

**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» _____ 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Основы 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

_____/к.т.н., доцент Писаревский А.Ю./

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 знаний в области конструирования электромеханических преобразователей на основе современных требований к эксплуатационным и технологическим характеристикам изделия, на основе современных технологических возможностей производства с применением высокоэффективных конструкционных и активных материалов и комплектующих изделий, использования компьютерных технологий и средств автоматизированного проектирования.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Получение навыков выбора эффективных технических решений методологически грамотного осмысления проблем конструирования новой техники с применением компьютерных технологий;

Способствовать формированию творческого мировоззрения в области электромеханики;

Способствовать формированию умений и навыков конструирования электромеханических преобразователей на уровне лучших мировых аналогов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы 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 «Основы 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	Знать –нормативы и требования к конструкторской документации; – тенденции и перспективы развития материаловедения и технологии производства электромеханических преобразователей; – способа разработки конструкторской документации, отвечающей современным требованиям электротехнического производства; – взаимосвязь задач проектирования с процессом

	эксплуатации электрических машин.
	Уметь – 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;
	Владеть – 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 «Основы 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	81	81
Часы на контроль	27	27
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	Принципы и методика конструирования	Принципы конструирования; Методика конструирования.	4	4	8	16
2	Механические показатели совершенства конструкции машины	Масса и компактность конструкции; Жёсткость и прочность конструкции	4	4	8	16
3	Конструирование деталей и сборочных единиц	Правила конструирования. Типовые конструктивные решения. Конструирование литых и механически обрабатываемых деталей	4	4	8	16
4	Уплотнения	Уплотнение подвижных соединений; Уплотнение неподвижных соединений	4	4	9	17
5	Сборка	Условия качественной сборки; Осевая и радиальная сборка	4	4	10	18
6	Разборные и неразборные соединения, удобство обслуживания	Разборные соединения; Неразборные соединения; Обеспечение удобной сборки и регулирования щёточно – коллекторных узлов машин постоянного тока; Обеспечение удобной сборки и регулирования датчиков положения ротора.	8	8	12	28
7	Подшипники	Опоры скольжения; Опоры качения.	4	4	10	18
8	Магнитопроводы электрических машин	Магнитопроводы	2	2	8	12
9	Обмотки электрических машин	Обмотки электрических машин	2	2	8	12
Итого			36	36	81	153

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	Знать – нормативы и требования к конструкторской документации; – тенденции и перспективы развития материаловедения и технологии производства	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	электромеханических преобразователей; – способа разработки конструкторской документации, отвечающей современным требованиям электротехнического производства; – взаимосвязь задач проектирования с процессом эксплуатации электрических машин.			
	Уметь – 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
	Владеть –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	Знать –нормативы и требования к конструкторской документации; – тенденции и перспективы развития материаловедения и	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

технологии производства электромеханических преобразователей; – способа разработки конструкторской документации, отвечающей современным требованиям электротехнического производства; – взаимосвязь задач проектирования с процессом эксплуатации электрических машин.						
Уметь – 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	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 –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. называют соединения, которые невозможно разобрать без разрушения или повреждения деталей.

2. называют соединения, которые можно разбирать и вновь собирать без повреждения деталей.

3. К неразъёмным соединениям относятся:

- а) Сварные и паянные.
- б) Шпоночные.
- в) Шлицевые.
- г) Резьбовые.

4. К разъёмным соединениям относятся:

- а) Заклёпочные.
- б) Посадка с натягом.
- в) Клеевые.
- г) Шпоночные

5. соединения образуются постановкой металлических стержней в специально просверленные или пробитые отверстия в соединяемых деталях.

6. К первой группе резьбовых соединений не относятся:

- а) Соединения на болтах.
- б) Соединения на винтах.
- в) Соединения на шпильках.
- г) Соединения на шурупах.

7. Под действием осевой силы в стержне болта возникает напряжение:

- а) Изгиба
- б) Сжатия.
- в) Растяжения.
- г) Среза.

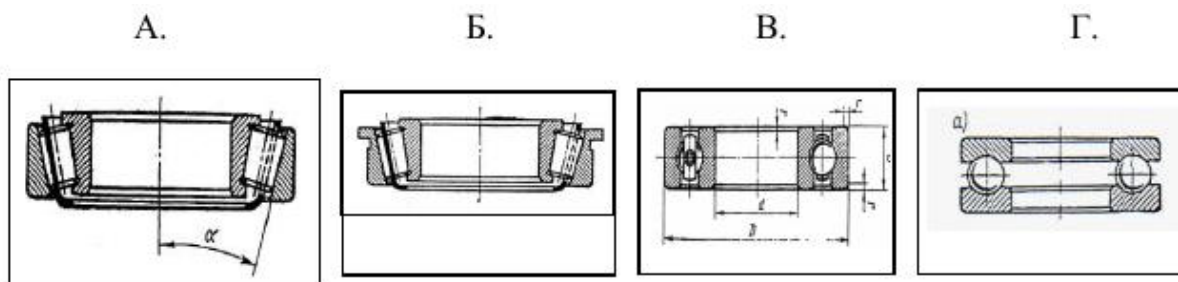
8 Под действием осевой силы в головке болта возникает напряжение:

- а) Смятия.
- б) Растяжения.
- в) Среза.
- г) Изгиба.

