

**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: Электрические и электронные аппараты**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электромеханические системы электрических машин и аппаратов**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курбатов П.А.
	Идентификатор	R1a0c0ffa-KurbatovPA-23b01cca

(подпись)

П.А.  
Курбатов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курбатов П.А.
	Идентификатор	R1a0c0ffa-KurbatovPA-23b01cca

(подпись)

П.А.  
Курбатов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

(подпись)

М.Г.  
Киселев

(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-5 Способен использовать методы математического анализа и компьютерного моделирования для изучения принципов функционирования и исследования характеристик и особенностей работы электрических и электронных аппаратов различного функционального назначения

ИД-3 Демонстрирует знание законов электротехники, математического анализа и основ теории электрических аппаратов

ИД-6 Применяет методы анализа и расчета электротехнических устройств для теоретического исследования электромагнитных процессов в электрических и силовых электронных аппаратах

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. МГД генератор (Контрольная работа)
2. Преобразование энергии в трехфазной электрической машине с постоянными магнитами (Контрольная работа)
3. Преобразование энергии в электромагнитной системе (Контрольная работа)
4. Электродинамический, индукционный и магнитоэлектрический преобразователи энергии (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Электромеханическая система (ЭМС). Основные понятия, термины и определения. ЭМС в энергетике, на транспорте, машиностроении, средствах автоматизации и робототехнике.					
Электромеханическая система (ЭМС). Основные понятия, термины и определения. ЭМС в энергетике, на транспорте, машиностроении, средствах автоматизации и робототехнике.	+	+			
Физические явления и процессы в ЭМС. Методы и программное обеспечение для анализа ЭМС					
Физические явления и процессы в ЭМС. Методы и программное обеспечение для анализа ЭМС			+		
ЭМС электрических машин. Принципы преобразования энергии. Моделирование процессов, управление.					

ЭМС электрических машин. Принципы преобразования энергии. Моделирование процессов, управление.			+	
ЭМС электрических аппаратов. Магнитострикционные, пьезоэлектрические и магнитогидродинамические ЭМС. Моделирование процессов, управление.				
ЭМС электрических аппаратов. Магнитострикционные, пьезоэлектрические и магнитогидродинамические ЭМС. Моделирование процессов, управление.				+
Вес КМ:	20	30	30	20

\$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-5	ИД-3ПК-5 Демонстрирует знание законов электротехники, математического анализа и основ теории электрических аппаратов	Знать: принципы построения электромеханических систем преобразования энергии	Электродинамический, индукционный и магнитоэлектрический преобразователи энергии (Контрольная работа)
ПК-5	ИД-6ПК-5 Применяет методы анализа и расчета электротехнических устройств для теоретического исследования электромагнитных процессов в электрических и силовых электронных аппаратах	Уметь: применять методы и программное обеспечение для анализа электромеханических систем электрических машин и аппаратов выполнять анализ динамических процессов типовых конструкций электромеханических систем электрических машин выполнять анализ динамических процессов типовых конструкций электромеханических систем электрических аппаратов	Преобразование энергии в электромагнитной системе (Контрольная работа) Преобразование энергии в трехфазной электрической машине с постоянными магнитами (Контрольная работа) МГД генератор (Контрольная работа)

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

### КМ-1. Преобразование энергии в электромагнитной системе

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа на компьютерах с использованием EasyMag3D

#### Краткое содержание задания:

Построить модель магнитной системы, состоящей из двух катушек: большой неподвижной катушки и малой катушки перемещающейся с постоянной скоростью в заданных пределах.

Малая катушка, подключенная к источнику постоянного напряжения, пролетает внутри неподвижной катушки с заданным током с постоянной скоростью.

Выполнить анализ электромеханического преобразования энергии в магнитной системе.

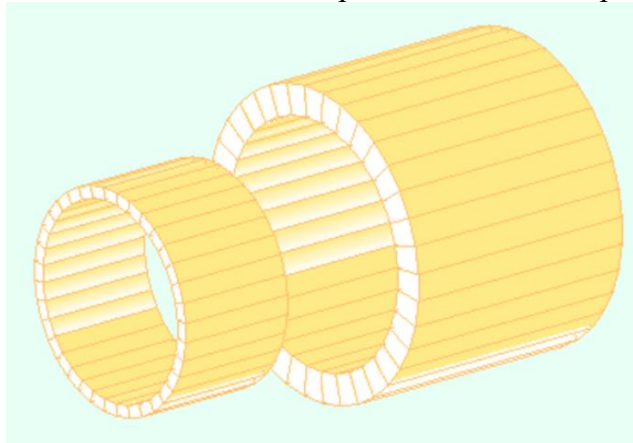


Figure 1 3D модель магнитной системы

#### Исходные данные

*Параметры большой неподвижной катушки*

Размеры катушки : внутренний диаметр - 40 мм, внешний диаметр - 50 мм, длина - 40 мм.

Плотность постоянного тока в сечении катушки 10 А/мм<sup>2</sup>, число витков 1000.

Коэффициент заполнения – 0,5

*Параметры малой катушки*

Размеры катушки: в соответствии с вариантом

Напряжение питания малой катушки 24 В.

Коэффициент заполнения – 0,5

Число витков 500

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять методы и программное обеспечение для анализа электромеханических систем электрических машин и

1. Рассчитать зависимость от времени механической энергии, затрачиваемой для перемещения малой катушки со скоростью 10 м/с при следующих параметрах:

аппаратов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - Размеры подвижной катушки: внутренний диаметр - 30 мм, внешний диаметр - 20 мм, длина - 10 мм.</li> <li>• - Анализируемый диапазон перемещения -100 - 0 мм (относительно середины катушек).</li> </ul> <p>2. Рассчитать зависимость от времени изменения энергии большой и малой катушек для перемещении малой катушки со скоростью 18 м/с со следующими параметрами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• - Размеры подвижной катушки: внутренний диаметр - 30 мм, внешний диаметр - 20 мм, длина - 25 мм.</li> <li>• - Анализируемый диапазон перемещения -50 - 0 мм (относительно середины катушек).</li> </ul> <p>3. Рассчитать изменение энергии источника питания малой катушки для перемещении малой катушки со скоростью 20 м/с со следующими параметрами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• - Размеры подвижной катушки: внутренний диаметр - 30 мм, внешний диаметр - 16 мм, длина - 20 мм.</li> <li>• - Анализируемый диапазон перемещения -100 - 0 мм (относительно середины катушек).</li> </ul>
-----------	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

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

*Оценка: 4*

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

*Оценка: 3*

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

#### **КМ-2. Электродинамический, индукционный и магнитоэлектрический преобразователи энергии**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа в виде письменной работы.

#### **Краткое содержание задания:**

Для трех типов электромеханических систем построить графики ЭДС, потокосцеплений, сил или моментов.

1. ЭМС состоит из двух катушек. Меньшая катушка движется с постоянной скоростью вдоль оси катушек и полностью проходит через большую катушку.

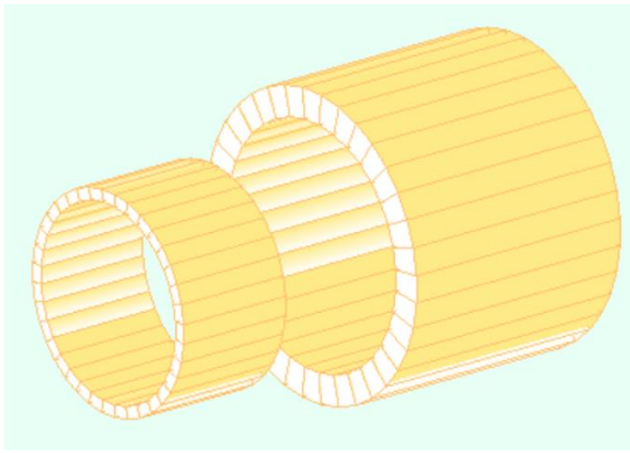


Figure 2 ЭМС 1

2. ЭМС состоит из двух неподвижных больших катушек, внутри которых располагается центральная катушка. Центральная катушка вращается с постоянной угловой скоростью вокруг своего диаметра.

