

**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

«Расчет и принципы конструирования электрических машин»

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

[Signature] /к.т.н., доцент Писаревский А.Ю./

И.о. заведующего кафедрой
Электромеханических сис-
тем и электроснабжения

[Signature] / к.т.н., доцент Шелякин В.П./

Руководитель ОПОП

[Signature] / к.т.н., доцент Тикунов А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- формирование у обучающихся инженерных знаний, практических навыков и универсальных компетенций в области проектирования и конструирования электрических машин и трансформаторов, гарантирующих высокое качество их подготовки к профессиональной деятельности и позволяющих работать в приоритетных направлениях развития электромеханики;
- проявление высокого профессионализма в решении комплексных инженерных проблем в области исследования, проектирования и конструирования электрических машин и трансформаторов;
- развитие способности независимого мышления и творческого подхода к решению комплексных инженерных проблем в области проектирования и конструирования электрических машин, трансформаторов и способности к непрерывному образованию и совершенствованию.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Приобретение теоретических и практических навыков в расчетной и экспериментальной деятельности, связанных с использованием проектированием и конструированием электрических машин и трансформаторов на электростанциях, промышленных предприятиях и быту.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Расчет и принципы конструирования электрических машин» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Расчет и принципы конструирования электрических машин» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы с использованием современных методов сбора и анализа данных и современных программно-аппаратных комплексов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знает – нормативы и требования к конструкторской документации; – тенденции и перспективы развития материаловедения и технологии производства электромеханических преобразователей; – способы разработки конструкторской документации,

	отвечающей современным требованиям электротехнического производства
	умеет – разрабатывать чертежи и другие конструкторские документы, обеспечивающие безусловное выполнение требований поставленных задач, конкурентоспособность, технологичность и патентную чистоту сконструированных изделий – квалифицированно использовать вариантные подходы к решению поставленных задач, на основании их сравнения выбирать оптимальное решение;
	владеет – современными приемами и средствами компьютерного конструирования электрических машин, обеспечения требуемого уровня точности, надежности, устойчивости к внешним неблагоприятным воздействиям; – оформлением и графическим представлением результатов проделанной работы

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Расчет и принципы конструирования электрических машин» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

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.	СРС	Всего, час
1	Введение	Роль и место электрических машин в электро-механическом преобразовании энергии.	2	2	4	8
2	Конструктивные особенности электрических машин пере-	Стандартизация в области электрических машин.	4	4	8	16

	менного и постоянного тока	Значение стандартизации. Номинальные режимы работы, номинальные мощности, номинальные напряжения, номинальные частоты вращения. Степени защиты от внешних воздействий, условные обозначения. Способы охлаждения, условные обозначения. Исполнение по способу монтажа. Климатические условия работы. Установочные и присоединительные размеры. Принципиальные конструкции электрических машин переменного и постоянного тока. Асинхронные двигатели со степенью защиты IP44 при способах охлаждения IC0141, IC0151. Асинхронные двигатели со степенью защиты IP23 при способе охлаждения IC01. Двигателей постоянного тока со степенью защиты IP44 при способах охлаждения IC0041, IC0141, IC0151. Элементы конструкции асинхронных двигателей. Статоры и сердечники статоров. Сердечники роторов. Вали. Подшипниковые шиты и подшипники. Обмотки статора. Изоляция обмотки статора. Обмотки короткозамкнутого и фазного ротора. Вентилаторы и кожухи. Элементы конструкции двигателей постоянного тока. Сердечники якорей. Коллекторы. Статоры. Полосы главные и добавочные. Обмотки якорей. Обмотки возбуждения и главных полюсов. Компенсационная обмотка.				
3	Основные и главные размеры электрических машин	Машинная постоянная. Электромагнитная и подводимая мощности. Электромагнитные нагрузки. Связь электромагнитных нагрузок с главными размерами электрических машин (машинная постоянная). Соотношения для геометрически подобных машин. Выбор основных размерных соотношений. Отношение расчетной длины к полюсному делению $\lambda = l_g/t$. Проектирование единичной машины. Проектирование серии машин. Порядок проектирования электрических машин.	2	2	4	8
4	Основы расчета магнитной цепи	Магнитное напряжение воздушного зазора. Коэффициенты формы магнитного поля в воздушном зазоре машин постоянного тока, асинхронных, синхронных явнополюсных. Коэффициент воздушного зазора (Картера). Магнитное напряжение зубцов. Формы пазов статора и ротора. Определение индукции и напряженности в зубцах статора и ротора. Магнитное напряжение полюсов. Коэффициент рассеяния полюсов. Магнитное напряжение спинки статора, спинки ротора. Характеристики холостого хода. Машина постоянного тока, асинхронная, синхронная явнополюсная. Машины постоянного тока, переходная характеристика. Синхронные машины. Векторные диаграммы. Диаграмма Потье.	4	4	8	16

