

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Бурковский А.В.
«31» августа 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Специальный курс электромеханических преобразователей энергии»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Программа «Технология проектирования и производства
электрических машин для устойчивой работы в заданных условиях
с учетом геометрии воздушного зазора»

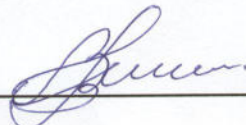
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 /Писаревский Ю.В./

**Заведующий кафедрой
Электромеханических систем и электроснабжения**

 /Шелякин В.П./

Руководитель ОПОП

 /Кононенко К.Е./

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формировать способность определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- Изучение методов расчета переходных процессов электрических машин постоянного и переменного тока;
- Изучение методов расчета устойчивости электрических машин постоянного и переменного тока;
- Ознакомление учащихся с методами расчета рабочих и пусковых характеристик машин постоянного тока;
- Ознакомление учащихся с методами расчета рабочих и пусковых характеристик машин переменного тока.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.В.ДВ.2 по выбору.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знает основные методы расчетов переходных процессов электрических машин; основную современную компьютерную технику, используемую для расчетов в цепных и полевых задачах; Основные программные продукты, используемые при проведении компьютерного моделирования переходных процессов и устойчивости электрических машин, а также вычислительных экспериментов электромагнитного поля.
	умеет выбирать наиболее подходящий метод расчета; Использовать типовую компьютерную технику; Проводить вычислительные эксперименты и обрабатывать

	их результаты
	владеет методами проведения вычислительных экспериментов в электрических машинах постоянного и переменного тока; основами теории стационарного и переменного электромагнитного поля и методами его расчетов.
УК-2	знает цели и задачи проекта создания электромеханических преобразователей энергии;
	умеет анализировать ресурсные ограничения, условия реализации, риски реализации, выбирать стратегию реализации проекта с учетом прогноза изменений условий проекта, анализировать эффективность реализации проекта;
	владеет разработкой плана проекта, документированием процесса управления проектом, контролем хода выполнения проекта.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Специальный курс электромеханических преобразователей энергии» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	108	108
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	135	135
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	180 5	180 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	Общие положения теории.	Основные допущения. Системы координатных осей.	2	0	10	12
2	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно неподвижными осями обмоток и полюсов.	Безреостатный пуск двигателя параллельного возбуждения	2	2	10	14
3	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно перемещающимися осями обмоток.	Уравнения синхронной машины в системе координат d,q.	2	4	30	36
4	Исследование устойчивости работы.	Методы анализа устойчивости в электрических машинах. Режим автоколебаний.	4	4	30	38
5	Методы расчета статических магнитных полей в электрических машинах.	Уравнения электромагнитного поля и методы их решения.	2	4	10	16
6	Методы расчета переменных магнитных полей в электрических машинах.	Векторный магнитный потенциал и энергетические функционалы для расчетов поля численными методами.	4	4	10	18
7	Методы расчета коммутации.	Методы расчета коммутации в машинах постоянного тока	2	0	8	10
Итого			18	18	108	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие положения теории.	Основные допущения. Системы координатных осей.	4	2	22	28
2	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно неподвижными осями обмоток и полюсов.	Безреостатный пуск двигателя параллельного возбуждения	4	2	22	28
3	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно перемещающимися осями обмоток.	Уравнения синхронной машины в системе координат d,q.	4	4	22	30
4	Исследование устойчивости работы.	Методы анализа устойчивости в электрических машинах. Режим автоколебаний.	2	4	22	28
5	Методы расчета статических магнитных полей в электрических машинах.	Уравнения электромагнитного поля и методы их решения.	2	4	22	28
6	Методы расчета переменных магнитных полей в электрических машинах.	Векторный магнитный потенциал и энергетические функционалы для расчетов поля численными методами.	2	4	23	29
Итого			18	20	133	171

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 предусматривает выполнение курсовой работы в 1 семестре для очной формы обучения, в 1 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Переходные процессы в трансформаторе при включение на напряжение и при внезапном коротком замыкании»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- получение навыков применения теории электрических машин при проектировании различных электромеханических преобразователей энергии;
- детальное знакомство с функциональным назначением конструктивных элементов электрических машин, а также навыков выбора материалов для различных частей электрических машин;
- получение навыков конструкторского проектирования электрических машин;
- получение навыков при оценке тепловых, вентиляционных и прочностных расчетов при проектировании и конструировании электрических маши.

