

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета энергетики и систем
управления _____ Бурковский А.В.

«25» ноября 2022 г.*



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Бесконтактные электрические машины»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электромеханика


Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года


Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023


Автор программы

 / к.т.н., доцент Писаревский Ю.В./

И.о. заведующего кафедрой
Электромеханических систем
и электроснабжения

 / к.т.н., доцент Шелякин В.П./

Руководитель ОПОП

 / к.т.н., доцент Тикунов А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов компетенций, позволяющих исследовать современные бесконтактные электрические машины, решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с исследованиями и испытаниями этих электрических машин.

1.2. Задачи освоения дисциплины

приобретение студентами знаний, умений и навыков в области проектирования, испытаний и эксплуатации бесконтактных электрических машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Бесконтактные электрические машины» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Бесконтактные электрические машины» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать принцип действия основных типов бесконтактных электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики; иметь общее представление о проектировании, испытаниях и моделировании бесконтактных электрических машин
	Уметь выполнять типовые экспериментальные исследования бесконтактных электрических машин по заданной методике.
	Владеть методиками расчёта основных характеристик электрических машин малой мощности; навыками использования средств для измерения характеристик электрических машин малой мощности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Бесконтактные электрические машины» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	132	72	60
В том числе:			
Лекции	60	36	24

Практические занятия (ПЗ)	42	18	24
Лабораторные работы (ЛР)	30	18	12
Самостоятельная работа	156	72	84
Курсовой проект	+		+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	288	144	144
зач.ед.	8	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Роль и значение бесщёточных электрических машин в современной технике	Области применения бесщёточных электрических машин (БЭМ). Классификация и их физическая структура. Особенности технических требований, предъявляемых к бесконтактным электрическим машинам малой мощности. Особенности массогабаритных характеристик БЭМ. Проблемы оптимального проектирования БЭМ. Критерии оптимальности и ограничения применяемые в электрических машинах специального назначения.	18	8	0	30	56
2	Проектирование бесконтактных электродвигателей малой мощности	Материалы, применяемые в бесконтактных электрических машинах. Природа ферромагнитных материалов. Система относительных единиц. Оптимальное использование постоянного магнита. Стабилизация постоянных магнитов и их защита от нестационарных размагничивающих эффектов. Рабочая диаграмма постоянного магнита. Схема замещения БЭМ с постоянными магнитами. Современные методы проектирования бесконтактных электрических машин малой мощности. Особенности моделирования магнитного поля постоянных магнитов в программе ELCUT	18	10	18	42	88
3	Бесконтактные ЭМ переменного тока	Конструкция синхронных машин с постоянными магнитами. Область применения синхронных машин с постоянными магнитами. Особенности синхронных машин с постоянными магнитами	12	12	4	42	70

		Регулирование и стабилизация напряжения синхронных генераторов с постоянными магнитами. Современные ПП транзисторы применяемые в электронных блоках управления электрических машин. Применение БЭМ с постоянными магнитами. Индукторные машины.					
4	Бесконтактные ЭМ постоянного тока	Вентильные генераторы. Процессы коммутации. Внешние характеристики. Область применения вентильных генераторов. Схемы возбуждения вентильных генераторов (ВГ). ВГ с комбинированным возбуждением Особенности конструктивного исполнения и области применения ВГ. Индукторные генераторы с комбинированным возбуждением. Принцип действия БДПТ. Инвертирование тока в БДПТ. Элементная база современных инверторов. Рабочие процессы и основные характеристики БДПТ_Вопросы динамики привода с БДПТ. Особенности конструктивного исполнения и области применения БДПТ. Датчики обратных связей.	12	12	8	42	74
Итого			60	42	30	156	288

5.2 Перечень лабораторных работ

Моделирование и оптимизация магнитных систем с постоянными магнитами

Моделирование электромагнитного поля различных конструкций бесконтактных электродвигателей малой мощности

Моделирование электромагнитного поля различных конструкций бесконтактных ЭМ переменного тока с постоянными магнитами

Моделирование электромагнитного и температурного поля различных конструкций бесконтактных ЭМ постоянного тока

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование бесконтактного двигателя постоянного тока»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Изучение конструктивных особенностей БДПТ;
- Изучение методик проектирования БДПТ
- Изучение основных характеристик;

