

**Приложение 2 к РПД Электрические машины  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность (профиль) – Высоковольтные  
электроэнергетика и электротехника  
Форма обучения – заочная  
Год набора - 2020**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ  
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Электрические машины
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2020

**2. Перечень компетенций**

- способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-3).

## 1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
<i>1. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.</i>	ОПК-3	принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики	использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин	навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин	Тест, решение задач
<i>2. Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин.</i>	ОПК-3	принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики	использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин	навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин	Тест, презентация, доклад, решение задач
<i>3. Принцип работы и конструкции трансформаторов.</i>	ОПК-3	принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики	использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин	навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин	Тест, решение задач, деловая игра
<i>4. Асинхронные машины.</i>	ОПК-3	принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики	использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и	навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин	Тест, презентация, решение задач

			эксплуатации электрических машин		
<i>5. Синхронные машины.</i>	ОПК-3	принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики	использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин	навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин	Тест, решение задач, презентация
<i>6. Машины постоянного тока.</i>	ОПК-3	принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики	использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин	навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин	Тест, доклад, решение задач, презентация
<i>7. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин.</i>	ОПК-3	принцип действия современных типов электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики	использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических машин	навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин	Тест, решение задач, деловая игра, доклад, презентация

## Критерии и шкалы оценивания

### 1. Презентация (критерии оценки презентации)

<b>Структура презентации</b>	<b>Максимальное количество баллов</b>
<b>Содержание</b>	
Сформулирована цель работы	0,5
Понятны задачи и ход работы	0,5
Информация изложена полно и четко	0,5
Иллюстрации усиливают эффект восприятия текстовой части информации	0,5
Сделаны выводы	0,5
<b>Оформление презентации</b>	
Единый стиль оформления	0,5
Текст легко читается, фон сочетается с текстом и графикой	0,5
Все параметры шрифта хорошо подобраны, размер шрифта оптимальный и одинаковый на всех слайдах	0,5
Ключевые слова в тексте выделены	0,5
<b>Эффект презентации</b>	
Общее впечатление от просмотра презентации	0,5
<b>Мах количество баллов</b>	<b>5</b>

### 2. Решение задач

5 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 баллов выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 баллов выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

### 3. Оценка участия студента в деловой игре

<b>Наименование критерия</b>	<b>Баллы</b>
Профессиональное, грамотное решение проблемы	1
Новизна и неординарность решения проблемы	1
Краткость и четкость изложения теоретической части решения проблемы	0,5
Качество графической части оформления решения проблемы	0,5
Этика ведения дискуссии	1
Активность работы всех членов микрогрупп	1
<b>Мах количество баллов</b>	<b>5</b>
Штрафные баллы (нарушение правил ведения дискуссии, некорректность поведения и т.д.)	До 2

#### 4. Критерии оценки доклада

Баллы	Характеристики ответа студента
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет понятиями</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой основных понятий</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой понятий</li> </ul>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент не усвоил значительной части проблемы;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет понятийным аппаратом</li> </ul>

#### 5. Тест

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов за решенный тест	1	3	5

**Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**1) Типовое тестовое задание**

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Краткая формулировка трех основных законов электромеханики	<p>1. Электрическая машина не может работать с КПД 100%; все электрические машины реверсивны; магнитные силовые линии поля обмотки возбуждения замкнуты.</p> <p>2. Электрическая машина не может работать с КПД 100%; все электрические машины реверсивны; ЭДС в неподвижных проводниках электрической машины равны нулю.</p> <p>3. Электрическая машина не может работать с КПД более 100%; все электрические машины обратимы; магнитные силовые линии поля обмотки возбуждения замкнуты.</p> <p>4. Электрическая машина не может работать с КПД 100%; все электрические машины обратимы; преобразование энергии осуществляется магнитными полями неподвижными относительно друг друга.</p> <p>5. Электрическая машина не может работать с КПД более 100%; все электрические машины обратимы, преобразование энергии осуществляется магнитными полями неподвижными относительно друг друга.</p>
2.	Дайте определение электрической машины как электромеханического преобразователя	<p>1. Преобразователь величины электрического напряжения постоянного и переменного тока.</p> <p>2. Преобразователь мощности и скорости вращения вала, имеющий практическое применение.</p> <p>3. Преобразователь электрической энергии в механическую.</p> <p>4. Преобразователь электрической энергии в механическую и обратно, имеющий техническое применение.</p> <p>5. Преобразователь механической энергии в электрическую.</p>

