Приложение 1

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

дисциплины Б1.О.26 «Электрические машины»

Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»

Квалификация выпускника бакалавр

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

дисциплины Б1.О.26 Электрические машины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства и иных материалов	Кол-во
1	В целом	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-5.1, ОПК-5.2	Описание показателей и критериев оценивания сформированности компетенций, описание шкал оценивания	6
2			Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	6
3			Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	3

1 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Описание шкалы оценивания сформированности компетенций в форме зачета с оценкой

Компетенции на различных этапах их формирования оценивается по 4-бальной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции (индикатора достижения компетенции)	Результат обучения по дисциплине	Критерии и показатели оценивания результатов обучения			
		«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ОПК-4 ОПК-4.1 ОПК-4.2	Знать: конструкцию и принцип работы машин постоянного и переменного тока, современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Фрагментарные знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности / Отсутствие знаний	Неполные знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Сформированные и систематические знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности
	Уметь: обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Фрагментарное умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности / Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Успешное и систематическое умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности

1	2	3	4	5	6
	Владеть: навыками, позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Фрагментарное владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности / Отсутствие навыков	В целом успешное, но не систематическое владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Успешное и систематическое владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности
ОПК-5 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Знать: методику экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин	Фрагментарные знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин / Отсутствие знаний	Неполные знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин	Сформированные и систематические знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин
	Уметь: проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	Фрагментарное умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	В целом успешное, но не систематическое умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	Успешное и систематическое умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин

1	2	3	4	5	6
	Владеть: навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации	Фрагментарное владение навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации / Отсутствие навыков	В целом успешное, но не систематическое владение навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Успешное и систематическое владение навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации

1.3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций дисциплины в форме зачета с оценкой

Оценка	Критерии
Отлично	ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявлена готовность к дискуссии, студент демонстрирует высокий уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач, студент проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом дисциплины
Хорошо	ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие, студент способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины, может выполнять поиск и использование новой информации для выполнения новых профессиональных действий на основе полностью освоенных знаний, умений и навыков соответствующих компетенций
Удовлетворительно	ответы на вопросы не полные, на некоторые ответ не получен, знания, умения, навыки сформированы на базовом уровне, студенты частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов, ассоциативного ряда понятий и т.д.) могут воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки
Неудовлетворительно	на большую часть вопросов ответы не были получены, либо они показали полную некомпетентность студента в материале дисциплины, студент не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки или знания, умения и навыки у студента не выявлены

1.4 Описание шкалы оценивания сформированности компетенций в форме экзамена

Сформированность компетенций по дисциплине оценивается по 4-балльной шкалой: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1.5 Описание показателей и критериев оценивания сформированности компетенций по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

Код компетенции (индикатора достижения компетенции)	Результат обучения по дисциплине	Критерии и показатели оценивания результатов обучения			
		«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ОПК-4 ОПК-4.1 ОПК-4.2	Знать: конструкцию и принцип работы машин постоянного и переменного тока, современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Фрагментарные знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности / Отсутствие знаний	Неполные знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Сформированные и систематические знания о конструкции и принципе работы машин постоянного и переменного тока, современных технологиях в соответствии с направленностью профессиональной деятельности
	Уметь: обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Фрагментарное умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности / Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Успешное и систематическое умение обосновывать и реализовывать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности

1	2	3	4	5	6
	Владеть: навыками, позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Фрагментарное владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности / Отсутствие навыков	В целом успешное, но не систематическое владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Успешное и систематическое владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности
ОПК-5 ОПК-5.1 ОПК-5.2	Знать: методику экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин	Фрагментарные знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин / Отсутствие знаний	Неполные знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин	Сформированные и систематические знания методики экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации, порядок снятия рабочих характеристик электрических машин
	Уметь: проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	Фрагментарное умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	В целом успешное, но не систематическое умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин	Успешное и систематическое умение проводить экспериментальные исследования электрооборудования и средств автоматизации, определять параметры и характеристики электрических машин

1	2	3	4	5	6
	Владеть: навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации	Фрагментарное владение навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации / Отсутствие навыков	В целом успешное, но не систематическое владение навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками позволяющими обосновывать и реализовать современные технологии в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Успешное и систематическое владение навыками применения методов экспериментальных исследований электрооборудования и средств автоматизации

1.6 Описание показателей и критериев оценивания компетенций дисциплины в форме экзамена

Оценка	Критерии
Отлично	ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявлена готовность к дискуссии, студент демонстрирует высокий уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач, студент проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом дисциплины
Хорошо	ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие, студент способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины, может выполнять поиск и использование новой информации для выполнения новых профессиональных действий на основе полностью освоенных знаний, умений и навыков соответствующих компетенций
Удовлетворительно	ответы на вопросы не полные, на некоторые ответ не получен, знания, умения, навыки сформированы на базовом уровне, студенты частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов, ассоциативного ряда понятий и т.д.) могут воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки
Неудовлетворительно	на большую часть вопросов ответы не были получены, либо они показали полную некомпетентность студента в материале дисциплины, студент не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки или знания, умения и навыки у студента не выявлены