5	Определение активных и индуктивных сопротивлений обмоток	Определение активных сопротивлений обмоток. Удельное сопротивление. Активные сопротивления обмоток асинхронной машины - статора, короткозамкнутого ротора. Определение индуктивных сопротивлений обмоток. Главное индуктивное сопротивление и индуктивное сопротивление рассеяния. Определение главного индуктивного сопротивления асинхронной машины и синхронной явнополюсной. Индуктивные сопротивления рассеяния пазовое, лобовое, дифференциальное, по короткам, скоса.	4	4	8	16
6	Потери и коэффициент полезного действия	Основные потери. Потери в железе. Электрические потери в обмотках. Потери на возбуждение. Потери в переходных контактах щеток. Добавочные потери. Добавочные потери холостого хода и при нагрузке. Коэффициент полезного действия.	4	4	8	16
7	Основы теплового расчета	Классы нагревостойкости изоляции и предельные допустимые превышения температуры нагрева. Вопросы теплопередачи. Нагревание однородного тела. Расчет установившегося нагрева. Тепловой расчёт с помощью тепловых схем замещения. Метод тепловых схем. Тепловое сопротивление пазовой части. Тепловое сопротивление лобовой части. Тепловое сопротивление металла всех стержней обмотки. Тепловое сопротивление от обмотки к охлаждающему воздуху в радиальных вентиляционных каналах. Тепловые схемы замещения.	4	4	8	16
8	Проектирование асинхронных двигателей	Серии асинхронных двигателей и их конструктивные особенности. Увязка мощности и высоты вращения. Расшифровка основного обозначения двигателей. Задание на проектирование, выбор главных размеров и расчет обмотки статора. Расчет размеров зубцовой зоны статора. Выбор воздушного зазора. Расчет магнитной цепи. Параметры асинхронной машины для номинального режима. Расчет рабочих характеристик. Расчет пусковых характеристик. Особенности расчета характеристик асинхронных двигателей с роторами, имеющими двойную беличью клетку. Конструирование асинхронного двигателя. Особенности теплового, вентиляционного и механического расчетов.	4	4	8	16
9	Проектирование синхронных машин	Общие сведения, конструкция серийных синхронных машин общего назначения. Задание на проектирование, выбор главных размеров. Обмотка и зубцовая зона статора. Пазы, обмотка и ярмо статора. Расчет демпферной (пусковой) обмотки. Определение МДС реакции якоря. Параметры об-	4	4	8	16

		мот-ки статора для установившегося режима работы. Определение МДС обмотки возбуждения при нагрузке. Расчет обмотки возбуждения. Параметры и постоянные времени. Потери и КПД. Тепловой расчет обмотки статора. Характеристики синхронных машин. Конструирование синхронной машины.				
10	Проектирование машин постоянного тока	Серии машин постоянного тока. Задание на проектирование, выбор главных размеров. Расчет обмотки и пазов якоря. Расчет воздушного зазора под главными полюсами, компенсационная обмотка. Расчет магнитной цепи. Расчет обмотки возбуждения. Потери и КПД, рабочие характеристики. Тепловой и вентиляционный расчеты. Конструирование двигателя.	4	4	8	16
Итого			36	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

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	знает – нормативы и требования к конструкторской документации; – тенденции и перспективы развития материаловедения и технологии производства электромеханических преобразователей; – способы разработки конструкторской документации, отвечающей современным требованиям электротехнического производства	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	умеет – разрабатывать чертежи и другие конструкторские документы, обеспечивающие безусловное выполнение требований поставленных задач, конкурентоспособность, технологичность и патентную чистоту сконструированных изделий – квалифицированно использовать варианты подходы к решению поставленных задач, на основании их сравнения выбирать оптимальное решение;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеет – современными приемами и средствами компьютерного конструирования электрических машин, обеспечения требуемого уровня точности, надежности, устойчивости к внешним неблагоприятным воздействиям; – оформлением и графическим представлением результатов проделанной работы	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 6 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	знает – нормативы и требования к конструкторской документации; – тенденции и перспективы развития материаловедения и технологии производства электро-механических преобразователей; – способы разработки конструкторской документации, отвечающей современным требованиям электротехнического производства	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	умеет – разрабатывать чертежи и другие конструкторские документы,	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены	Продемонстрирован верный ход решения всех,	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

обеспечивающие безусловное выполнение требований поставленных задач, конкурентоспособность, технологичность и патентную чистоту сконструированных изделий – квалифицированно использовать варианты подходы к решению поставленных задач, на основании их сравнения выбирать оптимальное решение;		верные ответы	но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
владеет – современными приемами и средствами компьютерного конструирования электрических машин, обеспечения требуемого уровня точности, надежности, устойчивости к внешним неблагоприятным воздействиям; – оформлением и графическим представлением результатов проделанной работы	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. Какие преимущества имеют асинхронные двигатели с фазным ротором, по сравнению с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором?

