тока в обмотке</p>

**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: 70*

*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: 50*

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

**КМ-4. Защита лабораторной работы №4**

**Формы реализации:** Защита задания

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент лично или с помощью технологий дистанционной связи защищает выполненную лабораторную работу

**Краткое содержание задания:**

Необходимо ответить на вопросы по сделанной работе и внести в проект требуемые преподавателем изменения

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Методы моделирования устройств силовой электроники в программе Cedrat Flux	<p>1.Какие виды полупроводниковых элементов можно добавлять в схему модели?</p>
Знать: цели и задачи поверочного расчёта электромеханического преобразователя	<p>1.Для чего проводится поверочный расчёт электромеханических преобразователей</p> <p>2.Какие задачи решаются в ходе проведения поверочного расчёта</p>
Уметь: Интерпретировать полученные с помощью моделирования характеристики как результаты поверочного расчёта	<p>1.Постройте внешнюю характеристику вентильного генератора</p> <p>2.Постройте механическую характеристику двигателя</p> <p>3.Постройте зависимость тока обмотки якоря машины от частоты вращения</p>

**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: 70*

*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: 50*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

**Процедура проведения**

Зачет по совокупности полученных в течение семестра оценок

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-9 Составляет и анализирует модели электромеханических преобразователей методом конечных элементов

**Вопросы, задания**

1. Оценка выставляется по совокупности полученных в течение семестра оценок

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Каким образом организуется взаимосвязь между геометрической областью модели и элементом электрической схемы, который она представляет.

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: С помощью формирования области Conductor Region и его ассоциации в меню Physics

2. Как наложить сетку на геометрическую модель?

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: Выбрать пункт Mesh Domain

3. С помощью каких средств строится внешняя характеристика генератора в программе Cedrat Flux?

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: С помощью многократного построения зависимости тока и напряжения от времени.

4. Как получить зависимость момента двигателя от тока якоря в программе Cedrat Flux?

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: Построить зависимости момента от времени при различных токах.

5. Каким элементом в схеме замещения магнитной цепи имитируется стальной участок?

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: Нелинейным сопротивлением.

6. Для чего используется создание областей в программе Cedrat Flux?

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: Для привязки к поверхностям различных элементов конструкции с различными свойствами

7. Как в сценарии настроить изменение геометрических параметров модели?

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: Открыть вкладку Control Parameters

8. Как рассчитать потокосцепление катушки на уже решённой модели

Ответы:

Студент пишет ответ на бумаге и сдаёт на проверку.

Верный ответ: Выбрать пункт Computation -> on physical entity

9. Как рассчитать магнитный поток через произвольную поверхность?

Ответы:

Как рассчитать потокосцепление катушки на уже решённой модели

Верный ответ: Построить вдоль поверхности Compound path, вывести нормальную составляющую магнитной индукции к этому элементу, взять интеграл и помножить на глубину модели.

10. Какой элемент электрической схемы в программе Cedrat Flux используется для отображения обмотки электродвигателя?

Ответы:

Как рассчитать потокосцепление катушки на уже решённой модели

Верный ответ: Stranded coil conductor

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Средний балл работы выше либо равен 4,5*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Средний балл выше либо равен 3,5, но ниже 4,5*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Средний балл выше либо равен 2,5, но ниже 3,5*

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

Оценка выставляется по совокупности полученных в течение семестра оценок