2 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Список вопросов к зачету с оценкой

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Введение в электромеханику. Актуальные проблемы электромеханики. Три основных закона электромеханики	ОПК-4.1
2	Устройство (конструкция) и принцип работы машины постоянного тока (МПТ). Схемы включения генератора и двигателя. Уравнения напряжения в генераторном и двигательном режимах	ОПК-4.2
3	Современные электродвигатели, отличие от ранее выпускаемых ранее	
4	Формулы ЭДС обмотки якоря МПТ и электромагнитного момента	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
5	Реакция якоря машины постоянного тока. Её влияние на ЭДС машины	
6	Понятие коммутации. Основное уравнение коммутации. График идеальной прямолинейной коммутации. График ускоренной и замедленной коммутации. Способы улучшения коммутации. Современное оборудование для улучшения коммутации	
7	Генераторы постоянного тока. Схемы возбуждения. Условие самовозбуждения генератора. Характеристика ГПТ: х.х., внешняя, регулировочная, нагрузочная.	
8	Скоростная характеристика для ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения	
9	Вывод уравнения механической характеристики для ДПТ. Механическая характеристика для двигателя параллельного, последовательного и смешанного возбуждения	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
10	Энергетическая диаграмма ГПТ независимого возбуждения. Коэффициент полезного действия и виды потерь энергии в ГПТ	
11	Способы регулирования частоты вращения ДПТ. Включение в цепь якоря добавочного сопротивления. Регулирование частоты вращения ДПТ изменением магнитного потока. Регулирование частоты вращения ДПТ изменением питающего напряжения	
12	Реостатный пуск ДПТ, механические характеристики. Расчет ступеней пускового реостата	
13	Устройство и принцип действия трансформатора. Коэффициент трансформации. Формула ЭДС обмоток	
14	Конструкция магнитопровода и обмоток. Изоляционные материалы, применяемые в трансформаторах. Типы транспозиции проводов обмоток. Способы охлаждения. Маркировка обмоток	ОПК-4.1 ОПК-4.2
15	Т-образная схема замещения. Приведение параметров вторичной обмотки к первичной	ОПК-5.1 ОПК-5.2
16	Комплексные уравнения трансформатора. Векторная диаграмма при активно-индуктивной нагрузке. Векторная диаграмма при активно-емкостной нагрузке	ОПК-4.1
17	Определение по опытам х.х. и к.з. параметров трансформатора.	ОПК-5.1

	Напряжение к.з. и его активная и реактивная составляющие. Установившийся ток к.з. при номинальном напряжении	ОПК-5.2
18	Упрощенная схема замещения. Векторная диаграмма для упрощенной схемы замещения. Изменение вторичного напряжения от степени загрузки и характера нагрузки	ОПК-5.1 ОПК-5.2
19	Внешние характеристики трансформаторов. Упрощенные векторные диаграммы при различных характерах нагрузки	ОПК-5.1 ОПК-5.2
20	Энергетическая диаграмма, КПД трансформатора. Зависимость КПД от нагрузки	ОПК-4.1 ОПК-5.1 ОПК-5.2
21	Группы соединения обмоток. Соединение вторичных обмоток трехфазного трансформатора в звезду, треугольник, зигзаг. Векторные диаграммы	ОПК-5.1 ОПК-5.2
22	Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Схемы проверки правильной фазировки трансформаторов	ОПК-5.1 ОПК-5.2
23	Регулирование напряжения трансформаторов. Способы регулирования. Величина ступеней регулирования напряжения. Расположение дополнительных выводов обмоток. Использование современных устройств для регулирования напряжения	ОПК-4.1 ОПК-4.2
24	Переходный процесс при коротком замыкании во вторичной цепи трехфазного силового трансформатора. Переходный процесс при включении ненагруженного трансформатора	ОПК-5.1 ОПК-5.2
25	Несимметричная работа трансформатора. Методы снижения несимметрии напряжений	

2.2 Список экзаменационных вопросов

№ вопроса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Основные принципы работы электрических машин переменного тока	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Основные элементы конструкции асинхронного двигателя (АД).	
3	Принцип действия АД. Магнитное поле, момент, двигательный и генераторный режимы работы. МДС однофазной и трехфазной обмотки	
4	Основные элементы обмоток. Понятие обмоточного коэффициента. ЭДС фазной обмотки.	
5	Асинхронная машина с заторможенным ротором. Т-образная схема замещения. Асинхронная машина при вращающемся роторе	
6	Уравнения и векторная диаграмма асинхронной машины. Г-образная схема замещения	
7	Энергетическая диаграмма АД. Расчет составляющих потерь мощности и КПД АД	
8	Формулы механической характеристики, критического скольжения и максимального момента Формула Клосса. Кратности моментов	
9	Анализ механической характеристики АД. Пуск, устойчивая работа и перегрузочная способность АД. Способы пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, современные устройства для пуска т	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1