Укажите неправильный ответ.

Асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие преимущества перед асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором:

- а) имеет лучшие пусковые характеристики;*
- б) проще в эксплуатации и более дешевы;*
- в) имеют лучшие регулировочные свойства;*
- г) введением в цепь ротора добавочной э.д.с. можно регулировать скорость вращения ротора выше синхронной скорости.*

2. Скольжение, соответствующее максимальному электромагнитному моменту, называется критическим S_m . Чему равно критическое скольжение асинхронного двигателя нормального исполнения? Укажите правильный ответ:

- а) $S_m = 0,03$;*
- б) $S_m = 1,0$;*
- в) $S_m = 0,12 \div 0,20$;*

2) $S_m = 0,6 \div 0,7$.

3. Как проводится опыт холостого хода асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором? Укажите неправильный ответ.

а) к обмотке статора подводится номинальное напряжение $U_1 = U_n$ при $f_1 = f_n = \text{const}$;

б) асинхронный двигатель пускается в ход и работает без нагрузки на валу ($M_2 = 0$);

в) частота вращения ротора приблизительно равна синхронной;

г) опыт холостого хода провести нельзя т.к. при этом обмотка ротора должна быть разомкнута.

4. Какой из ниже перечисленных параметров асинхронного двигателя не зависит от активного сопротивления роторной цепи?

а) ток в обмотке статора;

б) ток в обмотке ротора;

в) критическое скольжение S_m ;

г) максимальный электромагнитный момент.

5. Укажите основную причину, вследствие которой асинхронные генераторы получают ограниченное применение:

а) частота вращения ротора асинхронного генератора больше синхронной;

б) магнитное поле в генераторном режиме вращается относительно ротора в противоположном направлении;

в) электромагнитный момент является тормозящим;

г) намагничивающий ток, а следовательно и мощность возбуждения составляют (20 ÷ 50)% от номинальных значений.

6. В каких пределах изменяется скольжение при работе асинхронной машины в режиме электромагнитного тормоза? Укажите правильный ответ:

а) $S = 0 \div -\infty$;

б) $S = 0 \div 1,0$;

в) $S = 0 < 1,0$;

г) $S = 1,0 \div \infty$.

7. Как соединить обмотку статора 3-х фазного асинхронного двигателя для работы при номинальном напряжении, если напряжение питающей сети 380 В, а на паспорте двигателя указано номинальное напряжение 220/380 В?

Обмотка статора имеет шесть выводов. Укажите правильный ответ.

а) звездой (Y);

б) треугольником (Δ);

в) безразлично (Y) или (Δ);

г) данных недостаточно, чтобы определить способ соединения.

8. Какой из перечисленных ниже способов пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором является более простым и экономичным?

Укажите правильный ответ:

- а) прямое включение в сеть;
- б) реакторный пуск;
- в) автотрансформаторный пуск;
- г) пуск при переключении обмотки «звезда - треугольник».

9. В каком отношении находится частота вращения ротора n и частота вращения магнитного поля статора $n_1 = f_1 / p$ при работе 3-х фазной асинхронной машины в режиме двигателя? Укажите правильный ответ:

- а) $n < n_1$;
- б) $n = n_1$;
- в) $n > n_1$;
- г) $n \geq n_1$.

10. Как будет изменяться пусковой момент асинхронного двигателя, если активное сопротивление обмотки ротора увеличивать при условии, что $r_2' > x_1 + x_2'$? Укажите правильный ответ:

- а) M_n будет увеличиваться;
- б) M_n будет оставаться постоянным;
- в) M_n будет уменьшаться;
- г) данных для того, чтобы правильно ответить недостаточно.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определите коэффициент мощности $\cos \varphi_n$ трехфазного асинхронного двигателя, имеющего следующие данные: $P_n = 40$ кВт, $U_n = 220/380$ В, $I_n = 135/77,5$ А, $\eta_n = 0,89$. Укажите правильный ответ:

- а) $\cos \varphi_n = 0,5$;
- б) $\cos \varphi_n = 0,68$;
- в) $\cos \varphi_n = 0,78$;
- г) $\cos \varphi_n = 0,90$.