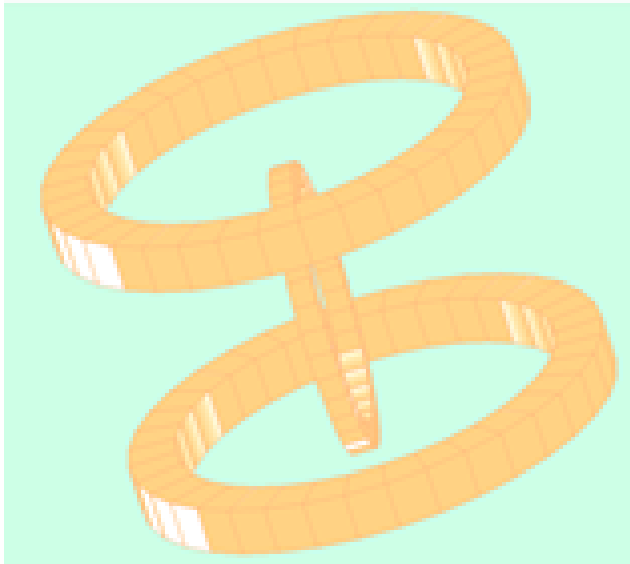
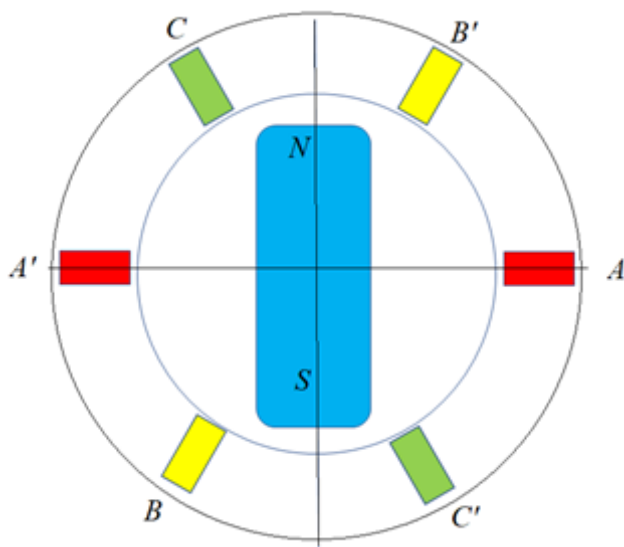


Figure 3 ЭМС 2

3. ЭМС состоит из постоянного магнита вращающегося в системе трехфазных катушек с постоянной скоростью.





**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: принципы построения электромеханических систем преобразования энергии</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.ЭМС 3. Изобразите график изменения момента, действующего на постоянный магнит при его вращении, если в катушках задано мгновенное значение трехфазной системы токов в момент максимума тока в фазе А.</li> <li>2.ЭМС 3. Изобразите графики изменений ЭДС фазных обмоток при вращении постоянного магнита.</li> <li>3.ЭМС 2. Изобразите графики изменения потокосцеплений в каждой катушке, от взаимного положения катушек, если токи только в двух больших катушках.</li> <li>4.ЭМС 2. Изобразите график изменения потокосцепления больших катушек, от взаимного положения катушек, если ток только в центральной катушке.</li> <li>5.ЭМС 1. Изобразите график изменения потокосцепления меньшей катушки, от взаимного положения катушек, если ток только в большой катушке.</li> <li>6.ЭМС 1. Изобразите графики изменения силы, действующей на меньшую и большую катушку, от взаимного положения катушек, если токи в обеих катушках.</li> <li>7.ЭМС 3. Постоянный магнит вращается синхронно с полем трехфазной системы токов. Как будет изменяться момент (построить график), действующий на постоянный магнит при изменении угла между магнитными осями поля постоянного магнита и поля трехфазной системы токов в диапазоне <math>\pm 90^\circ</math>?</li> <li>8.ЭМС 2. Изобразите графики изменения моментов, действующих на катушки, от взаимного положения катушек, если токи в только в двух больших катушках.</li> <li>9.ЭМС 1. Изобразите график изменения ЭДС большей катушки, от взаимного положения катушек, если ток только в меньшей катушке.</li> <li>10.ЭМС 1.Изобразите график изменения потокосцепления большей катушки, от взаимного положения катушек, если ток только в меньшей катушке.</li> </ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

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

*Оценка: 4*

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

Оценка: 3

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

### КМ-3. Преобразование энергии в трехфазной электрической машине с постоянными магнитами

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа на компьютерах с использованием Matlab Simulink

#### Краткое содержание задания:

Составить модель генератора в Matlab Simulink. Провести моделирование и определить характеристики в генераторном и двигательном режиме.

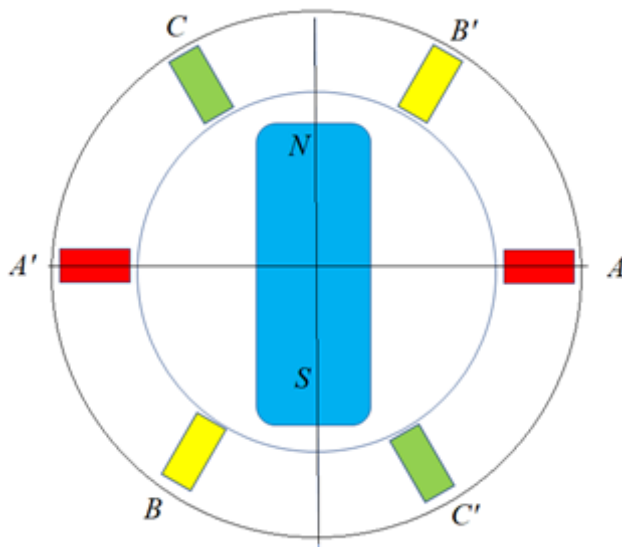


Figure 5 Схема генератора

#### Исходные данные:

Постоянный магнит 100x30 мм

Сечение катушек 10x20 мм

Внутренний диаметр катушек 120 мм

Число витков в одной катушке 100

Скорость вращения 3000 об/мин

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выполнять анализ динамических процессов типовых конструкций электромеханических систем электрических машин	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Определить максимальную активную мощность в генераторном режиме при заданном номинальном возбуждении. Заданное возбуждение: <math>0.1+0.01n</math>, <math>n</math> – номер студента в журнале</li><li>2. При постоянном заданном моменте привода 5 Нм определить зависимость активной и реактивной мощности генератора при регулировании возбуждения в пределах <math>\pm 10\%</math> от заданного номинального.</li><li>3. Определить максимальную механическую</li></ol>
---	---

	<p>мощность в режиме двигателя при заданном возбуждении <math>0.1+0.01n</math>, <math>n</math> – номер студента в журнале.</p> <p>4. Определить зависимость активной и реактивной мощности двигателя при заданной механической нагрузке и регулировании возбуждения в пределах <math>\pm 10\%</math> от номинального.</p> <p>Заданная механическая нагрузка: <math>80+1.5n</math>, <math>n</math> – номер студента в журнале</p>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

Оценка: 4

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

Оценка: 3

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

#### КМ-4. МГД генератор

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа на компьютерах с использованием EasyMag 3D и Matlab Simulink

#### Краткое содержание задания:

Построить модель МГД генератора Matlab Simulink. Параметры модели определить с помощью расчета магнитной системы в EasyMag3D. Выполнить анализ работы и определить характеристики МГД генератора.