- Получения навыков разработки проектной и конструкторской документации.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать: принцип действия основных типов бесконтактных электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики; иметь общее представление о проектировании, испытаниях и моделировании бесконтактных электрических машин	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: выполнять типовые экспериментальные исследования бесконтактных электрических машин по заданной методике	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: методиками расчёта основных характеристик электрических машин малой мощности; навыками использования средств для измерения характеристик электрических машин малой мощности	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
 «хорошо»;
 «удовлетворительно»;
 «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать: принцип действия основных типов бесконтактных электрических машин, особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики; иметь общее представление о проектировании, испытаниях и моделировании бесконтактных электрических машин	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: выполнять типовые экспериментальные исследования бесконтактных электрических машин по заданной методике	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: методиками расчёта основных характеристик электрических машин малой мощности; навыками использования средств для измерения характеристик электрических машин малой мощности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Важное отличие электрических микромашин:

- а) их малая мощность, а также габарит машины;
- б) низкое напряжение и малая частота вращения;

в) габариты машин общепромышленного назначения, низкое напряжение.

2. В электрических машинах малой мощности широко используются постоянные магниты:

- а) для возбуждения основного магнитного потока;
- б) для снижения себестоимости за счет экономии обмоточного провода;
- в) для упрощения конструкции.

3. Полая конструкция ротора целесообразна для:

- а) уменьшения массы ротора и повышения быстродействия машины;
- б) экономии материалов;
- в) для улучшения охлаждения машины.

4. Круговое вращающееся магнитное поле асинхронного двигателя...

а) позволяет обеспечить максимальное использование объема машины при минимальных потерях энергии;

- б) повысить скорость вращения;
- в) снизить рабочую температуру двигателя.

5. Синхронные микроэлектродвигатели широко применяются в системах автоматики:

- а) для постоянства частоты вращения приводного вала;
- б) для получения хорошего пускового момента;
- в) для улучшенной обработки сигнала.

6. Синхронные реактивные двигатели в существенной мере лишены проблем с пуском за счет:

а) разности магнитной проводимости ротора по продольной и поперечной осям;

- б) усложнённой конструкции ротора;
- в) применения постоянных магнитов.

7. Частота вращения якоря в коллекторных ДПТ регулируется:

а) только изменением напряжения питания или сопротивления в якорной цепи;

- б) изменением нагрузки на валу;
- в) изменением тока обмотки возбуждения.

8. От чего зависит жесткость механической характеристики двигателя постоянного тока при полюсном управлении?

- а) от коэффициента сигнала a ;
- б) от величины питающего напряжения;
- в) от величины нагрузки на валу.

9) Что собой представляет шаговый двигатель?

а) Это устройство, которое преобразует сигнал управления в виде серии импульсов напряжения в дискретное перемещение ротора.

б) Это устройство, для передачи импульсов напряжения на датчик положения ротора;

в) Двигатель, в котором дискретное положение ротора зависит от величины входного напряжения.

10. Тахогенераторы предназначены:

- а) для преобразования скорости механического перемещения (например, вращения вала) в электрический сигнал;
- б) для измерения напряжения сети;
- в) для преобразования рода тока.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как ограничивается значение диаметра изолированного обмоточного провода, используемого для выполнения «всыпных» обмоток статора асинхронной машины с полужакрытыми пазами? Укажите правильный ответ.

- 1. $0,95 \leq d_{\text{из}} \leq 1,95$ мм.
- 2. $d_{\text{из}} \geq 1,95$ мм.
- 3. $d_{\text{из}} \leq 1,95$ мм.
- 4. $d_{\text{из}} \leq 0,95$ мм.

2. В каком из уравнений, описывающих режим холостого хода асинхронной машины при неподвижном роторе, допущена ошибка?

- 1. $\mathcal{E}_1 = -\mathcal{E}_1 - jx_1 \mathcal{E}_0 - r_1 \mathcal{E}_0$.
- 2. $E_1 = 4,44f_1 W_1 K_{061} \Phi_m$.
- 3. $E_2 = 4,44f_1 W_2 K_{062} \Phi_m$.
- 4. $K_e = E_1/E_2 = W_1 K_{061}/(W_2 K_{062})$.