2. Определить сопротивление пускового реостата, которое нужно включить в каждую фазу асинхронного двигателя с фазным ротором, чтобы получить максимальный пусковой момент если активное сопротивление фазовой обмотки ротора равно $r_2 = 0,0256$ Ом, а критическое скольжение $S_m = 0,22$. Укажите правильный ответ:

- а) $r_d = 0,09$ Ом;
- б) $r_d = 0,1156$ Ом;
- в) $r_d = 0,0312$ Ом;
- г) $r_d = 0,1412$ Ом;

3. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором работая при $U_1 = 380$ В, $f_1 = 50$ Гц, развивает на валу полезный момент $M_2 = 141$ Н·м, вращаясь с частотой $n = 250$ об/мин и потребляя из сети ток $I_1 = 31$ А при $\cos \varphi = 0,82$. Определить полезную мощность P_2 , потребляемую мощность P_1 , к.п.д. η и скольжение. Укажите неправильный ответ

а) $P_2 = 14,75 \text{ кВт}$;

б) $s = 2,5 \%$;

в) $P_1 = 16,75 \text{ кВт}$;

г) $\eta = 0,88 \text{ о.е.}$

4. Трехфазный асинхронный шестиполюсный двигатель работая при $U_1 = 380 \text{ В}$, $f_1 = 50 \text{ Гц}$ развивает на валу полезный момент $M_2 = 700 \text{ Н·м}$, вращаясь со скольжением $s = 2 \%$ и потребляя из сети ток $I_1 = 140 \text{ А}$ и мощность $P_1 = 81 \text{ кВт}$. Определить частоту вращения ротора n , коэффициент мощности $\cos \varphi$, полезную мощность P_2 и к.п.д. η . Укажите неправильный ответ:

а) $n = 980 \text{ об/мин}$;

б) $\cos \varphi = 0,88 \text{ о.е.}$;

в) $P_2 = 90 \text{ кВт}$;

г) $\eta = 0,905 \text{ о.е.}$

5. Асинхронный двигатель с фазным ротором с включенными в цепь ротора добавочными сопротивлениями вращается с частотой $n = 750 \text{ об/мин}$ и потребляет из сети $P_1 = 55 \text{ кВт}$. Определить электромагнитную мощность $P_{эм}$, полезную мощность P_2 , потери в цепи ротора $P_{эн2}$ (в обмотке и реостате) и электромагнитный момент M , если потери в обмотке и сердечнике статора $P_{эн1} + P_c = 5 \text{ кВт}$. Потерями в сердечнике ротора, механическими и добавочными пренебрегаем. Частота вращения магнитного поля $n_1 = 1500 \text{ об/мин}$. Укажите неправильный ответ.

а) $P_{эм} = 50 \text{ кВт}$;

б) $P_2 = 25 \text{ кВт}$;

в) $M = 159 \text{ Н·м}$;

г) $P_{эн2} = 25 \text{ кВт}$.

6. Определить номинальный ток в фазе обмотки статора асинхронного двигателя, имеющего следующие паспортные данные: $P_n = 20 \text{ кВт}$; $U_n = 220/380 \text{ В}$; $\eta_n = 0,86 \text{ о.е.}$; $\cos \varphi_n = 0,84$. Укажите правильный ответ:

а) 36 А ;

б) 42 А ;

в) $24,3 \text{ А}$;

г) $30,3 \text{ А}$.

7. На сколько процентов уменьшатся пусковой ток ротора I_2 , максимальный момент M_m , критическое скольжение S_m и пусковой момент M_n , если напряжение, подводимое к обмотке статора асинхронного двигателя, уменьшится на 20% ? Укажите неправильный ответ:

а) M_n на 30% ;

б) M_m на 36% ;

в) S_m не уменьшится;

г) I_2 на 36% .

8. Для трехфазного асинхронного двигателя, работающего от сети с частотой $f_1 = 50 \text{ Гц}$ при частоте вращения ротора $n = 2850 \text{ об/мин}$ необхо-

димо определить следующие величины: скольжение S , число пар полюсов p , частоту тока в обмотке ротора f_2 , частоту вращения поля ротора относительно ротора n_2 . Укажите неправильный ответ:

- а) $S = 0,02$;
- б) $p = 1$;
- в) $f_2 = 2,5$ Гц;
- г) $n_2 = 150$ об/мин.

9. Трехфазный асинхронный четырехполюсный двигатель работая при $U_1 = 380$ В и $f_1 = 50$ Гц развивает на валу полезный момент $M_2 = 260$ Н·м, вращаясь со скольжением $s = 2\%$ и потребляя из сети ток $I_1 = 74$ А и мощность $P_1 = 45$ кВт. Определить частоту вращения ротора n , коэффициент мощности $\cos\varphi$, полезную мощность P_2 и к.п.д. η . Укажите неправильный ответ:

- а) $n = 1470$ об/мин;
- б) $\cos\varphi = 0,925$ о.е.;
- в) $\eta = 0,91$ о.е.;
- г) $P_2 = 36,4$ кВт.