	автоматизации	ОПК-5.2
10	Опыты холостого хода и короткого замыкания для АД. Рабочие характеристики АД	
11	Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором. Современные устройства используемые для пуска	
12	Работа АД при изменении частоты и напряжения питания. Работа АД при несимметрии приложенных напряжений. Регулирование скорости вращения АД	
13	Устройство и принцип действия синхронной машины (СМ). Возбуждение синхронных машин. Магнитная цепь синхронной машины. Форма магнитного поля явнополюсной и неявнополюсной машины	
14	Работа синхронного генератора (СГ) при х.х.; характеристика х.х., формула ЭДС обмотки якоря, коэффициент насыщения	ОПК-5.1 ОПК-5.2
15	Поперечная реакция якоря неявнополюсного СГ. Электромагнитная схема. Векторная диаграмма	ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
16	Продольная размагничивающая и подмагничивающая реакции якоря неявнополюсного СГ. Электромагнитная схема	
17	Реакция якоря явнополюсного СГ. Метод двух реакций. Векторная диаграмма токов, потоков и ЭДС реакции якоря явнополюсной синхронной машины	
18	Уравнение напряжения на зажимах генератора. Векторные диаграммы напряжений явнополюсного и неявнополюсного генераторов	
19	Отношение короткого замыкания СГ, его определение по характеристикам х.х. и к.з. для насыщенного и ненасыщенного режимов. Расчет синхронного индуктивного сопротивления обмотки якоря по продольной оси в именованных и относительных единицах	
20	Формулы активной мощности явнополюсной СМ и неявнополюсной СМ. Электромагнитные мощность и момент СМ. Угловые характеристики СМ	
21	Параллельная работа СМ с сетью бесконечно большой (б.б.) мощности. Условия включения и их контроль	
22	Параллельная работа СМ с сетью б.б. мощности. Режим нормального возбуждения и регулирование реактивной мощности, векторные диаграммы. Режим синхронного компенсатора	
23	Параллельная работа СМ с сетью б.б. мощности. Регулирование активной мощности, векторные диаграммы. Энергетическая диаграмма СМ в режиме генератора и в режиме двигателя	
24	Внезапное 3-х фазное к.з. График изменения тока якоря. Переходное и сверхпереходное сопротивления обмотки якоря	
25	Асинхронный пуск синхронного двигателя. Последовательность подключения обмотки возбуждения	

2.3 Примерные вопросы для защиты расчетных работ

Расчетная работа №1

1. Напишите уравнение ЭДС обмотки якоря машины постоянного тока.
2. Как регулируют частоту вращения двигателя?
3. Объясните назначение пускового реостат для двигателей постоянного тока. Изобразите схемы включения двигателей постоянного тока и их рабочие и механические характеристики.
4. Как изменить направление вращения двигателя?

5. Как определяется КПД двигателя и генератора постоянного тока и от чего зависит его величина?
6. Постройте энергетические диаграммы двигателя и генератора.
7. Объясните принцип действия трансформаторов.
8. Напишите выражение ЭДС, индуктируемой в первичной обмотке.
9. Что такое коэффициент трансформации и как он определяется?
10. Какой ток больше у понижающего трансформатора: первичный или вторичный?
11. Что такое напряжение короткого замыкания двухобмоточного трансформатора и как его определяют?
12. Напишите уравнения приведения параметров вторичной обмотки R_2, X_2 , Z_2 , Z_H к первичной обмотке.
13. Изобразите Т-образную схему замещения трансформатора и объясните, как опытным путем определить ее параметры.
14. Как вычислить КПД трансформатора и от чего зависит его максимальное значение?

Расчетная работа №2

1. Объясните принцип действия асинхронной машины трехфазного тока.
3. Назовите способы снижения пусковых токов асинхронных двигателей.
4. Как осуществляют регулирование частоты вращения двигателя?
5. Напишите формулы электромагнитного момента и электромагнитной мощности асинхронной машины.
10. Изобразите рабочие и механические характеристики двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.
15. Как строят круговую диаграмму двигателя по опытам холостого хода и короткого замыкания?
16. Покажите на круговой диаграмме области работы асинхронной машины двигателем, генератором и тормозом.
17. Как определить отношение короткого замыкания (ОКЗ) синхронного генератора?
18. Изобразите векторные диаграммы напряжений генератора с явнополюсным и неявнополюсным ротором и объясните их.
19. Как по векторным диаграммам построить внешние характеристики генератора?
20. Постройте векторную диаграмму двигателя.

2.4 Примерные варианты экзаменационных задач

1. Трехфазный двух обмоточный трансформатор имеет следующие номинальные данные: S_H=250 кВ·А; $\cos\varphi_2$=0,8; β=0,475; P_K=3,7 кВт. Величина β соответствует максимальному значению η. Определить потери холостого хода и максимальное значение КПД.