3. В каких пределах находится значение тока в обмотке статора, если асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором включен на номинальное напряжение при заторможенном роторе? Укажите правильный ответ.

- 1. $I_{1к} = (2...4)I_{1н}$.
- 2. $I_{1к} = (4...7)I_{1н}$.
- 3. $I_{1к} = (7...10)I_{1н}$.
- 4. $I_{1к} = (10...20)I_{1н}$.

4. Укажите формулу для расчета результирующего шага простой волновой обмотки.

- 1. $y = (Z_{\text{э}}/2p) \pm \varepsilon$.
- 2. $y = \pm 1$.
- 3. $y = (Z_{\text{э}} \pm 1)/p$.
- 4. $y = (Z_{\text{э}} \pm 2)/p$.

5. Якорь машины постоянного тока содержит 39 пазов, число секций в катушке $S_k = 3$, число витков в секции $W_c = 4$. Рассчитать число коллекторных пластин K , общее число секций в обмотке S , общее число проводников обмотки N и число эффективных проводников в пазу $N_{\text{п,эф}}$. Укажите неправильный ответ.

- 1. $K = 117$.
- 2. $S = 117$.
- 3. $N = 936$
- 4. $N_{\text{п,эф}} = 8$.

6. На рис. 1.37 приведена типовая кривая намагничивания машины постоянного тока. Какое отношение называется коэффициентом насыщения магнитной цепи в точке С? Укажите правильный ответ.

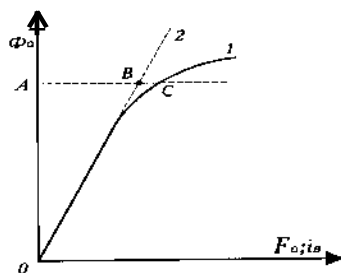


Рис. 1.37

1. $K_{\mu} = AC/AB$. 2. $K_{\mu} = AC/BC$. 3. $K_{\mu} = BC/AB$. 4. $K_{\mu} = BC/AC$.

7. Обмотка якоря двухполюсного электродвигателя постоянного тока имеет 345 витков, а диаметр якоря 2,4 см. Определить линейную нагрузку при токе якоря 0,5 А. Укажите правильный ответ.

1. 1145 А/м. 3. 572 А/м.
2. 2290 А/м. 4. 11450 А/м.

8. Как изменятся установившиеся значения тока в обмотке якоря I_a и частота вращения якоря n двигателя постоянного тока последовательного возбуждения при увеличении нагрузки на валу? Укажите правильный ответ.

1. I_a увеличится, n увеличится.
2. I_a уменьшится, n увеличится.
3. I_a уменьшится, n уменьшится.
4. I_a увеличится, n уменьшится.

9. Чему равно число параллельных ветвей простой петлевой обмотки? Укажите правильный ответ.

1. $2a = 2p$. 3. $2a = 2mp$.
2. $2a = 2$. 4. $2a = 2m$.

10. В машине постоянного тока с числом пазов якоря $Z = 42$ насчитывается 336 эффективных проводников в обмотке якоря. Число коллекторных пластин $K = 168$. Найти число эффективных проводников в пазу $N_{п,эф}$, число витков в секции W_c , число секций в катушке S_k , число элементарных пазов в реальном пазу $U_{п}$. Укажите неправильный ответ.

1. $N_{п,эф} = 8$. 2. $W_c = 2$. 3. $S_k = 4$. 4. $U_{п} = 4$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В каком отношении находятся частота вращения ротора n и частота вращения магнитного поля статора $n_1 = f_1/p$ при работе трехфазной асинхронной машины в режиме двигателя? Укажите правильный ответ.

1. $n < n_1$. 2. $n = n_1$. 3. $n > n_1$. 4. $n \geq n_1$.

2. В каком отношении находятся частота вращения ротора n и частота вращения магнитного поля статора $n_1 = f_1/p$ при работе трехфазной асинхронной машины в режиме генератора? Укажите правильный ответ.

1. $n < n_1$. 2. $n > n_1$. 3. $n = n_1$. 4. $n \leq n_1$.

3. В четырехполюсной машине постоянного тока число коллекторных пластин $K = 18$, а обмотка выполнена в виде двухходовой сложной волновой. Рассчитать шаги обмотки. Какие уравнивательные соединения используются в этой обмотке и чему равны шаги этих соединений? Укажите неправильный ответ.