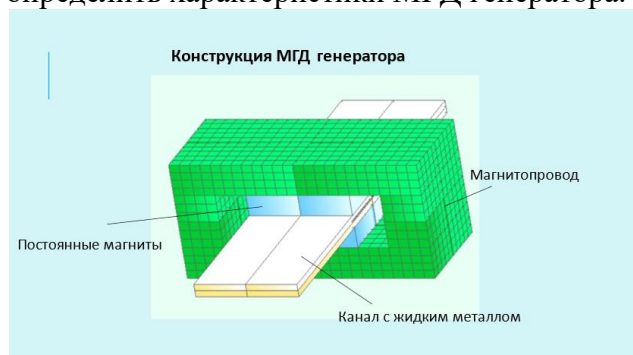


Figure 6 Конструкция МГД генератора

#### Исходные данные

Рабочее тело - жидкий натрий

Удельная электрическая проводимость рабочего тела – 2.0 Мсим/м

Скорость прокачки - 10 м/с

Электрическая нагрузка – 10 Ом

Высота канала 10 мм  
Ширина канала 100мм

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: выполнять анализ динамических процессов типовых конструкций электромеханических систем электрических аппаратов</p>	<p>1. Построить график зависимости напряжения генератора от сопротивления нагрузки. Сопротивление нагрузки варьировать в пределах от <math>0.1 \cdot 10^{-4}</math> Ом до <math>1.0 \cdot 10^{-4}</math> Ом с шагом <math>0.1 \cdot 10^{-4}</math> Ом. Максимум давления задается в Паскалях по формуле: <math>P_{max} = 5.0 \cdot 10^5 + 1.0 \cdot 10^5 \times n</math>, n - номер студента в журнале.</p> <p>2. Построить график зависимости тока генератора от сопротивления нагрузки. Сопротивление нагрузки варьировать в пределах от <math>0.5 \cdot 10^{-4}</math> Ом до <math>1.5 \cdot 10^{-4}</math> Ом с шагом <math>0.1 \cdot 10^{-4}</math> Ом. Максимум давления задается в Паскалях по формуле: <math>P_{max} = 25.0 \cdot 10^5 + 1.0 \cdot 10^5 \times n</math>, n - номер студента в журнале.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

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

*Оценка: 4*

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

*Оценка: 3*

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

## Пример билета

1. Принцип преобразования энергии в электромеханических системах электромагнитного типа
2. Электромеханическая система состоит из постоянного магнита, вращающегося в системе трехфазных катушек с постоянной скоростью (рис.1). Изобразите график изменения момента, действующего на постоянный магнит при его вращении, если в катушках задано мгновенное значение трехфазной системы токов в момент максимума тока в фазе А.
3. Электромеханическая система магнитоэлектрического преобразователя (рис.2). Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink.

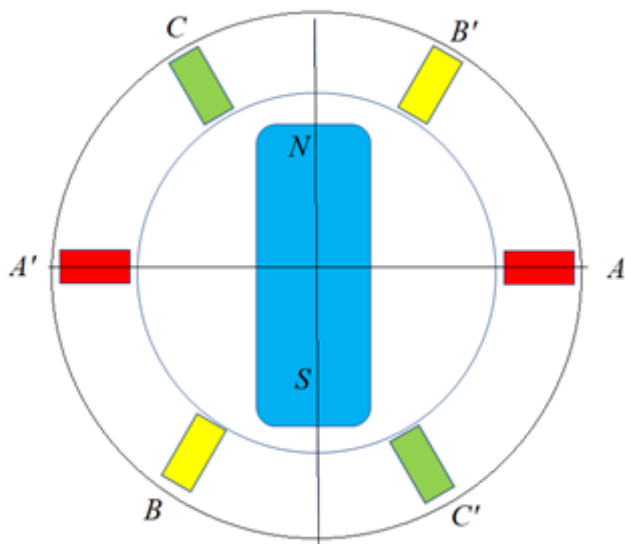


Figure 7 рис.1

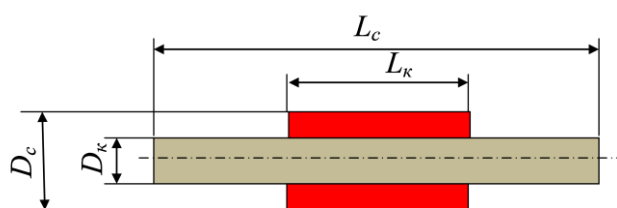


Figure 8 рис.2

## Процедура проведения

Проводится по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Каждый билет включает в себя один теоретический вопрос, одно практическое задание и одно задание на компьютере.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-5 Демонстрирует знание законов электротехники, математического анализа и основ теории электрических аппаратов

### **Вопросы, задания**

**1. Теоретический вопрос**

Принцип преобразования энергии в электромеханических системах электромагнитного типа

**2. Теоретический вопрос**

Принцип преобразования энергии в электромеханических системах магнитоэлектрического типа

**3. Теоретический вопрос**

Принцип преобразования энергии в электромеханических системах электродинамического типа

**4. Теоретический вопрос**

Принцип преобразования энергии в электромеханических системах индукционного типа

**5. Теоретический вопрос**

Принцип преобразования энергии в электромеханических системах магнитострикционного типа

**6. Теоретический вопрос**

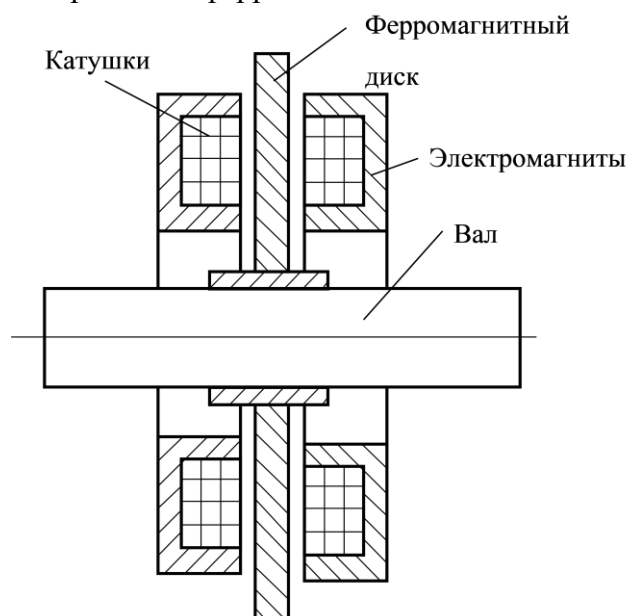
Принцип преобразования энергии в электромеханических системах пьезоэлектрического типа

**7. Теоретический вопрос**

Принцип преобразования энергии в электромеханических системах магнитогидродинамического типа

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

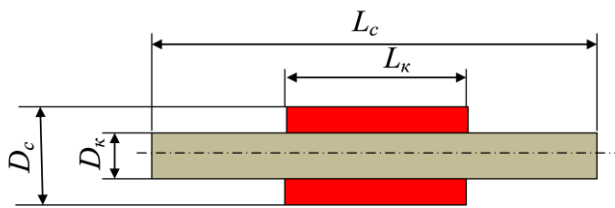
1. На рисунке изображена электромеханическая система управляемого осевого электромагнитного подшипника. Какие силы позволяют управлять положением центрального ферромагнитного диска?