2. Трехфазный трансформатор имеет следующие номинальные данные: S_H=25 МВ·А; $\cos\varphi_2$=0,8; η_{max}=0,987; $\beta_{опт}$=0,485. Определить сумму потерь холостого хода и короткого замыкания.

3. Два трехфазных двухобмоточных трансформатора с группами соединения обмоток Y/Y включены на параллельную работу. Номинальные данные трансформаторов приведены ниже:

	S_H, кВ·А	U_{1H}, кВ	$U_{K\%}$	P_K, кВт	k_{TP}
Трансформатор 1	160	10	6,5	3,1	25,0
Трансформатор 2	160	10	6,5	3,1	25,2

Определить величину уравнительного тока.

4 Определить изменение напряжения трехфазного трансформатора $\Delta U_{\%}$ при номинальной загрузке (β=1), схемах соединения первичной и вторичной обмоток Y/Y_H и следую-

щих данных: номинальная мощность $S_Н$=100 кВ·А; первичное линейное напряжение U_1=10 кВ; напряжение к.з. в % – $U_{К\%}$=4,5%; активная составляющая сопротивления к.з. – $R_К$=10 Ом; коэффициент мощности нагрузки – cosφ_2=0,75.

5 Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением имеет следующие номинальные данные: сопротивление пускового реостата $R_П$=2,8 Ом, сопротивление в цепи якоря $R_Я$=0,25 Ом, полезная мощность двигателя $P_Н$=5,5 кВт, пусковой ток $I_П$=3$I_Н$, КПД η=0,85. Определить напряжение на зажимах двигателя $U_Д$ в момент пуска.

6 Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением имеет следующие номинальные данные: сопротивление пускового реостата $R_П$=2,8 Ом, сопротивление в цепи якоря $R_Я$=0,25 Ом, полезная мощность двигателя $P_Н$=4,5 кВт, пусковой ток $I_П$=3$I_Н$, КПД η=0,85. Определить напряжение на зажимах двигателя $U_Д$ в момент пуска.

7 Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением имеет следующие номинальные данные: $P_Н$=10 кВт, $U_{1Н}$=230 В, $R_Я$=0,3 Ом, $R_В$=150 Ом. Определить $P_{ЭМ}$, η, если $P_{СТ}+P_{МЕХ}=0{,}06P_Н$.

8 Асинхронная машина с числом пар полюсов p=4 включена в трехфазную сеть с частотой f=50 Гц. При внешнем моменте, направленном против вращения поля, ротор машины имеет угловую скорость ω=74,5 рад/с; при моменте, направленном в сторону вращения поля, ω=82,4 рад/с. Определить скольжение и режим работы машины в каждом из этих случаев. Чему равно скольжение в режиме идеального холостого хода и короткого замыкания машины?

9 Определить кратность начального пускового момента $k_П$ трехфазного асинхронного электродвигателя со схемой соединения обмотки статора Y при следующих данных: $U_Н$=380 В – номинальное линейное напряжение; $I_Н$=12 А – номинальный линейный ток; η=0,86 – КПД; $n_Н$=1450 об/мин – частота вращения ротора; $M_П$=65,3 Н·м – начальный пусковой момент.

10 Асинхронная машина с числом пар полюсов p=6 включена в трехфазную сеть с частотой f=50 Гц. При внешнем моменте, направленном против вращения поля, ротор машины имеет угловую скорость ω=48,2 рад/с; при моменте, направленном в сторону вращения поля, ω=56,5 рад/с. Определить скольжение и режим работы машины в каждом из этих случаев. Чему равно скольжение в режиме идеального холостого хода и короткого замыкания машины?

11 Определить начальный пусковой ток $I_П$ трехфазного асинхронного электродвигателя при следующих данных: $P_Н$=5,5 кВт – номинальная мощность; $U_Н$=380 В – номинальное линейное напряжение; η=0,84 – КПД; cosφ=0,92 – коэффициент мощности; k_i=6 – кратность начального пускового тока.

12 Асинхронная машина с числом полюсов 2p=8 включена в трехфазную сеть с частотой f=50 Гц. При внешнем моменте, направленном против вращения поля, ротор машины имеет угловую скорость ω=74,2 рад/с; при моменте, направленном в сторону вращения поля, ω=82,5 рад/с. Определить скольжение и режим работы машины в каждом из этих случаев. Чему равно скольжение в режиме идеального холостого хода и короткого замыкания машины?

13 Определить приведенное активное фазное сопротивление ротора трехфазного асинхронного электродвигателя при следующих данных: I'_2=20 А – приведенный ток ротора; $M_{ЭМ}$=240 Н·м – электромагнитный момент; 2p=6 – число полюсов электродвигателя; f_1=50 Гц – частота напряжения; n_2=960 об/мин – частота вращения ротора.