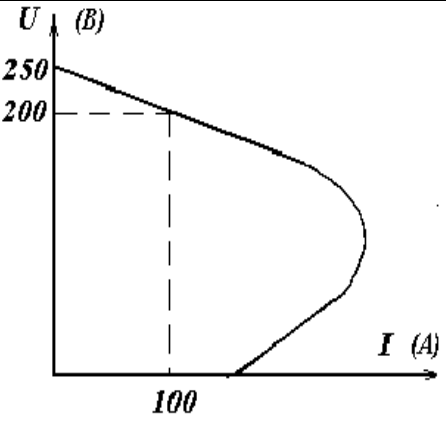
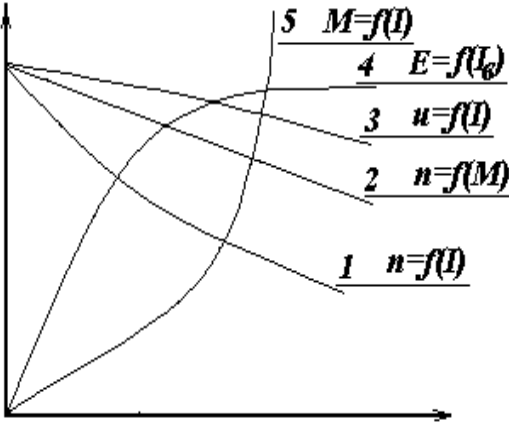
3.	Назовите бесконтактные электрические машины	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Асинхронные короткозамкнутые и синхронные реактивные машины.</li> <li>2. Машины постоянного тока (МПТ), универсальные машины.</li> <li>3. Универсальные машины, асинхронные машины с фазным ротором.</li> <li>4. МПТ и синхронные машины.</li> <li>5. Синхронные машины и асинхронные машины с фазным ротором.</li> </ol>
4.	Перечислите законы, лежащие в основе принципа работы электрических машин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закон электромагнитной силы (закон Ампера), закон Ома.</li> <li>2. Закон Кулона, закон Ома для магнитных цепей.</li> <li>3. Закон электромагнитной индукции, закон электромагнитной силы.</li> <li>4. Закон электромагнитной индукции, закон Ома.</li> <li>5. Закон Ома, Закон Кулона.</li> </ol>
5.	Математическое выражение закона электромагнитной индукции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>F_{эм} = B l i</math>.</li> <li>2. <math>F_{эм} = \int_0^l B \cdot i \cdot \sin\varphi \cdot dl</math>.</li> <li>3. <math>U I = F_{эм} v + I^2 r</math>.</li> <li>4. <math>E = B l v</math>.</li> <li>5. <math>\Phi = \frac{F}{\sum_1^n \frac{l_n}{\mu_n \cdot S_n}}</math>.</li> </ol>
6.	Назовите часть электрической машины, в которой происходит электромеханическое преобразование энергии	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коллектор.</li> <li>2. Индуктор.</li> <li>3. Ротор</li> <li>4. Статор</li> <li>5. Якорь.</li> </ol>
7.	Определите параметры, относящиеся к паспортным данным электрического двигателя (укажите неверный ответ)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тип, мощность, напряжение.</li> <li>2. Ток, скорость вращения.</li> <li>3. КПД, коэффициент мощности.</li> <li>4. Масса, соединение обмоток, КПД.</li> <li>5. Габариты, диапазон регулирования скорости, гарантийный срок службы.</li> </ol>
8.	Основное уравнение движения электропривода при постоянном моменте	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>M - M_{cm} = J \frac{d\omega}{dt}</math>.</li> </ol>