Ответы:

- 1 – силы притяжения электромагнита и диска
- 2 – силы отталкивания электромагнита и диска
- 3 – силы притяжения и силы отталкивания электромагнита и диска

- Верный ответ: 1 – силы притяжения электромагнита и диска
2. На рисунке изображена электромеханическая система магнитоstrictionного преобразователя. Какой параметр изменяется при сжатии стержня?

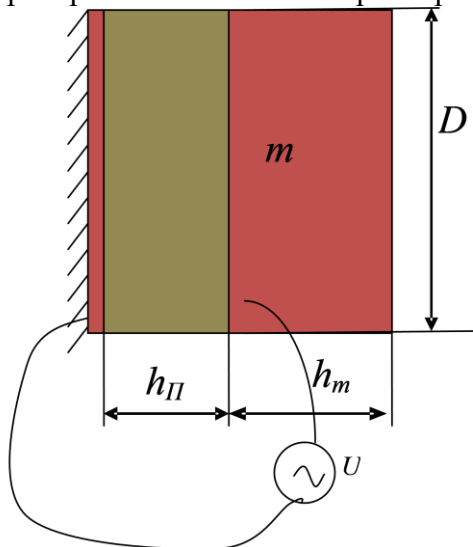


Ответы:

- 1 – намагниченность и магнитная индукция
- 2 – напряженность электрического поля
- 3 – удельная электрическая проводимость стержня

Верный ответ: 1 – намагниченность и магнитная индукция

3. На рисунке изображена электромеханическая система пьезоэлектрического преобразователя. Какой параметр изменяется при сжатии пьезоэлектрического элемента?

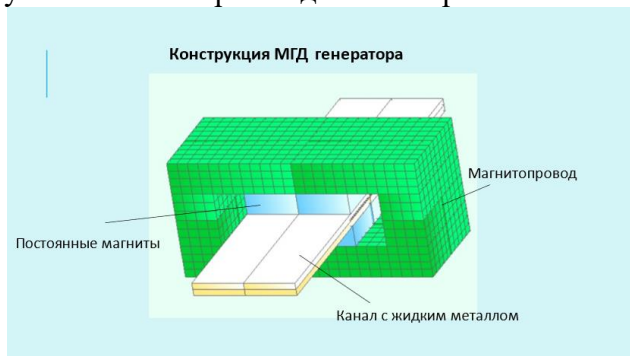


Ответы:

- 1 – намагниченность и магнитная индукция
- 2 – напряженность электрического поля
- 3 – относительная магнитная проницаемость пьезоэлектрического элемента

Верный ответ: 2 – напряженность электрического поля

4. На рисунке изображена электромеханическая система МГД генератора. Как влияет увеличение скорости движения рабочего тела на ЭДС генератора?

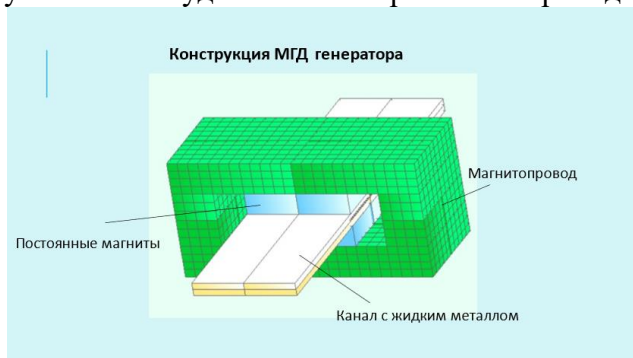


Ответы:

- 1 – уменьшает
- 2 – увеличивает
- 3 – не изменяет

Верный ответ: 2 – увеличивает

5. На рисунке изображена электромеханическая система МГД генератора. Как влияет уменьшение удельной электрической проводимости рабочего тела на ЭДС генератора?



Ответы:

- 1 – уменьшает
- 2 – увеличивает
- 3 – не изменяет

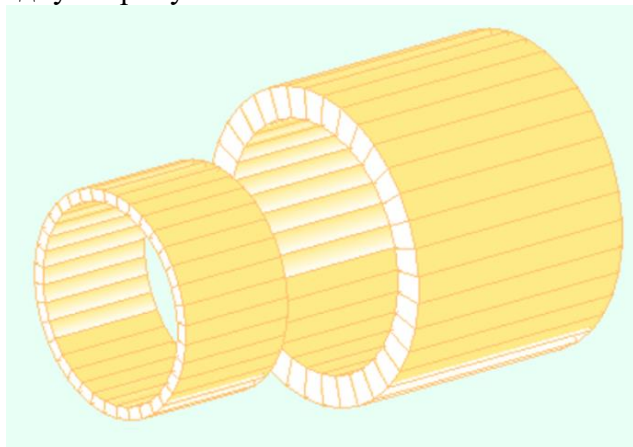
Верный ответ: 1 – уменьшает

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-бПК-5 Применяет методы анализа и расчета электротехнических устройств для теоретического исследования электромагнитных процессов в электрических и силовых электронных аппаратах

### Вопросы, задания

#### 1. Практическое задание

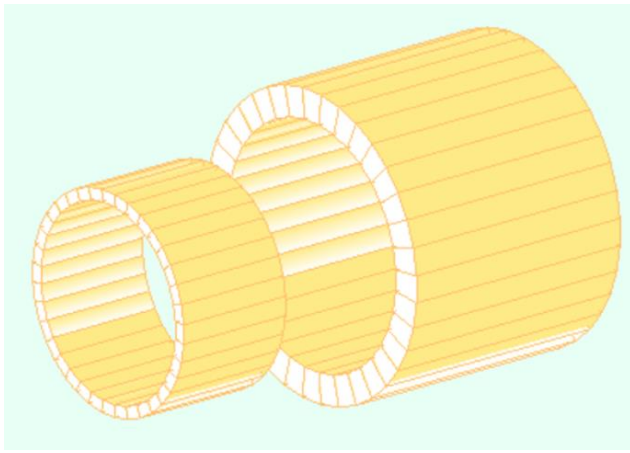
Электромеханическая система состоит из двух катушек. Маленькая катушка движется с постоянной скоростью вдоль оси катушек и полностью проходит через большую катушку. Изобразите графики изменения сил, действующих на меньшую и большую катушку, от взаимного положения катушек, если токи в обеих катушках направлены в одну сторону.



#### 2. Практическое задание

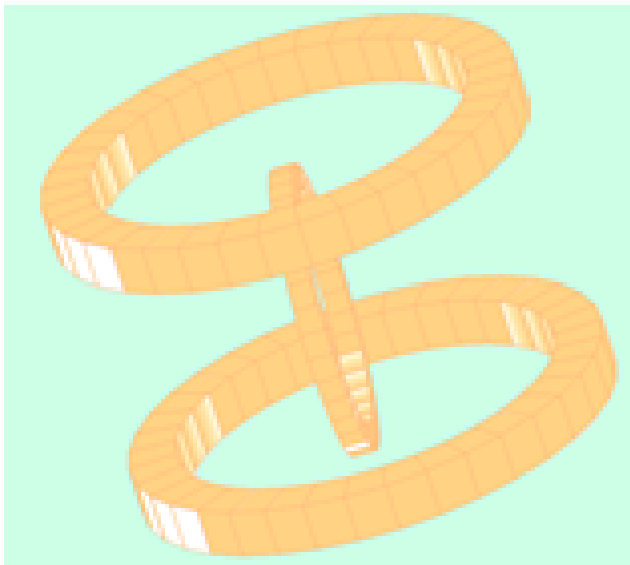
Электромеханическая система состоит из двух катушек. Маленькая катушка движется с постоянной скоростью вдоль оси катушек и полностью проходит через большую катушку. Изобразите график изменения потокосцепления большей катушки, от взаимного положения катушек, если ток только в меньшей катушке.