14 Асинхронная машина с числом пар полюсов p=4 включена в трехфазную сеть с частотой f=400 Гц. При внешнем моменте, направленном против вращения поля, ротор машины имеет угловую скорость ω=594 рад/с; при моменте, направленном в сторону вращения поля, ω=674 рад/с. Определить скольжение и режим работы машины в каждом из этих случаев. Чему равно скольжение в режиме идеального холостого хода и короткого замыкания машины?

15 Трехфазный асинхронный двигатель имеет следующие номинальные данные: U_{1H}=380 В; I_{1H}=12,3 А; cosφ=0,82; η=0,835; S_H=0,053; 2p=4; f=50 Гц. Способ соединения обмотки Y. Определить P_H, n_1, n_{2H}, M_H.

16 Начертить схему двигателя постоянного тока параллельного возбуждения и рассчитать его кпд при следующих данных:

$P_н = 2{,}8 кВт, n_н = 1600 мин^{-1}$, $R_Я = 2{,}8 Ом$, $R_В = 600 Ом$, $U_н = 220 В$,

$(\Delta p_{ст} + \Delta p_{мех}) = 0{,}05 P_н$, $\Delta p_д = 0{,}005 P_H$

17 ЭДС машины постоянного тока E=225 В. Определить напряжение для режима генератора и двигателя при токе якоря $I_я$=500 А, если сопротивление цепи якоря $R_я$=0,01 Ом.

18 Начертить схему генератора постоянного тока параллельного возбуждения и рассчитать его $E, P_{эм}, \eta$ при следующих данных:

$P_н = 3{,}4 кВт, U_н = 230 В, R_Я = 0{,}7 Ом, R_В = 374 Ом, (\Delta p_{ст} + \Delta p_{мех}) = 4\% P_н$.

19 Магнитный поток машины постоянного тока Ф=0,8·10^{-3} Вб на полюс. Постоянный коэффициент $C_м$=158. При работе в качестве двигателя электромагнитный момент машины M=45 Н·м при частоте n=1500 об/мин. Определить напряжение питания двигателя, если сопротивление цепи якоря $R_я$=0,607 Ом.

20 Начертить схему двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением и рассчитать его номинальную частоту вращения $n_н$,мин$^{-1}$, построить естественную механическую характеристику.

$R_Я = 0{,}39 Ом, U_н = 220 В, R_В = 137 Ом, R_c = 0{,}08 Ом, n_0 = 1700 мин^{-1}$,

$I_0 = 3{,}5 А, I_н = 43 А$

21 Магнитный поток на полюс машины постоянного тока при номинальном возбуждении $Ф_н$=1,29·10^{-2} Вб, постоянный коэффициент $C_м$=126. Определить напряжение машины в генераторном режиме при номинальном токе 100 А, если частота вращения якоря n= 1500 об/мин, сопротивление цепи якоря $R_я$=0,25 Ом.

22. Начертить схему генератора с независимым возбуждением и рассчитать его номинальную частоту вращения при следующих данных (обмотка простая петлевая):

$R_Я = 0{,}01 Ом, U_н = 230 В, R_н = 0{,}44 Ом, Ф = 0{,}0296 Вб, 2p = 4.$

23 Начертить схему двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением и построить естественную и искусственную (реостатную) характеристики при следующих данных:

$P_н = 4{,}5 кВт, U_н = 220 В, \eta = 0{,}81, R_Я = 0{,}65 Ом, R_В = 137 Ом, R_р = 5R_Я$,

$C_e \cdot Ф = 0{,}138 Вб$

24. Начертить схему генератора постоянного тока с независимым возбуждением и рассчитать сопротивление нагрузки $R_н$ при следующих данных:

$U_н = 230 В, R_Я = 0{,}01 Ом, n_н = 1500 мин^{-1}$, $N_{эф} = 304$-число проводников обмотки якоря. Обмотка простая петлевая, $Ф = 2{,}96 \cdot 10^{-2} Вб$.

25 Начертить схему двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением и рас-

считать сопротивление цепи возбуждения и $M_н$ при следующих данных:

$P_н = 0{,}8кВт, n_н = 1420мин^{-1}, n_0 = 1500мин^{-1}, U_н = 220В, R_Я = 2{,}74Ом, \eta = 0{,}79.$ и построить естественную механическую характеристику.

26. Генератор постоянного тока нагружен на сопротивление нагрузки $R_н$=0,44 Ом, напряжение генератора 220 В, сопротивление цепи якоря $R_я$=0,01 Ом. Определить частоту вращения якоря генератора, если магнитный поток Ф=2,96·10^{-2} Вб, число эффективных проводников N=304, обмотка якоря простая петлевая.

2.5 Примерные варианты тестов текущего контроля

Пример тестов по теме «Машины постоянного тока»

1. Что называется электрической машиной?

1. Устройство, предназначенное для электрификации и автоматизации производства.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Электромеханический преобразователь, в котором преобразуется механическая энергия в электрическую и наоборот.

2. Дайте определение электродвигателя.

1. Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

3. Дайте определение генератора.

1. Машина, преобразующая механическую энергию в электрическую.
2. Электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования одной системы переменного тока в другую.
3. Машина, преобразующая электрическую энергию в механическую.