10. Э.д.с., индуцируемая в обмотке ротора неподвижного четырехполюсного асинхронного двигателя с фазным ротором равна $E_2 = 90$ В. Каково будет значение этой э.д.с., если ротор вращается с частотой $n^a = 1455$ об/мин и $n^б = 1460$ об/мин? Укажите правильный ответ:

- а) $E_2^a = 88$ В, $E_2^б = -88$ В;
- б) $E_2^a = 2,7$ В, $E_2^б = 177$ В;
- в) $E_2^a = 5,4$ В, $E_2^б = 88,5$ В;
- г) $E_2^a = 2,7$ В, $E_2^б = 183$ В.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,028$ Вб; число последователь соединенных витков в обмотке статора $w_1 = 18$; номинальное скольжение $s_{ном} = 0,04$; обмоточный коэффициент $k_{об1} = 0,95$; количество полюсов $2p = 4$. Требуется определить: ЭДС обмотки статора $E_{1\phi}$, В; ЭДС обмотки неподвижного ротора E_2 , В; ЭДС обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s} , В; частоту ЭДС ротора при номинальном скольжении f_2 , Гц; номинальную частоту вращения ротора $n_{ном}$ об/мин. Укажите правильный ответ:

- а) $E_{1\phi} = 90$ В; $E_2 = 4$ В; $E_{2s} = 0,20$ В; $f_2 = 6$ Гц; $n_{ном} = 1400$ об/мин;
- б) $E_{1\phi} = 106$ В; $E_2 = 3$ В; $E_{2s} = 0,12$ В; $f_2 = 2$ Гц; $n_{ном} = 1440$ об/мин;
- в) $E_{1\phi} = 100$ В; $E_2 = 5$ В; $E_{2s} = 0,10$ В; $f_2 = 3,5$ Гц; $n_{ном} = 1450$ об/мин;
- г) $E_{1\phi} = 108$ В; $E_2 = 3$ В; $E_{2s} = 0,11$ В; $f_2 = 2,5$ Гц; $n_{ном} = 1340$ об/мин.

2. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет следующие параметры: максимальное значение магнитной индукции в воздуш-

ном зазоре $B_\delta = 1,5$ Тл; диаметр расточки статора $D_1 = 180$ мм; длина сердечника статора $l_1 = 141$ мм; число полюсов в обмотках статора и ротора $2p = 4$; число последовательно соединенных витков в фазной обмотке статора $w_1 = 48$ и ротора $w_2 = 8$; обмоточный коэффициент для основной гармоника статора $k_{об1} = 0,93$ и ротора $k_{об2} = k_{об1} = 0,93$; номинальное скольжение $s_n = 8$ %. Требуется определить: полюсное деление τ , мм; основной магнитный поток Φ , Вб; ЭДС фазной обмотки статора E_1 , В; ЭДС в обмотке неподвижного ротора E_2 , В; ЭДС во вращающемся роторе при скольжении s , E_{2s} , В; частота тока в неподвижном роторе f_2 , Гц; частота тока во вращающемся роторе при скольжении s , f_{2s} , Гц. Укажите правильный ответ:

- а) $\tau = 144$ мм; $\Phi = 0,025$ Вб; $E_1 = 180$ В; $E_2 = 29$ В; $E_{2s} = 2,0$ В
 $f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 4,5$ Гц.
- б) $\tau = 139$ мм; $\Phi = 0,021$ Вб; $E_1 = 185$ В; $E_2 = 34$ В; $E_{2s} = 2,5$ В
 $f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 3,5$ Гц.
- в) $\tau = 142$ мм; $\Phi = 0,022$ Вб; $E_1 = 182$ В; $E_2 = 32$ В; $E_{2s} = 3$ В
 $f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 4$ Гц.
- г) $\tau = 141$ мм; Вб; $E_1 = 188$ В; $E_2 = 31$ В; $E_{2s} = 2,5$ В
 $f_2 = 50$ Гц; $f_{2s} = 4$ Гц.