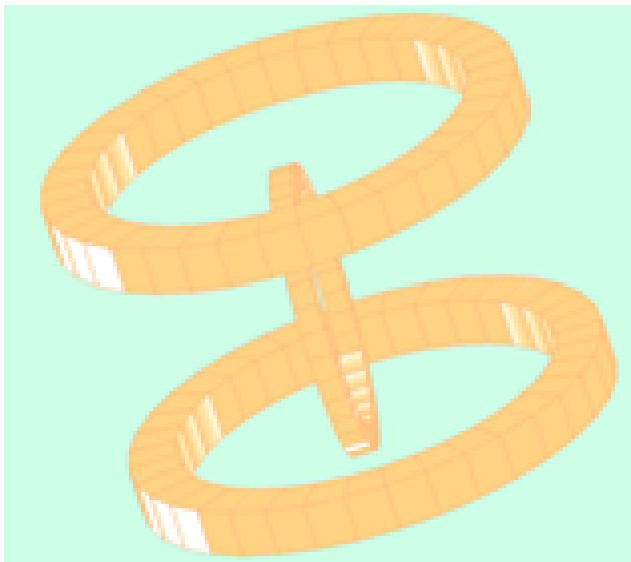
### 3. Практическое задание

Электромеханическая система состоит из трех катушек. Центральная катушка вращается в неподвижных больших катушках с постоянной угловой скоростью вокруг своего диаметра и совершает полный оборот. Изобразите график изменения потокосцепления центральной катушки от угла поворота, если ток только в больших катушках.



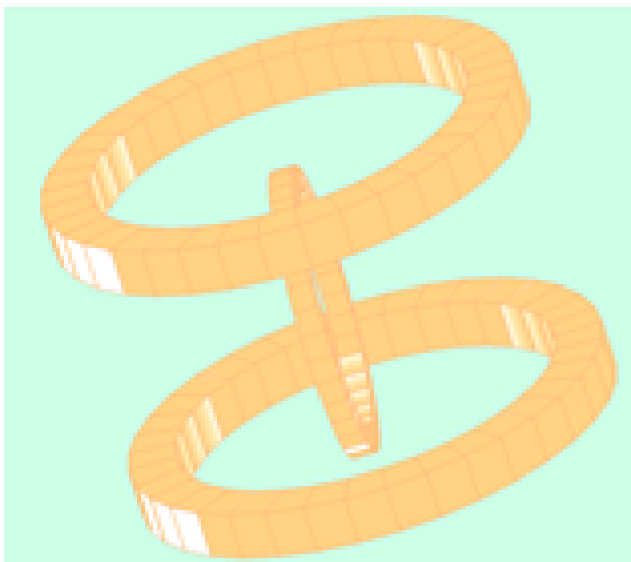
### 4. Практическое задание

Электромеханическая система состоит из трех катушек. Центральная катушка вращается в неподвижных больших катушках с постоянной угловой скоростью вокруг своего диаметра и совершает полный оборот. Изобразите график изменения момента, действующего на центральную катушку, от угла поворота центральной катушки, если токи во всех катушках.



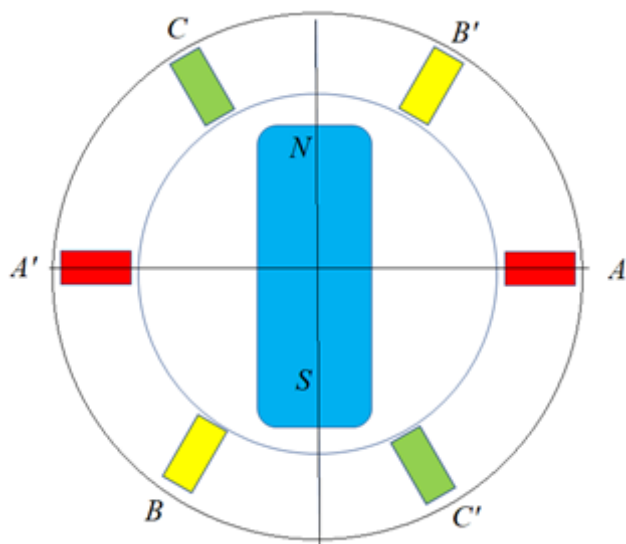
### 5. Практическое задание

Электромеханическая система состоит из трех катушек. Центральная катушка вращается в неподвижных больших катушках с постоянной угловой скоростью вокруг своего диаметра и совершает полный оборот. Изобразите график изменения ЭДС больших катушек от угла поворота центральной катушки, если ток только в центральной катушке.



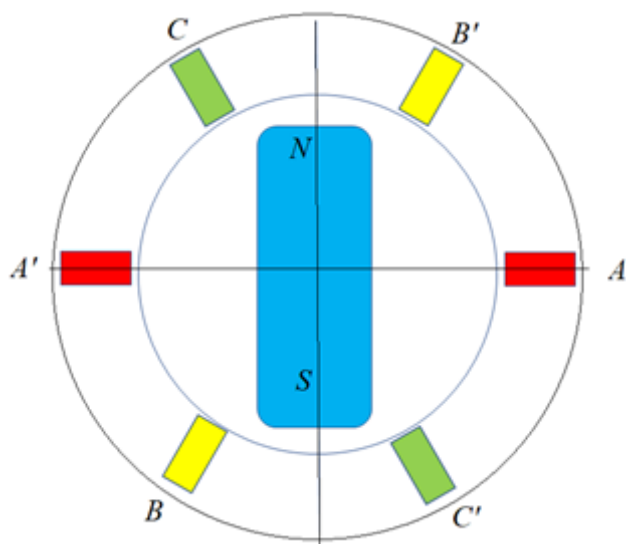
### 6. Практическое задание

Электромеханическая система состоит из постоянного магнита, вращающегося в системе трехфазных катушек с постоянной скоростью. Изобразите график изменения момента, действующего на постоянный магнит при его вращении, если в катушках задано мгновенное значение трехфазной системы токов в момент максимума тока в фазе А.



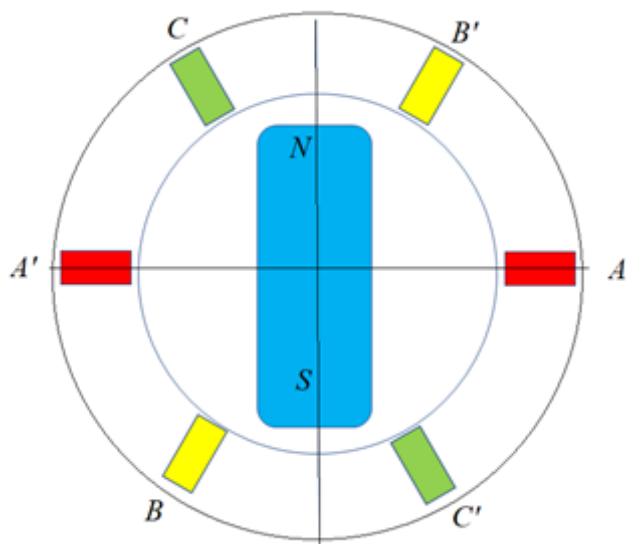
### 7. Практическое задание

Электромеханическая система состоит из постоянного магнита, вращающегося в системе трехфазных катушек с постоянной скоростью. Изобразите графики изменений ЭДС фазных обмоток при вращении постоянного магнита. Начальный угол показан на рисунке.