4. Какие законы лежит в основе работы электрических машин?

1. Законы Ома.
2. Закон Джоуля – Ленца.
3. Законы электромагнитной индукции и электромагнитных сил.

5. Какие двигатели получили наибольшее распространение?

1. Двигатели постоянного тока.
2. Асинхронные электродвигатели.
3. Синхронные электродвигатели.

6. Герметичная электрическая машина- это

1. Машина, защищённая от попадания жидкости, пыли.
2. Машина, защищённая от попадания внутрь посторонних предметов.
3. Защищённая машина, исключающая возможность сообщения между её внутренним пространством и окружающей средой.

7. Погружная электрическая машина – это

1. Машина, защищённая от воспламенения.
2. Машина, предназначенная для эксплуатации в условиях погружения в жидкость.
3. Машина, защищённая от попадания внутрь посторонних предметов.

8. Якорем машины постоянного тока называется…

1. неподвижная часть машины постоянного тока;
2. вращающаяся часть машины постоянного тока;

9. Часть генератора постоянного тока, обеспечивающая выпрямление переменного тока это …

1. станина;
2. коллектор;
3. подшипники;
4. обмотка возбуждения;
5. выводные концы.

10. Генератор постоянного тока можно использовать в качестве двигателя постоянного тока и наоборот

1. нельзя;
2. можно с переделками;
3. можно.

11. В тяговых электрических машинах постоянного тока применяют исключительно …

1. угольно - графитные щётки;
2. графитные щётки;
3. металлографитные щётки;
4. электрографитированные щётки.

12. Сердечники главных полюсов набирают из отдельных листов, электротехнической стали толщиной 0,35 – 0,5 мм, изолированных друг от друга слоем изоляции, для того, чтобы

1. уменьшить потери электрической энергии;
2. уменьшить потери на вихревые токи;
3. повысить потери на индукционные токи;
4. преобразовать электрическую энергию в механическую.

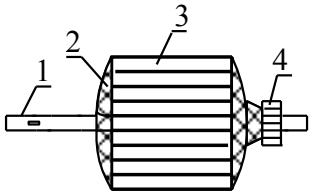
13. Часть сердечника главного полюса, обращенная к поверхности якоря выполняется более широкой и называется …

1. добавочным полюсом;
2. обмоткой возбуждения;
3. полюсным наконечником;
4. коллектором;
5. щёткодержателем.

14. Обмотка якоря машины постоянного тока выполняется из…

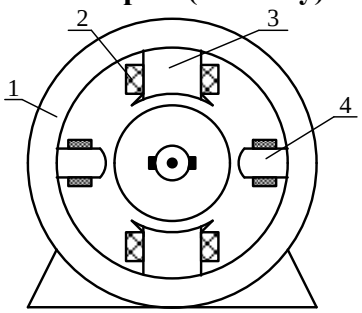
1. из изолированной медной проволоки или медной шины;
2. из неизолированной стальной проволоки;
3. из изолированной алюминиевой проволоки или стальной шины.
4. из коллекторных пластин.

15. На якоре машины постоянного тока укажите коллектор.



1 2 3 4

16. Показать ярмо (станину) машины постоянного тока.



1 2 3 4

17. Компенсационную обмотку, улучшающую условия работы коллектора и щёток располагают …

1. в щёткодержателях;
2. в добавочных полюсах;
3. в полюсных наконечниках главных полюсов;
4. на якоре машины постоянного тока;
5. на коллекторе машины постоянного тока.

18. Какую функцию выполняет обмотка возбуждения в МПТ?

1. передача энергии на вращающуюся часть машины.
2. создание магнитного потока.
3. защита машины для перегрузок.
4. получение механической энергии.

19. Укажите формулу для определения момента МПТ.

1. $M = c \cdot \Phi \cdot \omega$
2. $M = c \cdot \Phi \cdot I$
3. $M = c \cdot \Phi \cdot \omega \cdot \cos\varphi$
4. $M = c \cdot I \cdot \omega$.

20. Магнитный поток, создаваемый обмоткой возбуждения пропорционален:

1. моменту сопротивления;
2. току в обмотке возбуждения;
3. угловой скорости;
4. напряжению на якоре.

Пример тестов по теме
«Трансформаторы»

1. **Почему магнитопровод трансформатора выполняется шихтованным?**
   1. уменьшить насыщение;
   2. уменьшить вес;
   3. уменьшить потери на гистерезис;
   4. уменьшить потери на вихревые токи.

2. **В каких единицах указывается номинальная мощность трансформатора?**
   1. кВт;
   2. кВА;
   3. вар;
   4. л.с.

3. **Что обозначают выделенные буква и число в обозначении трансформатора: Т<u>М</u>Д-630/<u>10</u>.**
   1. малогабаритный, обмотка ВН 10кВ;
   2. охлаждение масляное, вес трансформатора 10 тонн;
   3. охлаждение масляное, обмотка ВН 10 кВ;
   4. малогабаритный, вес масла 10 тонн.