1. $y_1 = 5$. 3. Уравниватели второго рода.
2. $y_2 = 3$. 4. $y_y = 8$.

4. Существуют различные способы борьбы с моментами от высших гармонических в асинхронных двигателях. Укажите неправильный ответ.

1. Применение на статоре распределенных обмоток с укороченным шагом.
2. Применение скоса пазов статора (ротора) на одно зубцовое деление ротора (статора).
3. Правильный выбор соотношения между числом зубцов на статоре и роторе. Наиболее неблагоприятными соотношениями являются:

$$Z_1 = Z_2 \text{ и } Z_1 - Z_2 = \pm 2p.$$

4. Уменьшение величины воздушного зазора.

5. Чем характеризуется режим короткого замыкания асинхронного двигателя? Укажите неправильный ответ.

1. Обмотка ротора замкнута накоротко, а ротор заторможен ($n = 0$).
2. При $U_1 = U_n$ ток в обмотке статора равен $I_{1к} = (10...20)I_n$.
3. Магнитодвижущие силы обмоток статора и ротора вращаются в одном направлении с одинаковой частотой, поэтому $\mathcal{F}_1 + \mathcal{F}_2 = \mathcal{F}_k$, где \mathcal{F}_k - резуль-

тирующая МДС.

4. Коэффициент трансформации токов

$$K_1 = I_2/I_1 = m_1 W_1 K_{\sigma 01} / (m_2 W_2 K_{\sigma 02}).$$

6. По какому признаку делят магнитную цепь машины постоянного тока на расчетные участки? Укажите правильный ответ.

1. По виду магнитного потока через участок: полный, полезный или рассеяния.
2. По качеству материала, из которого выполнен участок магнитной цепи.
3. По признаку одинаковых условий охлаждения магнитопровода в пределах расчетного участка.
4. По признаку неизменной величины индукции в пределах длины магнитной линии на данном участке.

7. Для чего производится расчет магнитной цепи машины постоянного тока? Укажите правильный ответ.

1. Для того, чтобы можно было определить число витков и ток обмотки возбуждения.
2. Для определения размагничивающего влияния реакции якоря.
3. Для определения магнитных потерь (потерь в стали).
4. Для определения намагничивающего влияния реакции якоря.

8. В каком случае коммутация тока называется замедленной? Укажите правильный ответ.

1. Когда реактивная ЭДС e_r и коммутирующая ЭДС e_k направлены согласнo.
2. Когда e_r и e_k направлены встречно и $e_r < e_k$.
2. Когда e_r и e_k направлены встречно и $e_r = e_k$.
4. Когда $\Sigma e = e_r + e_k = 0$.

9. В каком из уравнений, описывающих режим короткого замыкания асинхронной машины при неподвижном роторе, допущена ошибка?

1. $\dot{F}_k = \dot{F}_1 + \dot{F}_2$.
2. $\dot{F}_1 + \dot{F}_2 = 0$

$$3. \frac{m_1 \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{W_1 K_{о61}}{P} \varphi_1 + \frac{m_2 \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{W_2 K_{о62}}{P} \varphi_2 = 0.$$

$$4. F_k = \frac{m_1 \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{W_1 K_{о61}}{P} \varphi_1 + \frac{m_2 \sqrt{2}}{\pi} \cdot \frac{W_2 K_{о62}}{P} \varphi_2.$$

10. В каком случае коммутация тока называется ускоренной? Укажите правильный ответ.

1. Когда реактивная ЭДС e_r и коммутирующая ЭДС e_k направлены встречно и равны между собой.
2. Когда e_r направлена согласно e_k и $e_r = e_k$.
3. Когда e_r направлена встречно e_k и $e_r > e_k$.
4. Когда e_r и e_k направлены согласно и $e_r > e_k$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов к зачету

Какие электрические машины относят к микромашинам?

Как устроены электродвигатели с катящимся и с волновым ротором?

Почему приходится снижать номинальное напряжение в электрических машинах малой мощности?

Как классифицируют электрические машины малой мощности?

Каковы особенности конструкции электрических микромашин?

Как устроен бесконтактный электродвигатель постоянного тока?

Какие асинхронные электродвигатели относят к несимметричным

В чем состоит особенность механической характеристики бесконтактного двигателя постоянного тока?