3. Трехфазный асинхронный двигатель включен в сеть напряжением 380 В, частотой 50 Гц, обмотка статора соединена «звездой». Статический нагрузочный момент на валу двигателя $M_c = 180$ Н·м, КПД $\eta_{ном} = 82$ %, коэффициент мощности $\cos \varphi_1 = 0,80$ о.е., скольжение $s_{ном} = 4$ %, количество полюсов $2p = 6$. Требуется определить: полезную мощность двигателя $P_{2ном}$ кВт; потребляемую из сети мощность $P_{1ном}$ кВт; ток в фазной обмотке статора $I_{1ном}$ А. Укажите правильный ответ:

- а) $P_{2ном} = 18,154$ кВт; $P_{1ном} = 22,186$ кВт; $I_{1ном} = 38,5$ А
- б) $P_{2ном} = 18,144$ кВт; $P_{1ном} = 22,126$ кВт; $I_{1ном} = 41,9$ А
- в) $P_{2ном} = 18,160$ кВт; $P_{1ном} = 22,180$ кВт; $I_{1ном} = 40,5$ А
- г) $P_{2ном} = 18,140$ кВт; $P_{1ном} = 22,120$ кВт; $I_{1ном} = 41,5$ А

4. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,032$ Вб; обмоточный коэффициент $k_{об1} = 0,96$; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф} = 210$ В; номинальная частота вращения $n_{ном} = 970$ об/мин; количество полюсов $2p = 6$. Требуется определить: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1 ; номинальное скольжение $s_{ном}$; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2 , В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s} , В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2 , Гц. Укажите правильный ответ:

- а) $w_1 = 31$; $s_{ном} = 0,03$ о.е.; $E_2 = 111$ В; $E_{2s} = 3,33$ В; $f_2 = 1,5$ Гц.
- б) $w_1 = 30$; $s_{ном} = 0,25$ о.е.; $E_2 = 115$ В; $E_{2s} = 3,25$ В; $f_2 = 1,3$ Гц.
- в) $w_1 = 34$; $s_{ном} = 0,15$ о.е.; $E_2 = 110$ В; $E_{2s} = 3,30$ В; $f_2 = 1,6$ Гц.

$$з) w_1 = 28; s_{ном} = 0,02 \text{ о.е.}; E_2 = 112 \text{ В}; E_{2s} = 3,28 \text{ В}; f_2 = 1,2 \text{ Гц}.$$

5. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,048 \text{ Вб}$; число последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_1 = 24$; обмоточный коэффициент $k_{об1} = 0,96$; номинальное скольжение $s_{ном} = 0,05$; количество полюсов $2p = 2$. Требуется определить: э.д.с. обмотки статора $E_{1\phi}$; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2 , В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s} , В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2 , Гц; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

$$а) E_{1\phi} = 246 \text{ В}; E_2 = 5,4 \text{ В}; E_{2s} = 0,27 \text{ В}; f_2 = 2,5 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 2850 \text{ об/мин}.$$

$$б) E_{1\phi} = 250 \text{ В}; E_2 = 5,2 \text{ В}; E_{2s} = 0,25 \text{ В}; f_2 = 2,7 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 2855 \text{ об/мин}.$$

$$в) E_{1\phi} = 240 \text{ В}; E_2 = 5,6 \text{ В}; E_{2s} = 0,28 \text{ В}; f_2 = 2,3 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 2900 \text{ об/мин}.$$

$$з) E_{1\phi} = 242 \text{ В}; E_2 = 5,5 \text{ В}; E_{2s} = 0,30 \text{ В}; f_2 = 3,0 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 2840 \text{ об/мин}.$$

6. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: число последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_1 = 16$; обмоточный коэффициент $k_{об1} = 0,98$; номинальное скольжение $s_{ном} = 0,04$; количество полюсов $2p = 4$; э.д.с. обмотки статора $E_{1\phi} = 98 \text{ В}$. Требуется определить: основной магнитный поток Φ ; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2 , В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s} , В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2 , Гц; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

$$а) \Phi = 0,025 \text{ Вб}; E_2 = 3,5 \text{ В}; E_{2s} = 0,10 \text{ В}; f_2 = 2,2 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 1430 \text{ об/мин}.$$

$$б) \Phi = 0,028 \text{ Вб}; E_2 = 3,0 \text{ В}; E_{2s} = 0,12 \text{ В}; f_2 = 2,0 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 1440 \text{ об/мин}.$$

$$в) \Phi = 0,030 \text{ Вб}; E_2 = 3,2 \text{ В}; E_{2s} = 0,15 \text{ В}; f_2 = 2,5 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 1445 \text{ об/мин}.$$

$$з) \Phi = 0,031 \text{ Вб}; E_2 = 3,3 \text{ В}; E_{2s} = 0,18 \text{ В}; f_2 = 2,7 \text{ Гц};$$

$$n_{ном} = 1435 \text{ об/мин}.$$

7. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,025 \text{ Вб}$; обмоточный коэффициент $k_{об1} = 0,98$; э.д.с. обмотки статора $E_{1\phi} = 110 \text{ В}$; номинальная частота вращения $n_{ном} = 2920$, об/мин. Требуется определить: число последовательно соединенных витков в обмотке статора w_1 ; номинальное скольжение $s_{ном}$; количество полюсов $2p$; э.д.с. обмотки непод-