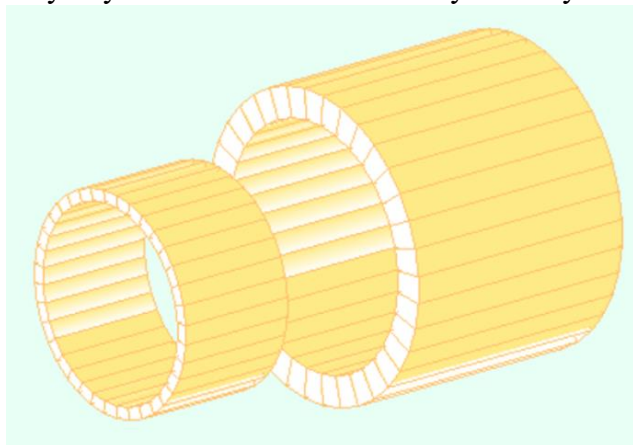
### 8. Практическое задание

Электромеханическая система состоит из постоянного магнита, вращающегося в системе трехфазных катушек с постоянной скоростью. Изобразите графики изменения момента, действующего на неподвижный постоянный магнит, если в катушках задана трехфазная система переменных токов. Начальный угол показан на рисунке.



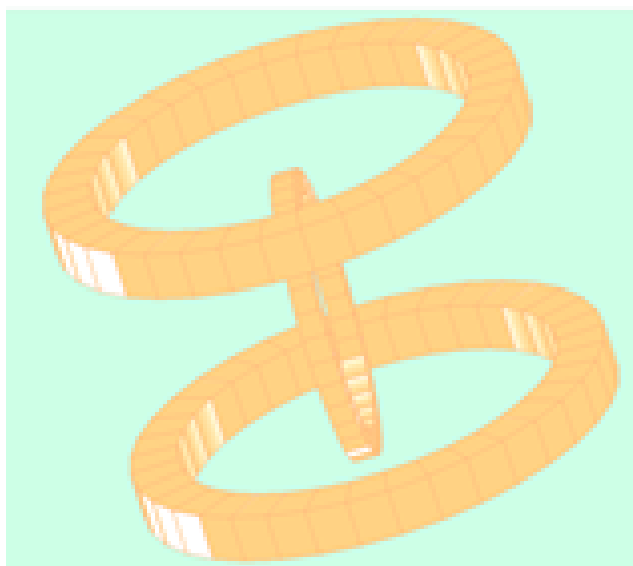
### 9.Задание на компьютере

Электромеханическая система состоит из двух катушек. Меньшая катушка движется с постоянной скоростью вдоль оси катушек и полностью проходит через большую катушку. Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink.



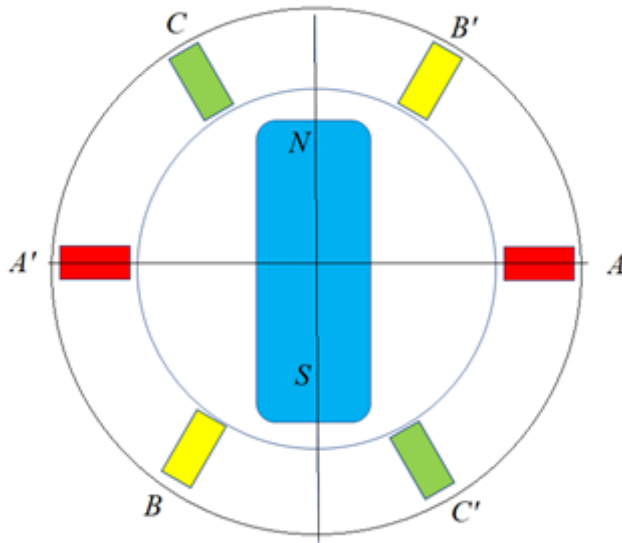
### 10.Задание на компьютере

Электромеханическая система состоит из трех катушек. Центральная катушка вращается в неподвижных больших катушках с постоянной угловой скоростью вокруг своего диаметра и совершает полный оборот. Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink



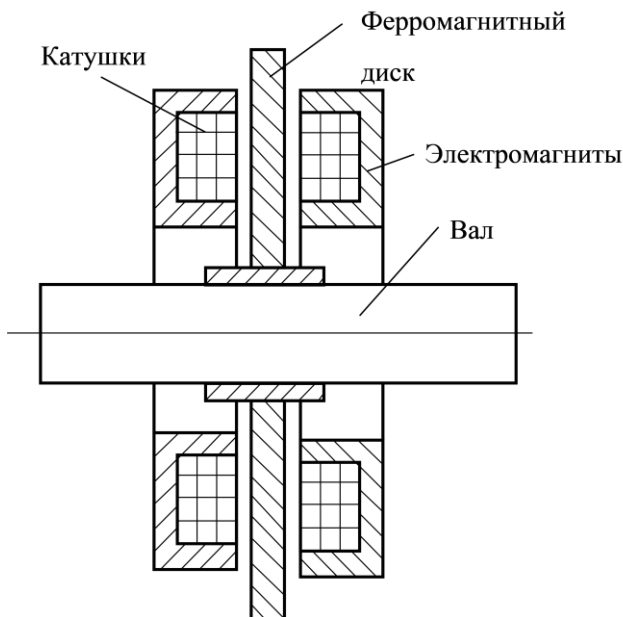
### 11.Задание на компьютере

Электромеханическая система состоит из постоянного магнита, вращающегося в системе трехфазных катушек с постоянной скоростью. Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink.



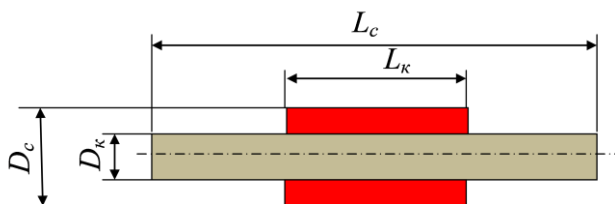
### 12.Задание на компьютере

Электромеханическая система управляемого осевого электромагнитного подшипника. Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink.



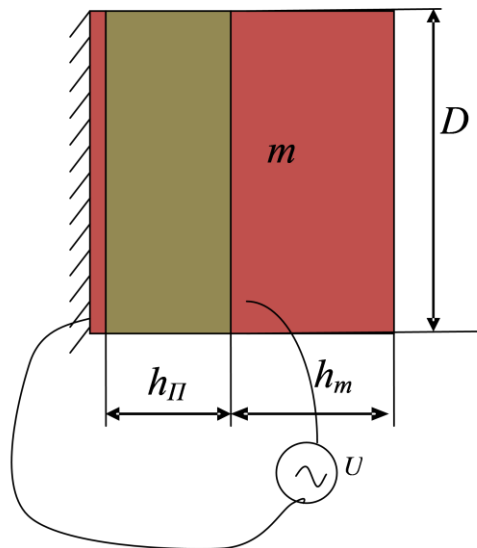
### 13.Задание на компьютере

Электромеханическая система магнитоэлектрического преобразователя. Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink.



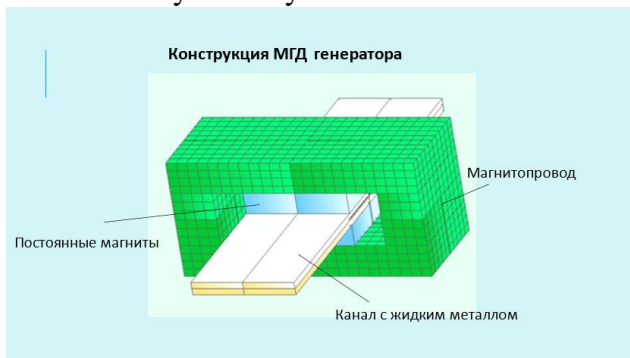
### 14.Задание на компьютере

Электромеханическая система пьезоэлектрического преобразователя. Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink.