9 Под действием осевой силы в резьбе гаки и стержня болта не возникает напряжение:

- а) Растяжения.
- б) Изгиба.
- в) Смятия.
- г) Среза.

10. Укажите на рисунке схему шарикового радиального однорядного шарикового подшипника:



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) $P_2 = 14,75$ кВт;
- б) $s = 2,5$ %;
- в) $P_1 = 16,75$ кВт;
- г) $\eta = 0,88$ о.е.

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

- а) $n = 980$ об/мин;
- б) $\cos \varphi = 0,88$ о.е.;

в) $P_2 = 90$ кВт;

г) $\eta = 0,905$ о.е.

5. Асинхронный двигатель с фазным ротором с включенными в цепь ротора добавочными сопротивлениями вращается с частотой $n = 750$ об/мин и потребляет из сети $P_1 = 55$ кВт. Определить электромагнитную мощность $P_{эм}$, полезную мощность P_2 , потери в цепи ротора $P_{эп2}$ (в обмотке и реостате) и электромагнитный момент M , если потери в обмотке и сердечнике статора $P_{эп1} + P_c = 5$ кВт. Потери в сердечнике ротора, механическими и добавочными пренебрегаем. Частота вращения магнитного поля $n_1 = 1500$ об/мин. Укажите неправильный ответ.

а) $P_{эм} = 50$ кВт;

б) $P_2 = 25$ кВт;

в) $M = 159$ Н·м;

г) $P_{эп2} = 25$ кВт.

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

а) 36 А;

б) 42 А;

в) 24,3 А;

г) 30,3 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 $f_1 = 50$ Гц при частоте вращения ротора $n = 2850$ об/мин необходимо 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 $n^b = 1460$ об/мин? Укажите правильный ответ:

- а) $E_2^a = 88$ В, $E_2^b = -88$ В;
- б) $E_2^a = 2,7$ В, $E_2^b = 177$ В;
- в) $E_2^a = 5,4$ В, $E_2^b = 88,5$ В;
- г) $E_2^a = 2,7$ В, $E_2^b = 183$ 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 последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_1 = 18$; номинальное скольжение $s_{ном} = 0,04$; обмоточный коэффициент $k_{obl} = 0,95$; 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 воздушном 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 гармоники статора $k_{obl} = 0,93$ и ротора $k_{obl} = k_{obl} = 0,93$; 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 $\cos\varphi_l = 0,80$ 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 $k_{обл} = 0,96$; 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_l ; 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) $w_l = 31$; $s_{ном} = 0,03$ о.е.; $E_2 = 111$ В; $E_{2s} = 3,33$ В; $f_2 = 1,5$ Гц.

б) $w_l = 30$; $s_{ном} = 0,25$ о.е.; $E_2 = 115$ В; $E_{2s} = 3,25$ В; $f_2 = 1,3$ Гц.

в) $w_l = 34$; $s_{ном} = 0,15$ о.е.; $E_2 = 110$ В; $E_{2s} = 3,30$ В; $f_2 = 1,6$ Гц.

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

5. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,048$ Вб; число последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_l = 24$; обмоточный коэффициент $k_{обл} = 0,96$; номинальное скольжение $s_{ном} = 0,05$; количество полюсов $2p = 2$. Требуется определить: э.д.с. обмотки статора $E_{1ф}$; 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) $E_{1ф} = 246$ В; $E_2 = 5,4$ В; $E_{2s} = 0,27$ В; $f_2 = 2,5$ Гц;

$n_{ном} = 2850$ об/мин.

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

$$n_{ном} = 2855 \text{ об/мин.}$$

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

$$n_{ном} = 2900 \text{ об/мин.}$$

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

$$n_{ном} = 2840 \text{ об/мин.}$$

6. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: число последовательно соединенных витков в обмотке статора $w_1 = 16$; обмоточный коэффициент $k_{обл} = 0,98$; 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:

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

$$n_{ном} = 1430 \text{ об/мин.}$$

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

$$n_{ном} = 1440 \text{ об/мин.}$$

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

$$n_{ном} = 1445 \text{ об/мин.}$$

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

$$n_{ном} = 1435 \text{ об/мин.}$$

7. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,025 \text{ Вб}$; обмоточный коэффициент $k_{обл} = 0,98$; 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 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:

$$\text{а) } w_1 = 21; s_{ном} = 0,025 \text{ о.е.; } 2p = 2; E_2 = 2,75 \text{ В;}$$

$$E_{2s} = 0,070 \text{ В; } f_2 = 1,32 \text{ Гц}$$

$$\text{б) } w_1 = 20; s_{ном} = 0,027 \text{ о.е.; } 2p = 2; E_2 = 2,78 \text{ В;}$$

$$E_{2s} = 0,075 \text{ В; } f_2 = 1,35 \text{ Гц}$$

$$\text{в) } w_1 = 25; s_{ном} = 0,030 \text{ о.е.; } 2p = 2; E_2 = 2,72 \text{ В;}$$