	инерции	$2. M - M_{cm} = J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega}{2} \cdot \frac{dJ}{dt}.$ $3. M = M_o + M_2.$ $4. M = M_{cm}.$ $5. M_I = M_o + M.$
9.	Определите вращающий момент четырехполусного двигателя (ДПТ) при магнитном потоке полюса 0,01 Вб, числе проводников обмотки якоря 800, токе 50 А и одной паре параллельных ветвей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 254 Н*м.</li> <li>2. 127 Н*м</li> <li>3. 63,5 Н*м</li> <li>4. 508 Н*м</li> <li>5. 400 Н*м.</li> </ol>
10.	Основное назначение электрического привода	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Преобразование величины напряжения постоянного и переменного тока и управление ими.</li> <li>2. Преобразование мощности и скорости вращения вала и управление ими.</li> <li>3. Преобразование электрической энергии в механическую.</li> <li>4. Преобразование электрической энергии в механическую и управление последней.</li> </ol> <p>Преобразование механической энергии в электрическую и управление им.</p>
11.	Укажите основные свойства и зависимости, исследуемые в электрических двигателях	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимость скорости вращения от нагрузки, способы пуска и регулирования скорости вращения.</li> <li>2. Зависимость ЭДС от тока возбуждения, влияние напряжения на зажимах двигателя на момент.</li> <li>3. Зависимость нагрева от скорости вращения при постоянной нагрузке.</li> <li>4. Зависимость тока возбуждения от тока нагрузки при постоянном напряжении.</li> <li>5. Влияние нагрузки и скорости вращения двигателя на напряжение.</li> </ol>
12.	Назовите основные свойства и зависимости, исследуемые в электрических генераторах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимость момента на валу от скорости вращения и КПД от потребляемой мощности.</li> <li>2. Зависимость скорости вращения от нагрузки и тока от момента на валу.</li> <li>3. Зависимость ЭДС от тока возбуждения, напряжения от тока нагрузки.</li> <li>4. Зависимость тока нагрузки и КПД от скорости вращения.</li> <li>5. Зависимость электромагнитного момента от тока</li> </ol>



		нагрузки.
13.	Назовите тип генератора постоянного тока, способного обеспечить получение наиболее жесткой внешней характеристики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Генератор с независимым возбуждением.</li> <li>2. Генератор со смешанным возбуждением</li> <li>3. Генератор с последовательным возбуждением</li> <li>4. Генератор с параллельным возбуждением.</li> <li>5. Генератор с возбуждением от постоянных магнитов.</li> </ol>
14.	Основное магнитное поле МПТ создается	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Якорем и главными полюсами</li> <li>2. Главными и добавочными полюсами.</li> <li>3. Главными полюсами.</li> <li>4. Главными полюсами и компенсационной обмоткой.</li> <li>5. Главными, добавочными полюсами и компенсационной обмоткой.7</li> </ol>
15.	Механические характеристики электрической машины в двигательном режиме изображаются обычно в квадрантах	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. I – II.</li> <li>2. II – IV.</li> <li>3. I – III.</li> <li>4. III – IV.</li> <li>5. IV – I.</li> </ol>
16.	Укажите вид зависимости напряжения генератора постоянного тока параллельного и независимого возбуждения от сопротивления нагрузки $R_H$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжение генератора увеличивается при росте <math>R_H</math>.</li> <li>2. Напряжение генератора не зависит от <math>R_H</math>.</li> <li>3. Напряжение генератора уменьшается при росте <math>R_H</math></li> <li>4. Напряжение генератора не зависит от <math>R_H</math>, при условии полной компенсации влияния реакции якоря</li> <li>5. Напряжение генератора не зависит от <math>R_H</math> при условии полной компенсации влияния реакции якоря и при сопротивлении якоря равном нулю.</li> </ol>
17.	Для увеличения нагрузки на валу двигателя, вращающего вал генератора надо выполнить следующее	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличить сопротивление <math>R_H</math> в якорной цепи генератора.</li> <li>2. Уменьшить магнитный поток генератора.</li> <li>3. Уменьшить сопротивление <math>R_H</math> в якорной цепи генератора.</li> <li>4. Уменьшить напряжение двигателя.</li> <li>5. Уменьшить напряжение возбуждения генератора.</li> </ol>
18.	Определите наиболее вероятное повреждение в электрической машине при небольшой, но длительной перегрузке	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический пробой изоляции из-за перенапряжений.</li> <li>2. Размагничивание магнитной системы.</li> <li>3. Механические поломки.</li> <li>4. Перегрев и постепенное ухудшение изоляции обмоток.</li> <li>5. Повреждение изоляции обмоток из-за значительных</li> </ol>