Курсовая работа 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
ОПК-1	знает основные методы расчетов переходных процессов электрических машин; основную современную компьютерную технику, используемую для расчетов в цепных и полевых задачах; Основные программные продукты, используемые при проведении компьютерного моделирования переходных процессов и устойчивости электрических машин, а также вычислительных экспериментов электромагнитного поля.	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
	умеет выбирать наиболее подходящий метод расчета; Использовать типовую компьютерную технику; Проводить вычислительные эксперименты и обрабатывать их результаты	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеет методами проведения вычислительных экспериментов в электрических машинах постоянного и переменного тока; основами теории стационарного и переменного электромагнитного поля и методами его расчетов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-2	знает цели и задачи проекта создания электро-механических преобразователей энергии;	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
	умеет анализировать ресурсные ограничения, условия реализации, риски реализации, вы-	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	бирать стратегию реализации проекта с учетом прогноза изменений условий проекта, анализировать эффективность реализации проекта;			
	владеет разработкой плана проекта, документированием процесса управления проектом, контролем хода выполнения проекта.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке 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 1 семестре для очной формы обучения, 1 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знает основные методы расчетов переходных процессов электрических машин; основную современную компьютерную технику, используемую для расчетов в цепных и полевых задачах; Основные программные продукты, используемые при проведении компьютерного моделирования переходных процессов и устойчивости электрических машин, а также вычислительных экспериментов электромагнитного поля.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	умеет выбирать наиболее подходящий метод расчета; Использовать типовую компьютерную технику; Проводить вычислительные эксперименты и обрабатывать их результаты	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
	владеет методами проведения вычислительных экспериментов в электрических машинах постоянно-	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные отве-	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не полу-	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	го и переменного тока; основами теории стационарного и переменного электромагнитного поля и методами его расчетов.		ты	чен верный ответ во всех задачах		
УК-2	знает цели и задачи проекта создания электромеханических преобразователей энергии;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	умеет анализировать ресурсные ограничения, условия реализации, риски реализации, выбирать стратегию реализации проекта с учетом прогноза изменений условий проекта, анализировать эффективность реализации проекта;	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
	владеет разработкой плана проекта, документированием процесса управления проектом, контролем хода выполнения проекта.	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) $S_m = 0,12 \div 0,20$;

г) $S_m = 0,6 \div 0,7$.

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

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

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) $r_\partial = 0,09$ Ом;
- б) $r_\partial = 0,1156$ Ом;
- в) $r_\partial = 0,0312$ Ом;
- г) $r_\partial = 0,1412$ 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 $P_{эн2}$ (в обмотке и реостате) и электромагнитный момент M , если потери в обмотке и сердечнике статора $P_{эн1} + P_c = 5$ кВт. Потерями 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) $P_{эн2} = 25$ 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 $k_{об1} = 0,95$; 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 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 $k_{об1} = 0,93$ 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.

г) $w_1 = 28$; $s_{ном} = 0,02$ 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 $w_1 = 24$; обмоточный коэффициент $k_{об1} = 0,96$; номинальное скольжение $s_{ном} = 0,05$; количе-

ство 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) $E_{1\phi} = 246$ В; $E_2 = 5,4$ В; $E_{2s} = 0,27$ В; $f_2 = 2,5$ Гц;
 $n_{ном} = 2850$ об/мин.
- б) $E_{1\phi} = 250$ В; $E_2 = 5,2$ В; $E_{2s} = 0,25$ В; $f_2 = 2,7$ Гц;
 $n_{ном} = 2855$ об/мин.
- в) $E_{1\phi} = 240$ В; $E_2 = 5,6$ В; $E_{2s} = 0,28$ В; $f_2 = 2,3$ Гц;
 $n_{ном} = 2900$ об/мин.
- г) $E_{1\phi} = 242$ В; $E_2 = 5,5$ В; $E_{2s} = 0,30$ В; $f_2 = 3,0$ Гц;
 $n_{ном} = 2840$ 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 $E_{1\phi} = 98$ 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) $\Phi = 0,025$ Вб; $E_2 = 3,5$ В; $E_{2s} = 0,10$ В; $f_2 = 2,2$ Гц;
 $n_{ном} = 1430$ об/мин.
- б) $\Phi = 0,028$ Вб; $E_2 = 3,0$ В; $E_{2s} = 0,12$ В; $f_2 = 2,0$ Гц;
 $n_{ном} = 1440$ об/мин.
- в) $\Phi = 0,030$ Вб; $E_2 = 3,2$ В; $E_{2s} = 0,15$ В; $f_2 = 2,5$ Гц;
 $n_{ном} = 1445$ об/мин.
- г) $\Phi = 0,031$ Вб; $E_2 = 3,3$ В; $E_{2s} = 0,18$ В; $f_2 = 2,7$ Гц;
 $n_{ном} = 1435$ об/мин.

7. Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие параметры: основной магнитный поток $\Phi = 0,025$ Вб; обмоточный коэффициент $k_{об1} = 0,98$; э.д.с. обмотки статора $E_{1\phi} = 110$ 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:

- 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 $E_{1\phi} = 200$ 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 $\Phi = 0,028 \text{ Вб}$; э.д.с. обмотки статора $E_{1\phi} = 120 \text{ В}$; обмоточный коэффициент $k_{обл} = 0,95$; 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 $s_{ном}$; 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.; $E_2 = 3,5 \text{ В}$; $E_{2s} = 0,18 \text{ В}$;
 $n_{ном} = 700 \text{ об/мин}$.
- б) $w_1 = 20$; $s_{ном} = 0,064$ о.е.; $E_2 = 3,0 \text{ В}$; $E_{2s} = 0,20 \text{ В}$;
 $n_{ном} = 702 \text{ об/мин}$.
- в) $w_1 = 21$; $s_{ном} = 0,062$ о.е.; $E_2 = 2,8 \text{ В}$; $E_{2s} = 0,22 \text{ В}$;
 $n_{ном} = 710 \text{ об/мин}$.
- г) $w_1 = 19$; $s_{ном} = 0,060$ о.е.; $E_2 = 3,2 \text{ В}$; $E_{2s} = 0,26 \text{ В}$;
 $n_{ном} = 715 \text{ об/мин}$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Полная система уравнений электромагнитного поля.
2. Основные допущения для практического применения полевых методов.
3. Векторный и скалярный потенциал магнитного поля.
4. Магнитное поле линейного тока.
5. Граничные условия на поверхности раздела двух сред.
6. Аналитические методы решения задач.
7. Энергия магнитного поля, индуктивность, механические силы.
8. Уравнения электромагнитного поля, гармонически изменяющегося во времени.
9. Вытеснение тока в пазу электрической машины.
10. Основные допущения, принимаемые при исследовании электрических машин.
11. Система координатных осей.
12. Система относительных единиц.
13. Приведение обмоток электрических машин.
14. Замена короткозамкнутых обмоток ротора машин переменного тока эквивалентными двухфазными.
15. Дифференциальные уравнения двухобмоточного трансформатора.
16. Дифференциальные уравнения машины постоянного тока.
17. Безреостатный пуск двигателя параллельного возбужде-

ния.

18. Расчёт тока включения трансформатора.

19. Самовозбуждение генератора постоянного тока.

20. Уравнения синхронной явнополюсной машины в фазной системе координат.

21. Уравнения синхронной явнополюсной машины в системе координат

d и q .

22. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора.

23. Переходные процессы в асинхронном двигателе.

24. Коммутация коллекторных машин.

25. Способы улучшения коммутации коллекторных машин.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: 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	Общие положения теории.	ОПК-1, УК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
2	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно неподвижными осями обмоток и полюсов.	ОПК-1, УК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
3	Исследование переходных процессов в электрических машинах с взаимно перемещающимися осями обмоток.	ОПК-1, УК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
4	Исследование устойчивости работы.	ОПК-1, УК-2	Тест, требования к курсовому проекту....

5	Методы расчета статических магнитных полей в электрических машинах.	ОПК-1, УК-2	Тест, требования к курсовому проекту....
6	Методы расчета переменных магнитных полей в электрических машинах.	ОПК-1, УК-2	Тест, требования к курсовому проекту....

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.

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

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.

6. Кононенко К.Е.; Писаревский Ю.В.; Кононенко А.В.; Писаревский А. Ю. Лабораторный практикум по курсу "Электрические машины" учебное пособие / Воронеж. гос. техн. ун-т, каф. электромех. систем и электроснабжения. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2017. - 141 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;
- Elmer FEM solver.

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;>
- Электродвигатели. <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Занятия по дисциплине «Электрические машины» 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)

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 электромеханических преобразователей энергии. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы не предусмотрены.

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.

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

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 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 экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	
3			