$$E_{2s} = 0,072 \text{ В; } f_2 = 1,33 \text{ Гц}$$

$$\text{г) } w_1 = 22; s_{ном} = 0,028 \text{ о.е.; } 2p = 2; E_2 = 2,78 \text{ В;}$$

$$E_{2s} = 0,076 \text{ В; } f_2 = 1,31 \text{ Гц.}$$

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 $E_{1\phi} = 200$ 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 $E_{1\phi}$, 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.; $E_{1\phi} = 86$ В; $E_2 = 2,4$ В;
 $n_{ном} = 1420$ об/мин.
- б) $\Phi = 0,022$ Вб; $s_{ном} = 0,06$ о.е.; $E_{1\phi} = 84$ В; $E_2 = 2,0$ В;
 $n_{ном} = 1412$ об/мин.
- в) $\Phi = 0,023$ Вб; $s_{ном} = 0,05$ о.е.; $E_{1\phi} = 87$ В; $E_2 = 2,6$ В;
 $n_{ном} = 1425$ об/мин.
- г) $\Phi = 0,020$ Вб; $s_{ном} = 0,04$ о.е.; $E_{1\phi} = 89$ В; $E_2 = 2,8$ В;
 $n_{ном} = 1422$ об/мин.

10. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,028$ Вб; э.д.с. обмотки статора $E_{1\phi} = 120$ В; обмоточный коэффициент $k_{обл} = 0,95$; количество полюсов $2p = 8$; частота э.д.с. ротора при номинальном скольжении $f_2 = 3,2$ Гц. 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; номинальную частоту вращения $n_{ном}$, об/мин. Укажите правильный ответ:

а) $w_1 = 18$; $s_{ном} = 0,058$ о.е.; $E_2 = 3,5$ В; $E_{2s} = 0,18$ В;

$n_{ном} = 700$ об/мин.

б) $w_1 = 20$; $s_{ном} = 0,064$ о.е.; $E_2 = 3,0$ В; $E_{2s} = 0,20$ В;

$n_{ном} = 702$ об/мин.

в) $w_1 = 21$; $s_{ном} = 0,062$ о.е.; $E_2 = 2,8$ В; $E_{2s} = 0,22$ В;

$n_{ном} = 710$ об/мин.

г) $w_1 = 19$; $s_{ном} = 0,060$ о.е.; $E_2 = 3,2$ В; $E_{2s} = 0,26$ В;

$n_{ном} = 715$ об/мин.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. В чём состоит задача конструирования электрической машины?
2. Главные показатели, определяющие уровень разработки?
3. Что называют коэффициентом использования машины?
4. Что называют рентабельностью машины?
5. Что называют годовым экономическим эффектом?
6. Назовите основные тенденции в развитии электромашиностроения.
7. Что называют главными размерами асинхронной машины?
8. Что называют главными размерами машины постоянного тока?
9. Что такое «критическая частота вращения вала»?
10. Назовите наиболее распространенный материал для изготовления вала электрической машины.
11. Как предупредить недопустимую концентрацию напряжений в местах перехода с одного диаметра вала на другой?
12. Какой величиной нормируется радиус галтели?
13. Какой величиной нормируется соотношение диаметров соседних ступеней вала электрической машины?
14. Какую форму может иметь выступающий конец вала электрической машины?
15. Что располагается на выступающем конце вала электрической машины и чем закрепляется?
16. Как на этапе конструирования вала электрической машины упростить его обработку, если на нем имеется ряд шпонок для закрепления различных узлов, размещаемых на нем?
17. Какими соображениями руководствуются при выборе размеров выступающего цилиндрического конца вала электрической машины?
18. Назовите допустимый результирующий прогиб вала асинхронной электрической машины при различных видах передачи.
19. Назовите допустимый результирующий прогиб вала синхронной электрической машины при различных видах передачи.
20. Назовите допустимый результирующий прогиб вала электрической машины постоянного тока при различных видах передачи.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении

промежуточной аттестации

Экзамен 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 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Принципы и методика конструирования	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
2	Механические показатели совершенства конструкции машины	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
3	Конструирование деталей и сборочных единиц	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
4	Уплотнения	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
5	Сборка	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
6	Разборные и неразборные соединения, удобство обслуживания	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
7	Подшипники	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
8	Магнитопроводы электрических машин	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания
9	Обмотки электрических машин	ПК-1	Тест, устный опрос, индивидуальные задания

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

Тестирование осуществляется, 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 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 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. Гуляев А.А. Основы конструирования / Нюхин Р.О.; Писаревский А.Ю.: Учеб. пособие. - Воронеж : Научная книга, 2009. - 132 с. - (Учебная серия "Открытое образование", ISSN 1814-0130). - 100-00.

2. Орлов В.В. Конструирование электрических машин малой мощности / Орлов В.В., Анненков А.Н. [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Воронеж : Изд-во ВГТУ, 1998. - 85 с. - С дискетой. - 7.00.

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>
- 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 «Основы конструирования электрических машин» .

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.

Контроль усвоения материала дисциплины производится тестированием с использованием выданных тест-заданий на бумажном

носителе.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 усвоения 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.