		электродинамических усилий.
19.	Пусковой ток ДПТ определяется следующим	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Величиной нагрузки на валу двигателя.</li> <li>2. Напряжением сети и сопротивлением якорной цепи.</li> <li>3. Напряжением сети.</li> <li>4. Пусковой ток всегда больше номинального в 2 раза.</li> <li>5. Величиной противо-ЭДС двигателя.</li> </ol>
20.	Величина вращающего момента двигателя постоянного тока определяется выражением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>M = c \Phi I</math>.</li> <li>2. <math>M = k \Phi I_2 \cos \Psi_2</math>.</li> <li>3. <math>M = c_1 (U_1 E_0 \sin \theta) / (\omega x_d) + M_p</math>.</li> <li>4. <math>M = c_1 (U_1 E_0 \sin \theta) / (\omega x_c)</math>.</li> <li>5. <math>M = c_2 I_2^2 r_2 / (\omega_1 s)</math>.</li> </ol>
21.	Ошибка в одном из основных выражений для МПТ допущена в пункте	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\omega_0 = U / c \Phi</math>.</li> <li>2. <math>\omega = (U - I_a r_a) / c \Phi</math>.</li> <li>3. <math>E = U + I_a r_a</math>.</li> <li>4. <math>E = U - I_a r_a</math>.</li> <li>5. <math>E = C_e \Phi \omega</math>, <math>C_e = p N / 4 \pi a</math>.</li> </ol>
22.	Степень зависимости вращающего момента двигателя с параллельным возбуждением от тока якоря определяется выражением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>M = K_1 I_a^2</math>.</li> <li>2. <math>M = K_1 I_a^{0,5}</math>.</li> <li>3. <math>M = K_1 I_a</math>.</li> <li>4. <math>M = K_1 I_a^{-1}</math>.</li> <li>5. <math>M = K_1 I_a^0</math>.</li> </ol>
23.	Условие включения генератора постоянного тока на параллельную работу с группой работающих генераторов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Генераторы должны вращаться с одинаковой частотой.</li> <li>2. Нагрузка работающих генераторов должна быть снята в месте включения.</li> <li>3. Генератор должен иметь ЭДС равную напряжению на зажимах работающих генераторов.</li> <li>4. Нагрузка работающих генераторов должна быть одинаковой.</li> <li>5. Генераторы должны вращаться с одинаковой частотой, направление вращения должно совпадать.</li> </ol>
24.	КПД МПТ в двигательном режиме выражается отношением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\eta = (U I - p_c - p_{\text{мех}} - p_{\text{эв}} - p_{\text{эл}} - p_{\text{щ}} - p_d) / (U I)</math>.</li> <li>2. <math>\eta = (P_1 - p_{\text{эл}} - p_{\text{щ}}) / (P_1 - p_c - p_{\text{мех}})</math>.</li> <li>3. <math>\eta = (U I + p_{\text{эв}} - \Sigma p) / (U I)</math>.</li> <li>4. <math>\eta = U I / (U I + \Sigma p)</math>.</li> <li>5. <math>\eta = P_1 / (P_1 + \Sigma p)</math>.</li> </ol>

25.	Относительное изменение напряжения генератора постоянного тока при сбросе нагрузки составляет	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. -25%.</li> <li>2. 25%.</li> <li>3. 20%.</li> <li>4. -20%.</li> <li>5. 50%.</li> </ol>
26.	Основное назначение коллектора генератора постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отвод тока от якорной обмотки в цепь нагрузки.</li> <li>2. Изменение направления тока в проводниках секций обмотки якоря.</li> <li>3. Преобразование переменного тока обмотки в постоянный ток нагрузки.</li> <li>4. Соединение отдельных секций в замкнутую обмотку.</li> <li>5. Преобразование постоянного тока в переменный.</li> </ol>
27.	Наиболее предпочтительный регулируемый электропривод для современных автоматизированных технологий и производств	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Асинхронный двигатель с коробкой передач.</li> <li>2. Привод по системе Г-Д.</li> <li>3. Асинхронный двигатель с фазным ротором и реостатным регулированием скорости.</li> <li>4. Привод по системе ТП-Д.</li> <li>5. Привод по системе ТПЧ-АД.</li> </ol>
28.	Условия самовозбуждения генератора постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличие сопротивления в цепи якоря и остаточного намагничивания, достаточно быстрое вращение.</li> <li>2. Надо пропустить ток по обмотке возбуждения от постороннего источника.</li> <li>3. Достаточно быстрое вращение при малом сопротивлении цепи возбуждения.</li> <li>4. Наличие остаточного намагничивания, достаточно быстрое вращение и правильное присоединение обмотки возбуждения.</li> <li>5. Наличие остаточного намагничивания, отсутствие сопротивления нагрузки, достаточно быстрое вращение.</li> </ol>
29.	Механическая характеристика двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением имеет вид	
30.	Потери машины постоянного тока,	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Все.</li> <li>2. Электрические потери в якоре, щетках и механические потери.</li> </ol>