вижного ротора E_2 , В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s} , В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2 , Гц;. Укажите правильный ответ:

- а) $w_1 = 21$; $s_{ном} = 0,025$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2,75$ В;
 $E_{2s} = 0,070$ В; $f_2 = 1,32$ Гц
- б) $w_1 = 20$; $s_{ном} = 0,027$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2,78$ В;
 $E_{2s} = 0,075$ В; $f_2 = 1,35$ Гц
- в) $w_1 = 25$; $s_{ном} = 0,030$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2,72$ В;
 $E_{2s} = 0,072$ В; $f_2 = 1,33$ Гц
- г) $w_1 = 22$; $s_{ном} = 0,028$ о.е.; $2p = 2$; $E_2 = 2,78$ В;
 $E_{2s} = 0,076$ В; $f_2 = 1,31$ Гц.

8. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: число последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_1 = 24$; обмоточный коэффициент $k_{обл} = 0,96$; номинальное скольжение $s_{ном} = 0,05$; количество полюсов $2p = 8$; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф} = 200$ В. Требуется определить: основной магнитный поток Φ , Вб; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2 , В; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения E_{2s} , В; частоту э.д.с. ротора при номинальном скольжении f_2 , Гц; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

- а) $\Phi = 0,037$ Вб; $E_2 = 4,42$ В; $E_{2s} = 0,26$ В; $f_2 = 2,51$ Гц;
 $n_n = 710$ об/мин.
- б) $\Phi = 0,042$ Вб; $E_2 = 3,95$ В; $E_{2s} = 0,20$ В; $f_2 = 2,55$ Гц;
 $n_n = 715$ об/мин.
- в) $\Phi = 0,039$ Вб; $E_2 = 4,40$ В; $E_{2s} = 0,22$ В; $f_2 = 2,50$ Гц;
 $n_n = 713$ об/мин.
- г) $\Phi = 0,035$ Вб; $E_2 = 4,39$ В; $E_{2s} = 0,24$ В; $f_2 = 2,45$ Гц;
 $n_n = 708$ об/мин.

9. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: число последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_1 = 18$; обмоточный коэффициент $k_{обл} = 0,95$; количество полюсов $2p = 4$; э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения $E_{2s} = 0,13$ В; частота э.д.с. ротора при номинальном скольжении $f_2 = 2,5$ Гц. Требуется определить: основной магнитный поток Φ , Вб; номинальное скольжение $s_{ном}$; э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$, В; э.д.с. обмотки неподвижного ротора E_2 , В; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

- а) $\Phi = 0,025$ Вб; $s_{ном} = 0,03$ о.е.; $E_{1ф} = 86$ В; $E_2 = 2,4$ В;
 $n_{ном} = 1420$ об/мин.
- б) $\Phi = 0,022$ Вб; $s_{ном} = 0,06$ о.е.; $E_{1ф} = 84$ В; $E_2 = 2,0$ В;
 $n_{ном} = 1412$ об/мин.

в) $\Phi = 0,023 \text{ Вб}; s_{\text{ном}} = 0,05 \text{ о.е.}; E_{1\phi} = 87 \text{ В}; E_2 = 2,6 \text{ В};$
 $n_{\text{ном}} = 1425 \text{ об/мин.}$

з) $\Phi = 0,020 \text{ Вб}; s_{\text{ном}} = 0,04 \text{ о.е.}; E_{1\phi} = 89 \text{ В}; E_2 = 2,8 \text{ В};$
 $n_{\text{ном}} = 1422 \text{ об/мин.}$

10. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,028 \text{ Вб};$ э.д.с. обмотки статора $E_{1\phi} = 120 \text{ В};$ обмоточный коэффициент $k_{\text{об1}} = 0,95;$ количество полюсов $2p = 8;$ частота э.д.с. ротора при номинальном скольжении $f_2 = 3,2 \text{ Гц.}$ Требуется определить: число последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_1;$ номинальное скольжение $s_{\text{ном}};$ э.д.с. обмотки неподвижного ротора $E_2, \text{ В};$ э.д.с. обмотки ротора при номинальной частоте вращения $E_{2s}, \text{ В};$ номинальную частоту вращения $n_{\text{ном}}, \text{ об/мин.}$ Укажите правильный ответ:

а) $w_1 = 18; s_{\text{ном}} = 0,058 \text{ о.е.}; E_2 = 3,5 \text{ В}; E_{2s} = 0,18 \text{ В};$
 $n_{\text{ном}} = 700 \text{ об/мин.}$

б) $w_1 = 20; s_{\text{ном}} = 0,064 \text{ о.е.}; E_2 = 3,0 \text{ В}; E_{2s} = 0,20 \text{ В};$
 $n_{\text{ном}} = 702 \text{ об/мин.}$

в) $w_1 = 21; s_{\text{ном}} = 0,062 \text{ о.е.}; E_2 = 2,8 \text{ В}; E_{2s} = 0,22 \text{ В};$
 $n_{\text{ном}} = 710 \text{ об/мин.}$

з) $w_1 = 19; s_{\text{ном}} = 0,060 \text{ о.е.}; E_2 = 3,2 \text{ В}; E_{2s} = 0,26 \text{ В};$
 $n_{\text{ном}} = 715 \text{ об/мин.}$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Главные показатели, определяющие уровень разработки?
2. Что называют коэффициентом использования машины?
3. Что называют рентабельностью машины?
4. Что называют годовым экономическим эффектом?
5. Назовите основные тенденции в развитии электромашиностроения.
6. Что называют главными размерами асинхронной машины?
7. Что называют главными размерами машины постоянного тока?
8. Что такое «критическая частота вращения вала»?
9. Назовите наиболее распространенный материал для изготовления вала электрической машины.
10. Как предупредить недопустимую концентрацию напряжений в местах перехода с одного диаметра вала на другой?
11. Что определяется при расчете вала электрической машины на прочность?
12. Чему равен предел текучести на растяжение такого материала для валов электрических машин, как Сталь 45?
13. Запишите критерий достаточной прочности вала электрической машины
14. Как крепится на валу сердечник ротора асинхронной машины, если ротор короткозамкнутый?

15. Как крепится на валу сердечник ротора асинхронной машины, если ротор фазный?

16. Для чего предусматривают на короткозамыкающем кольце ротора штыри или пазы?

17. Запишите критерий (условие) достаточной механической прочности зубцов магнитопровода ротора.

18. В чем состоит проверка механической прочности призматической шпонки ротора?

19. Запишите критерий достаточной механической прочности призматической шпонки ротора.

20. Материал контактных колец электрических машин.

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 с оценкой 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 9 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 15 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	ПК-1	Тест, устный опрос
2	Конструктивные особенности электрических машин переменного и постоянного тока	ПК-1	Тест, устный опрос
3	Основные и главные размеры электрических машин	ПК-1	Тест, устный опрос
4	Основы расчета магнитной цепи	ПК-1	Тест, устный опрос
5	Определение активных и индуктивных сопротивлений обмоток	ПК-1	Тест, устный опрос
6	Потери и коэффициент полезного действия	ПК-1	Тест, устный опрос
7	Основы теплового расчета	ПК-1	Тест, устный опрос
8	Проектирование асинхронных двигателей	ПК-1	Тест, устный опрос

9	Проектирование синхронных машин	ПК-1	Тест, устный опрос
10	Проектирование машин постоянного тока	ПК-1	Тест, устный опрос

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 методики 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 методики 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 методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Вольдек, А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2007. – 350 с.: ил.

2. Вольдек, А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины постоянного тока и трансформаторы: Учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2007. – 350 с.: ил.

3. Кононенко, Е.В., Кононенко, К.Е., Волчихин В.И. Электрические машины переменного тока : учеб. пособие . - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 120 с. - (Открытое образование). - ISBN 5-89609-028-5 : 35.00.

4. Кононенко, Е.В., Кононенко, К.Е., Писаревский, Ю.В. Электрические машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. пособие . - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 112 с. - (Открытое образование). - ISBN 5-89609-028-5 : 35.00.

5. Копылов, И.П. Электрические машины : Учебник для академического бакалавриата. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 675 с. - (Бакалавр). - ISBN 978-5-9916-3803-6 : 811-03.

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
- Компас-График LT;
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader;
- Internet explorer;
- Opera;
- SMath Studio.

.

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

- <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

Занятия по дисциплине «Основы конструирования электрических машин» проводятся в специализированной аудитории кафедры ЭМСЭС, снабженной видеопроекционной системой и наглядными учебными пособиями в виде разобранных макетов электрических машин, а также информационными плакатами по профилю.

Учебная лаборатория «Электрических машин», аудитория 135, корпус 3, ВГТУ.

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

По дисциплине «Расчет и принципы конструирования электрических машин» читаются лекции, проводятся практические занятия.

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 электрических машин. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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 три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.