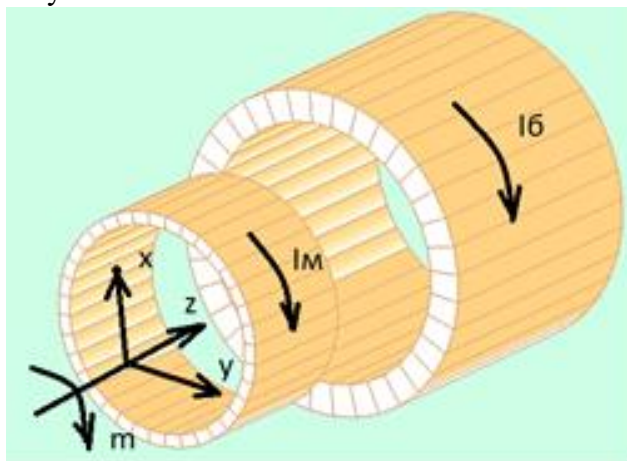
### 15.Задание на компьютере

Электромеханическая система магнетогидродинамического генератора. Составьте эквивалентную схему ЭМС в Matlab Simulink.



### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите направление силы, действующей на малую катушку в электромеханической системе, изображенной на рисунке. Направление тока в малой катушке  $I_m$ , в большой катушке  $I_b$ .

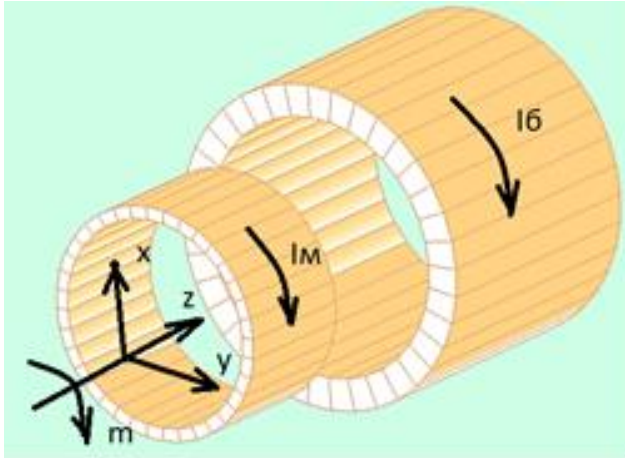


Ответы:

- 1 - по x
- 2 - по y
- 3 - по z
- 4 - по (-x)
- 5 - по m
- 6 - по (-m)

Верный ответ: 3 - по z

2. Укажите направление силы, действующей на малую катушку в электромеханической системе, изображенной на рисунке. Направление тока в малой катушке  $I_M$ , в большой катушке  $I_B$ .

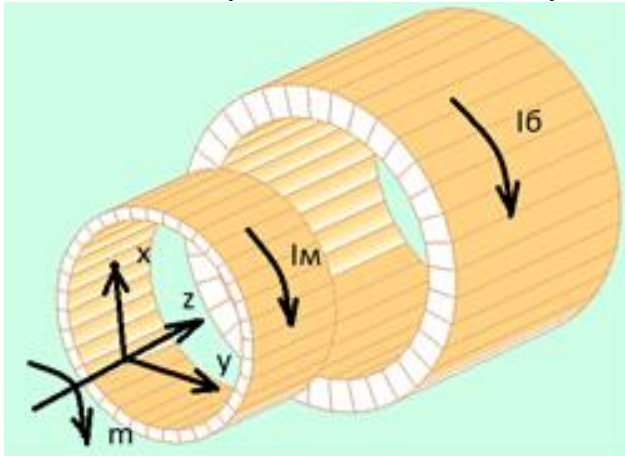


Ответы:

- 1 - по x
- 2 - по y
- 3 - по z
- 4 - по (-z)
- 5 - по m
- 6 - по (-m)

Верный ответ: 4 - по (-z)

3. Какая сила будет действовать на малую катушку в электромеханической системе, изображенной на рисунке, если ее разместить в центре большой катушки? Направление тока в малой катушке  $I_M$ , в большой катушке  $I_B$ .

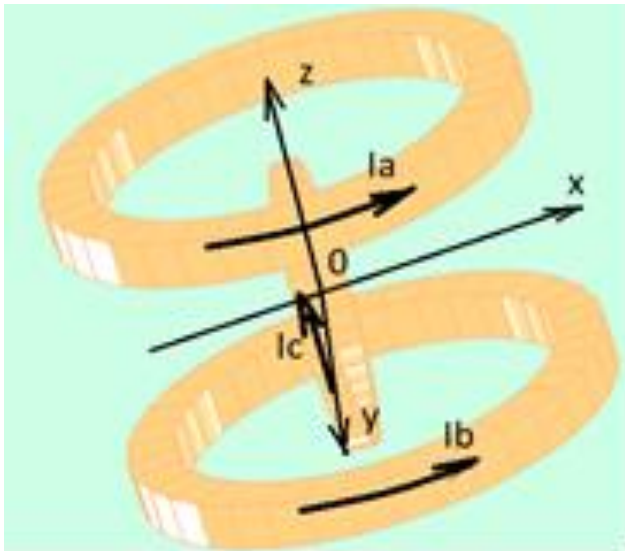


Ответы:

- 1 - максимальная по z
- 2 - максимальная по x
- 3 - максимальная по (-z)
- 4 - максимальная по (-x)
- 5 - сила будет равна нулю

Верный ответ: 5 - сила будет равна нулю

4. Укажите направление момента, действующего на центральную катушку в электромеханической системе, изображенной на рисунке. Направление токов в верхней, нижней и центральной катушках соответственно  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ .

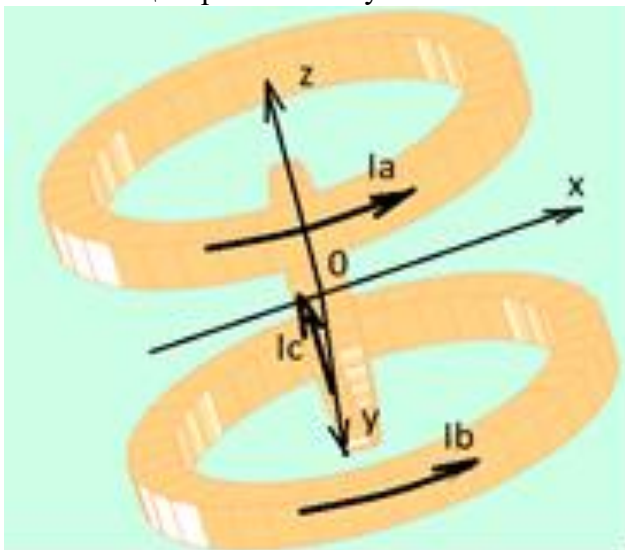


Ответы:

- 1 - по x
- 2 - по y
- 3 - по z
- 4 - по (-y)
- 5 - по (-z)
- 6 - по (-x)

Верный ответ: 4 - по (-y)

5. Укажите направление момента, действующего на верхнюю катушку в электрохимической системе, изображенной на рисунке. Направление токов в верхней, нижней и центральной катушках соответственно  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ .



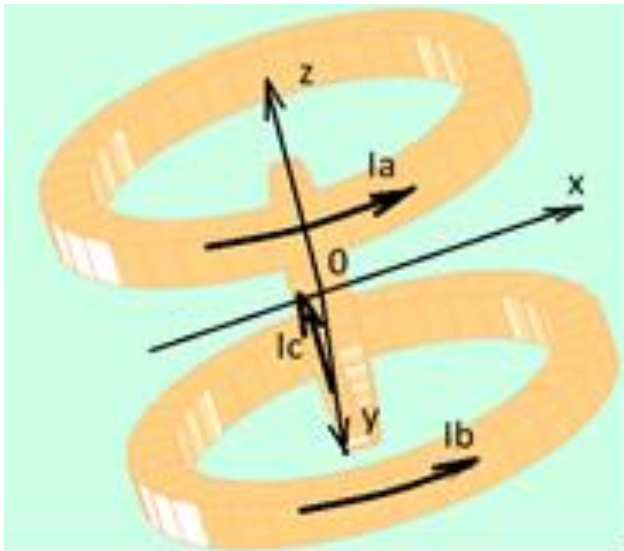
Ответы:

- 1 - по x
- 2 - по y
- 3 - по z
- 4 - по (-y)
- 5 - по (-z)
- 6 - по (-x)

Верный ответ: 2 - по y

6. Укажите направление момента, действующего на нижнюю катушку в электрохимической системе, изображенной на рисунке. Направление токов в верхней, нижней и центральной катушках соответственно  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ .



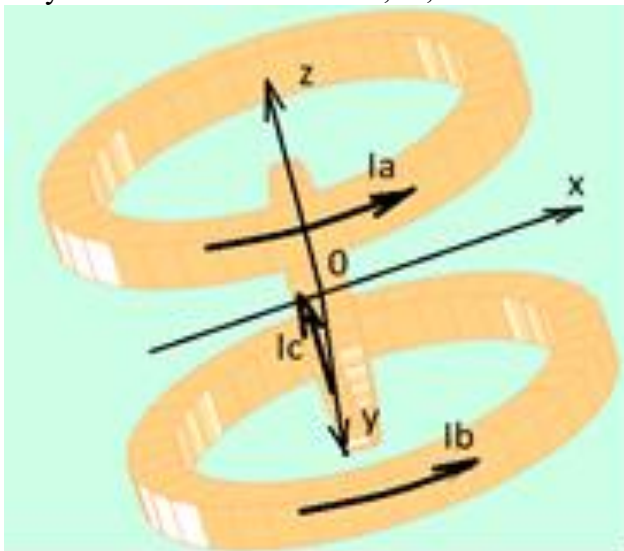


Ответы:

- 1 - по x
- 2 - по y
- 3 - по z
- 4 - по (-y)
- 5 - по (-z)
- 6 - по (-x)

Верный ответ: 2 - по y

7. Какой момент будет действовать на центральную катушку в электромеханической системе, изображенной на рисунке, если ее повернуть на 90 градусов вокруг оси y параллельно большим катушкам? Направление токов в верхней, нижней и центральной катушках соответственно  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$ .

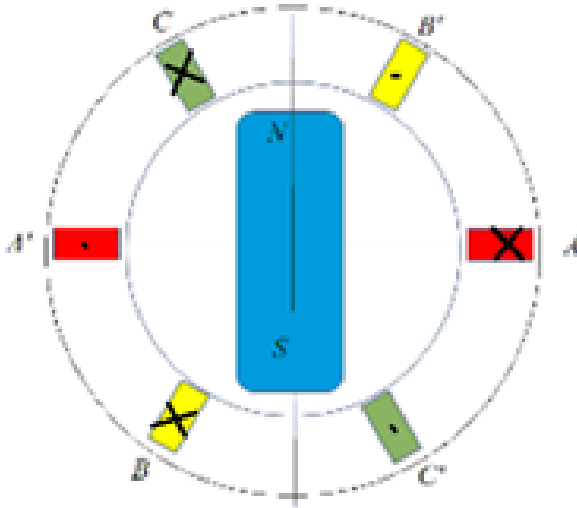


Ответы:

- 1 - максимальный по z
- 2 - максимальный по x
- 3 - максимальный по (-z)
- 4 - максимальный по (-x)
- 5 - момент будет равен нулю

Верный ответ: 5 - момент будет равен нулю

8. Постоянный магнит вращается в системе трехфазных катушек по часовой стрелке. Начало вращения и направление намотки в электромеханической системе указано на рисунке. Какая фаза потокосцепления будет у катушки A?

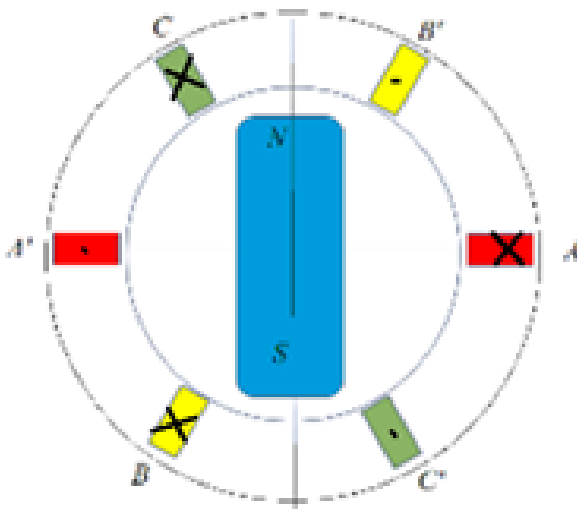


Ответы:

- 1 -  $90^\circ$
- 2 -  $180^\circ$
- 3 -  $(-90^\circ)$
- 4 -  $(-180^\circ)$
- 5 -  $0^\circ$

Верный ответ: 2 –  $180^\circ$

9. Постоянный магнит вращается в системе трехфазных катушек по часовой стрелке. Начало вращения и направление намотки в электромеханической системе указано на рисунке. Какая фаза потокосцепления будет у катушки В?

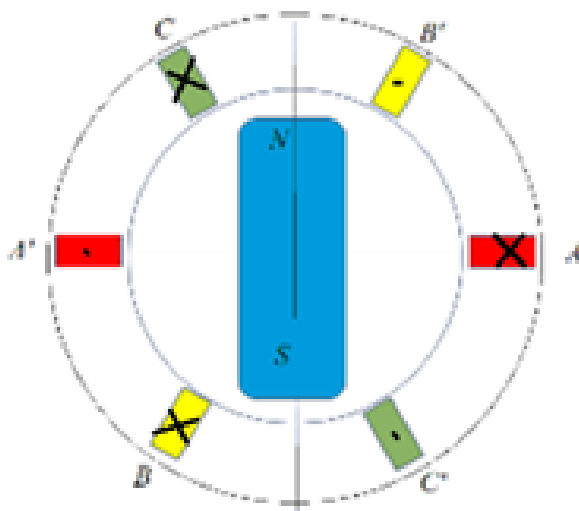


Ответы:

- 1 -  $120^\circ$
- 2 -  $360^\circ$
- 3 -  $(-120^\circ)$
- 4 -  $(-60^\circ)$
- 5 -  $0^\circ$

Верный ответ: 4 –  $(-60^\circ)$

10. Постоянный магнит вращается в системе трехфазных катушек по часовой стрелке. Начало вращения и направление намотки в электромеханической системе указано на рисунке. Какая фаза потокосцепления будет у катушки С?



Ответы:

1 -  $120^\circ$

2 -  $240^\circ$

3 -  $0^\circ$

4 -  $60^\circ$

5 -  $(-120^\circ)$

Верный ответ: 4 -  $60^\circ$

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения задания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения задания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения задания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

## III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курс выставляется как среднее арифметическое из оценки за текущий контроль и оценки за промежуточную аттестацию