	зависящие от нагрузки	3. Механические и магнитные потери. 4. Электрические в якоре, в контакте щеток и обмотке добавочных полюсов. 5. Электрические в якоре, щетках, магнитные и добавочные потери
--	-----------------------	--

## 2) Презентация: алгоритм и рекомендации по созданию презентации

Алгоритм создания презентации

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап - основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;
  - на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
  - все оставшиеся слайды имеют информативный характер.
- Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

Рекомендации по созданию презентации:

1. Читательность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
2. Тщательно структурированная информация.
3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
7. Графика должна органично дополнять текст.
8. Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

### Примерные темы презентации

1. Сверхпроводниковые синхронные генераторы промышленной частоты.
2. Сверхпроводниковые синхронные генераторы повышенной частоты.
3. Сверхпроводниковые машины постоянного тока. Разноименнополюсные МПТ. Униполярные машины

### 3) Пример решения задачи

Имеется однофазный трансформатор номинальной мощностью 100 кВ·А и номинальным напряжением ( $U_{1ном} = 10кВ$ ) ( $U_{2ном} = 0,60кВ$ ). При частоте тока 50 Гц, действительное значение напряжения, приходящееся на один виток обмоток ( $U_{вит} = 5В$ ). Определить: число витков обмоток трансформатора ( $\omega_1, \omega_2$ ), поперечное сечение обмоточных проводов сечения первичной и вторичной, если плотность тока в этих проводах ( $\Delta = 4,0А/мм^2$ ); площадь поперечного сечения стержня магнитопровода ( $Q_{cm}$ ), если МАХ значение магнитной индукции в стержне ( $B_{cm} = 1,4Тл$ )

### Решение

По номинальному значению напряжений  $U_{1ном}$  и  $U_{2ном}$  определим число витков в обмотках:

$$\omega_1 = \frac{U_{1ном}}{U_{вит}} = \frac{10000}{5} = 2000$$

$$\omega_2 = \frac{U_{2ном}}{U_{вит}} = \frac{600}{5} = 120$$

Номинальное значение тока в обмотках:

$$I_{1ном} = \frac{S_{ном}}{U_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = 10 \text{ A}$$

$$I_{2ном} = \frac{S_{ном}}{U_2} = \frac{100 \cdot 10^3}{600} = 166,7 \text{ A}$$

Поперечное сечение обмоточных проводов:

$$q_1 = \frac{I_{1ном}}{\Delta} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ мм}^2$$

$$q_2 = \frac{I_{2ном}}{\Delta} = \frac{166,7}{4} = 41,675 \text{ мм}^2$$

Основной магнитный поток стержня определим с учетом, что номинальное вторичное напряжение ( $U_{2ном} = E_2$ ):

$$\Phi_{max} = \frac{E_2}{4,44 \cdot f \cdot \omega_2} = \frac{600}{4,44 \cdot 50 \cdot 120} = 0,0225 \text{ Вб}$$

Поперечное сечение стержня магнитопровода:

$$Q = \frac{\Phi_{max}}{(K_c B_{cm})} = \frac{0,0225}{0,93 \cdot 1,4} = 0,017 \text{ мм}^2$$

где  $K_c = 0,93$  - коэффициент заполнения шихтованного стержня, учитывающий увеличение сечение стержня прослойками изоляционного лака между стальными полосами.