Какую форму имеет магнитное поле в зазоре симметричной и несимметричной электрической машины?

В чем состоит смысл пространственной и временной несимметрии электрической машины?

Суть метода симметричных составляющих, применяемого для анализа несимметричных режимов электрической машины

Однофазный двигатель с экранированными полюсами.

Коэффициент трансформации несимметричной машины

Типы бесколлекторных машин переменного тока, области их применения?

Технические требования, предъявляемые электрическим машинам малой мощности

Материалы применяемые для активной части бесконтактных машин.

Конструкционные материалы применяемые в машинах малой мощности.

Виды и характеристики постоянных магнитов

Стабилизация постоянных магнитов.

Защита постоянных магнитов от размагничивающих воздействий.

Рабочая диаграмма постоянных магнитов

Методы синтеза и анализа.

Функциональные возможности программы Elcut.

Принцип действия и устройство синхронных двигателей с постоянными магнитами.

Принцип действия и устройство синхронного тахогенератора.

Принцип действия и устройство реактивного синхронного двигателя.

Гистерезисных синхронный ЭД

Индукторные синхронные микродвигатели

Вентильные генераторы постоянного тока. Основные типы, принцип действия.

Основные элементы вентильного двигателя постоянного тока, их назначение и взаимодействие.

Вентильные генераторы постоянного тока с нулевым выпрямителем.

Вентильные генераторы переменного тока. Основные типы, особенности, сферы применения.

Вентильные генераторы постоянного тока с мостовым выпрямителем.

Вентильные генераторы переменного тока на базе машины двойного питания.

Особенности реакции якоря генератора работающего на выпрямитель.

Выбор схемы выпрямления в вентильном генераторе постоянного тока для различной по величине нагрузки.

Особенности работы синхронного генератора на управляемый выпрямитель.

Особенности процессов в вентильных генераторах постоянного тока с обмотками замкнутыми в многоугольник.

Особенности работы синхронного генератора на управляемый выпрямитель.

Вентильный генератор постоянного тока с мостовым выпрямителем.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 14 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 14 до 18 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 19 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Роль и значение бесщёточных электрических машин в современной технике	ПК-1	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта.
2	Проектирование бесконтактных электродвигателей малой мощности	ПК-1	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта.
3	Бесконтактные ЭМ переменного тока	ПК-1	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта.
4	Бесконтактные ЭМ постоянного тока	ПК-1	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, защита курсового проекта.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Пархоменко, Г.А. Электрические микромашины : Учеб. пособие. - 2-е

изд., перераб. и доп. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 116 с. - (Учебная серия "Открытое образование").

Бут, Д.А. Бесконтактные электрические машины : Учеб. пособие для электромех. и электроэнерг. спец. вузов. - Москва : Высш. шк., 1985. - 255 с.
Арменский, Е.В. Электрические микромашины : Учебное пособие для студ. электротехн. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1985. - 231 с.

Брускин, Д.Э. Электрические машины и микромашины : Учебник для электротехн. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 1990. - 528 с.

Ермолин, Н.П. Электрические машины малой мощности : Учеб. пособие. - Москва : Высш. шк., 1967. - 503 с. : ил. - 1-17.

Бурковская Т.А. Проектирование электрических машин малой мощности [электронный ресурс]. Бурковская Т.А., Писаревский Ю.В.; Мяснянкина О.В. учеб. пособие. - Воронеж : Изд-во ВГТУ, 1999. - 74 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- Adobe Acrobat Reader
- Компас-График LT;
- AutoCAD
- Internet explorer;
- OpenOffice;
- SMath Studio;
- SCILab.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

URL: <http://docs.cntd.ru>

– Единая система конструкторской документации. URL: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii

– Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система. URL: www1.fips.ru

- Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru
- Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>
- All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация. Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>
- Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>
- Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>
- Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>
- Библиотека Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru/>
- Каталог электротехнического оборудования. URL: <https://electro.mashinform.ru;>
- Справочник обмотчика асинхронных электродвигателей. URL: <http://sprav.dvigatel.org;>
- Электродвигатели. <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой

Лаборатория «Электрические микромашины», оснащенная стендами для испытаний различных видов микромашин

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Бесконтактные электрические машины» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета бесконтактного двигателя. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой

курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.