4. **Основное назначение силовых трансформаторов.**
   1. изменение напряжения переменного тока;
   2. изменение напряжения постоянного тока;
   3. изменение мощности;
   4. изменение частоты.

5. **Какое охлаждение не применяется в трансформаторах?**
   1. масляное;
   2. воздушное;
   3. водяное;
   4. негорючий диэлектрик.

6. **По какой формуле определяется номинальный ток 3-х фазного трансформатора**.

   1) $I_н = \frac{S_н}{U_н}$; 2) $I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_{ЛН}}$; 3) $I_н = \frac{S_н}{3 \cdot U_{ЛН}}$. 4) $I_н = \frac{S_н}{2 \cdot U_{ЛН}}$

   1 2 3 4

7. **По какой формуле определяется номинальный ток однофазного трансформатора.**

   1) $I_н = \frac{S_н}{U_н}$; 2) $I_н = \frac{S_н}{\sqrt{3} U_{ЛН}}$; 3) $I_н = \frac{S_н}{3 U_{ЛН}}$; 4) $I_н = \frac{S_н}{2 \cdot U_{ЛН}}$.

   1 2 3 4

8. **По какому параметру выбирается сечение проводников обмоток трансформатора?**
   1. по напряжению сети;
   2. по частоте сети;
   3. по числу витков обмотки;
   4. по току обмотки.

9. **Какое условие не принимается во внимание при расчете числа витков обмотки трансформатора?**
   1. напряжение обмотки;
   2. частота сети;
   3. сечение магнитопровода;

4. тип магнитопровода.

10. На основании какого опыта определяется коэффициент трансформации трансформатора?

1. опыт короткого замыкания;
2. опыт непосредственной нагрузки;
3. опыт холостого хода;
4. при номинальной нагрузке.

11. Какое условие не принимается во внимание при определении числа витков обмоток трансформатора?

1. частота сети;
2. напряжение сети;
3. условие охлаждения трансформатора;
4. сечение магнитопровода.

12. В каком соотношении находятся количество витков первичной *W1* и вторичной *W2* обмоток в повышающем трансформаторе?

1. *W1*<*W2*;
2. *W1*>*W2*;
3. *W1* = *W2*;
4. возможно в любом соотношении.

Пример тестов по теме
«Асинхронный электродвигатель»

1. При каком условии обмотки статора соединяются «треугольником»

1. Uл=Uф.
2. Uл=√3Uф.
3. I=UR.

2. Может ли ротор АД вращаться синхронно с вращающимся магнитным полем статора?

1. Да.
2. Нет.
3. Не имеет значения.

3. У какого двигателя обмотка ротора соединяется «звездой» при изготовлении?

1. СД.
2. АД с короткозамкнутым ротором.
3. АД с фазным ротором.

4. При каком условии обмотки статора соединяются «звездой»?

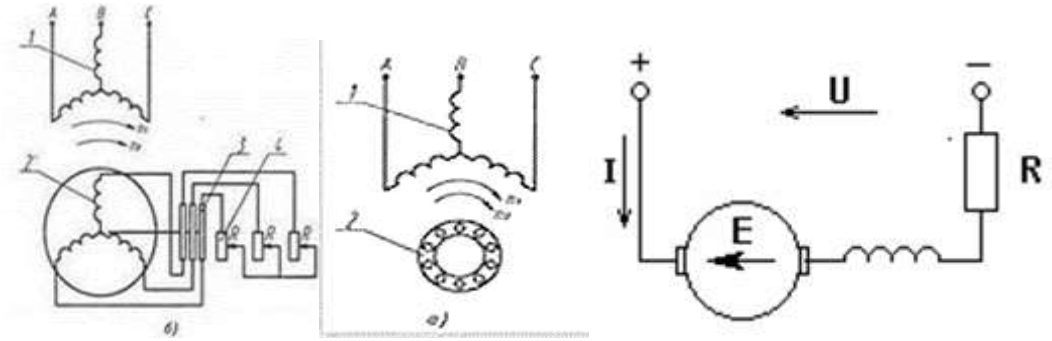
1. Uл=Uф.
2. Uл=√3Uф.
3. I=UR.

5. Если происходит выработка электроэнергии, то это….

1. Двигатель.
2. Генератор.
3. Трансформатор.

6. Выберите схему асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

1. а 2. б 3. в



7. Кто впервые сконструировал трёхфазный асинхронный электродвигатель? Год.

1. Б.С. Якоби, 1834 г.
2. М.О. Доливо-Добровольский, 1889 г.
3. П.Н. Яблочков, 1876 г.

8. Основные элементы асинхронного электродвигателя.

1. Статор, ротор, вал, обмотки.
2. Станина, якорь.
3. Статор, якорь, подшипники.

9. Из какого материала выполняют статор асинхронного электродвигателя

1. Электротехническая сталь.
2. Константан.
3. Никель.