### 4) Примерные темы докладов

1. Магнитная цепь ЭМ.
2. Магнитные системы с магнитомягким сердечником.
3. Магнитные системы с постоянными магнитами.
4. Электрическая цепь ЭМ.
5. ЭДС обмоток якоря.
6. Высшие гармоники в кривой ЭДС обмоток якоря и способы их компенсации.
7. Магнитодвижущие силы
8. МДС цепи сосредоточенных обмоток.
9. МДС распределенной однофазной обмотки
10. МДС многофазной обмотки.
11. МДС якорных обмоток коллекторных МПТ.
12. Параметры ЭМ
13. Потери мощности, КПД и тепловые процессы в ЭМ
14. Элементы теории рабочего процесса СМ. Реакция якоря в СМ. Уравнения динамики СМ. Диаграмма напряжений СМ. Электромагнитная мощность и момент СМ.
15. Основные характеристики СГ.
16. СМ как объект регулирования.
17. Бесконтактные СГ.

18. Индукторные генераторы.
19. СД с электромагнитным возбуждением.
20. Синхронные шаговые двигатели.
21. Синхронные муфты.
22. Общая характеристика СЭМ.
23. Сверхпроводниковые синхронные генераторы.
24. Основная классификация. Особенности характеристик ССМ. Особенности конструкций ССМ.
25. Сверхпроводниковые синхронные генераторы промышленной частоты.
26. Опытные образцы. Мощные сверхпроводниковые турбогенераторы.
27. Сверхпроводниковые синхронные генераторы повышенной частоты.
28. Сверхпроводниковые машины постоянного тока. Разноименнополюсные МПТ. Униполярные машины

### 5) Деловая игра

Организация деловой игры осуществляется по определенным правилам, которые озвучивает преподаватель.

Темы деловых игр разнообразны, но их условия должны быть актуальными и близкими к жизненной ситуации, проблеме.

Игроки могут не иметь опыта для ее решения, но обладают базовыми знаниями, воображением и другими способностями. Общий для всей команды -конечный результат, достижение цели, выработанное решение.

Правильных решений может быть несколько. Возможность искать разные пути для решения задачи обычно заложены в условии. Участники сами выбирают роли и модели поведения для успешного решения задачи.

Формы деловой игры	Характеристика	Примеры деловых игр
Групповая дискуссия	Формирует навыки работы группе. Игроки выполняют одинаковое задание, соблюдая правила проведения дискуссии. По истечении времени ответы разбираются и оцениваются.	«Решение»

#### Этапы проведения

- 1) Подготовительный этап. Выявление проблемы, выбор темы и определение задач. Выбор вида и формы игры, работа над игровой стратегией, подготовка материалов.
- 2) Ввод участников в игровую ситуацию. Привлечение интереса, целеполагание, формирование команд, мобилизация участников.
- 3) Групповая или индивидуальная работа по установленным правилам или без них.
- 4) Выводы и анализ итогов самостоятельно и/или с привлечением экспертов.

Проведение деловой игры может быть связано с большим количеством этапов. В ходе проведения игры участникам предстоит определить проблему, рассмотреть и проанализировать ситуацию, выработать предложения по решению проблемы. Завершают работу обсуждение хода игры и пожелания.

## Вопросы промежуточной аттестации

### Введение.

1. Роль электрических машин в современной технике.
2. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии.
3. Вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его создания.
4. Обмотки машин переменного тока.
5. ЭДС в обмотке, обмоточный коэффициент.
6. Высшие гармоники МДС и поля.
7. Составляющие магнитного поля и индуктивные сопротивления обмоток.
8. Электромагнитные силы и моменты в электрических машинах.
9. Потери и КПД.

### Физические законы, лежащие в основе работы электрических машин.

10. Закон электромагнитной индукции.
11. Закон Кирхгофа.
12. Закон полного тока.
13. Закон Ома для магнитной цепи.
14. Закон Ампера.

### Трансформаторы.

15. Принцип работы и конструкции трансформаторов.
16. Параметры и приведение обмоток.
17. Схема замещения, основные уравнения, векторная диаграмма.
18. Опыты и характеристики холостого хода и короткого замыкания.
19. Напряжение короткого замыкания.
20. Изменение вторичного напряжения при нагрузке.
21. Схемы и группы соединений обмоток.
22. Параллельная работа.
23. Регулирование напряжения трансформаторов.
24. Несимметричная нагрузка.
25. Автотрансформатор.
26. Многообмоточный трансформатор.
27. Специальные трансформаторы.