10. Условие, необходимое для работы асинхронного электродвигателя

1. $n_1 = n_2$.
2. $n_1 \neq n_2$.
3. $n_1=0$.

11. Асинхронный электродвигатель-это двигатель работающий

1. На постоянном токе.
2. На переменном токе.
3. Дизельном топливе.

12. Скольжение ротора- это

1. Отставание частоты вращения ротора от частоты вращения магнитного поля статора.
2. Отставание частоты вращения статора от частоты вращения ротора.
3. Скольжение обмотки ротора по обмотке статора.

13. Скольжение ротора в момент пуска

1. Равно нулю.
2. 100 %.
3. Может иметь любое значение.

14. Вращающий момент асинхронного электродвигателя

1. Не зависит от номинальной мощности.

2. Прямопропорционален номинальной мощности.
3. Обратнопропорционален номинальной мощности.

15. Как укладываются обмотки асинхронного двигателя?

1. Наматываются на ротор.
2. Укладываются в пазы статора и ротора.
3. Запаиваются в корпус статора.

16. Принцип действия трехфазного асинхронного двигателя основан на:

1. Взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с током ротора.
2. Взаимодействии вращающегося магнитного поля статора с общим магнитным полем ротора.
3. Взаимодействии магнитного поля статора с током ротора.

17. Укажите основные недостатки трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при прямом пуске в ход.

1. Малый пусковой момент.
2. Большой пусковой ток.
3. Оба определения верны.

18. Определите для асинхронного двигателя число n оборотов в минуту вращающегося поля при частоте тока f_1= 50Гц и шестиполюсном статоре.

1. 500 об/мин.
2. 1000об/мин.
3. 1500об/мин.

19. Число пар полюсов асинхронного двигателя увеличили в два раза. Как изменится число оборотов вала двигателя?

1. Увеличится в два раза.
2. Уменьшится в два раза.
3. Не изменится.

20. Укажите необязательное условие образования кругового вращающего магнитного поля:

1. Пространственное смещение осей катушек каждой фазы симметричной обмотки на 120^o;
2. Углы сдвига фаз симметричной системы синусоидальных токов этих катушек 2. равны 120^o;
3. Схема соединения обмотки статора треугольником.

Пример тестов по теме «Синхронные машины»

1. Для чего нужен возбудитель СГ?

1. источник постоянного тока;
2. для разгона СГ;
3. источник механической энергии СГ.
4. источник тепловой энергии

2. От чего зависит частота генерируемой ЭДС?

1. от характера нагрузки;
2. от частоты вращения индуктора;
3. от величины тока в статоре;
4. от конструкции индуктора.

3. От чего зависит частота генерируемой ЭДС?

1. от характера нагрузки;
2. от тока нагрузки;
3. от схемы обмотки статора;
4. от числа пар полюсов индуктора.

4. Для увеличения выдачи в сеть активной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, необходимо:

1. увеличить приложенный к его валу внешний момент;
2. уменьшить приложенный к его валу внешний момент;
3. увеличить ток возбуждения;
4. уменьшить ток возбуждения;

5. Для увеличения выдачи в сеть реактивной мощности синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, необходимо:

1. увеличить приложенный к его валу внешний момент;
2. уменьшить приложенный к его валу внешний момент;
3. увеличить ток возбуждения;
4. уменьшить ток возбуждения;

6. Что такое перегрузочная способность СГ?

1. Рмах/Рн**;**
2. Рн/Рмах;
3. Рмах/Мн;
4. Ммах/Рмах

7. Если произойдет обрыв в цепи возбуждения СГ работающего параллельно с сетью, то

1. частота вращения ротора начнет возрастать и СГ выйдет из синхронизма;
2. частота вращения ротора начнет уменьшаться и СГ выйдет из синхронизма;
3. СГ будет нормально работать;
4. увеличится производство активной мощности.

8. Почему при асинхронном пуске синхронного двигателя обмотка возбуждения замыкается на активное сопротивление?

1. для уменьшения тока возбуждения;
2. исключение застревания СД на скорости близкой к полу синхронной;
3. получение большого пускового момента;
4. уменьшение пускового тока.

2.6 Образец экзаменационного билета

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»
Профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»
Дисциплина «Электрические машины»

Утверждено
на заседании
кафедры
ЭЭО и ЭМ
Протокол № ___
от _____ 20__ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Основные элементы конструкции асинхронного двигателя.
2. Электромагнитные мощность и момент синхронной машины. Угловые характеристики синхронной машины.
3. Задача.

Зав. кафедрой _____ (подпись)

Экзаменатор _____ (подпись)

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. Положение о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата, программы специалитета, программы магистратуры СМК-П-02.01-04-21 / разраб. Т.А. Лашина. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2021. – 15 с.

2. Положение о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в условиях усиления санитарно-эпидемиологических мероприятий. СМК-П-02.01-02-23 / разраб. Т.А. Лашина. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2023. – 8 с.

3. Рабочая программа дисциплины Б1.О.26 «Электрические машины» / разраб. М.М. Украинцев. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2025. – 43 с.