### Асинхронные машины.

28. Конструкции и принцип действия.
29. Параметры и их приведение.
30. Основные уравнения, векторная диаграмма и схемы замещения асинхронных двигателей.
31. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины.
32. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск асинхронных двигателей.
33. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.
34. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.
35. Однофазные асинхронные двигатели: силовые и исполнительные.
36. Конденсаторный асинхронный двигатель. Характеристики и области применения.

### Синхронные машины.

37. Конструкции, принцип действия генераторов и двигателей.
38. Характеристика холостого хода синхронного генератора.
39. Реакция якоря в синхронном генераторе и ее зависимость от характера нагрузки.
40. Параметры синхронной машины в установившемся режиме.
41. Уравнения и векторные диаграммы генераторов.
42. Электромагнитный момент и угловая характеристика.
43. Параллельная работа синхронной машины с сетью.
44. U-образные характеристики.

45. Синхронные двигатели: способы пуска, характеристики, области применения.
46. Специальные синхронные машины.

**Машины постоянного тока.**

47. Принцип действия и конструкция двигателя и генератора.
48. ЭДС в обмотке якоря.
49. Характеристика холостого хода генератора.
50. Реакция якоря.
51. Схемы и способы возбуждения машин постоянного тока.
52. Уравнения и характеристики генераторов при различных способах возбуждения.
53. Электромагнитный момент двигателя постоянного тока.
54. Уравнения и характеристики двигателей при различных способах возбуждения.
55. Пуск в ход, торможение и регулирование частоты вращения двигателей.
56. Специальные машины постоянного тока.
57. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин.



## 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
направленность (профиль) - Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		<b>Б1.О.29</b>	
Дисциплина		<b>Электрические машины</b>	
Курс	<b>3</b>	семестр	<b>зимняя сессия</b>
Кафедра	физики, биологии и инженерных технологий		
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		Морозов И.Н., к.т.н., доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий	
Общ. трудоемкость <sub>час/ЗЕТ</sub>		<b>180/5</b>	Кол-во семестров
			<b>2</b>
		Форма контроля	
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>4/4</b>	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>10/10</b>
		ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>8/8</b>
		СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>149/122</b>

#### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

(код, наименование)

- способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-3).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
<b>Вводный блок</b>				
Не предусмотрен				
<b>Основной блок</b>				
ОПК-3	Тест	4	20	На практических занятиях
ОПК-3	Презентация	2	10	По согласованию с преподавателем
ОПК-3	Доклад	1	5	По согласованию с преподавателем
ОПК-3	Решение задач	4	20	На практических занятиях
ОПК-3	Деловая игра	1	5	На практических занятиях
<b>Всего:</b>			<b>60</b>	
<b>Дополнительный блок</b>				
ОПК-3	Создание опорного конспекта		<b>5</b>	По согласованию с преподавателем

Шкала оценивая в рамках бально-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Шифр дисциплины по РУП		<b>Б1.О.29</b>					
Дисциплина		<b>Электрические машины</b>					
Курс	<b>3</b>	семестр	<b>летняя сессия</b>				
Кафедра	<b>физики, биологии и инженерных технологий</b>						
Ф.И.О. преподавателя, звание, должность		<b>Морозов И.Н., к.т.н., доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий</b>					
Общ. трудоемкость <sub>час/ЗЕТ</sub>		<b>180/5</b>	Кол-во семестров	<b>2</b>	Форма контроля	<b>Экзамен</b>	
ЛК <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>4/-</b>	ПР/СМ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>10/-</b>	ЛБ <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>8/-</b>	СРС <sub>общ./тек. сем.</sub>	<b>149/27</b>

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

(код, наименование)

- способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-3).

Код формируемой компетенции	Содержание задания	Количество мероприятий	Максимальное количество баллов	Срок предоставления
ОПК-3	Экзамен	Вопрос 1	20	По расписанию
		Вопрос 2	20	
		<b>Всего:</b>	<b>40</b>	
<i><b>Дополнительный блок</b></i>				
ОПК-3	Создание опорного конспекта		<b>5</b>	По согласованию с преподавателем

Шкала оценивая в рамках балльно-рейтинговой системы МАГУ: «2» - 60 баллов и менее, «3» - 61-80 баллов, «4» - 81-90 баллов, «5» - 91-100 баллов