

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горно-Алтайский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

## Электрические машины рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **кафедра математики, физики и информатики**

Учебный план 03.03.02\_2023\_613.plx  
03.03.02 Физика  
Альтернативная энергетика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 90

самостоятельная работа 7,2

часов на контроль 8,85

Виды контроля в семестрах:

зачеты с оценкой 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	17			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Лабораторные	36	36	36	36
Практические	18	18	18	18
Консультации (для студента)	1,8	1,8	1,8	1,8
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,15	0,15	0,15	0,15
Итого ауд.	90	90	90	90
Контактная работа	91,95	91,95	91,95	91,95
Сам. работа	7,2	7,2	7,2	7,2
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

К.пед.н., доцент Часовских Н.С.



Рабочая программа дисциплины

**Электрические машины**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 Физика

утвержденного учёным советом вуза от 26.12.2022 протокол № 12.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры  
**кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от 09.03.2023 протокол № 8

И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.



---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	<b>Цели:</b> Целью изучения дисциплины является ознакомление студентов с основами теории и эксплуатационными характеристиками электрических машин и трансформаторов, а также формирования прочной теоретической базы и знаний в области электромеханического и статического преобразования энергии, принципа действия основных видов электрических машин и трансформаторов и особенностей их применения
1.2	<b>Задачи:</b> - изучение основных типов электрических машин, их конструкций, принципа работы, рабочих свойств и характеристик; - умение правильно выбрать тип электрической машины для конкретных условий эксплуатации; - проводить техническое обслуживание электрических машин во время эксплуатации. - иметь представление о перспективных направлениях развития данной отрасли.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Механика
2.1.2	Математика
2.1.3	Теоретические основы электротехники
2.1.4	Магнитные материалы
2.1.5	Молекулярная физика
2.1.6	Основы автоматики и системы автоматического управления
2.1.7	Векторный и тензорный анализ
2.1.8	Математический анализ
2.1.9	Дифференциальные уравнения
2.1.10	Технология материалов и электромонтаж
2.1.11	Электричество и магнетизм
2.1.12	Основы электротехники
2.1.13	Основы физического эксперимента
2.1.14	Элементарная физика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Альтернативная энергетика
2.2.2	Электромагнитная экология и электромагнитная совместимость

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-1: Способен проводить исследования в области альтернативной энергетики</b>	
<b>ИД-1.ПК-1: Знает устройство и принцип действия электротехнических устройств и систем альтернативной энергетики</b>	
Знает устройство и принципы действия электрических машин и трансформаторов	
<b>ИД-2.ПК-1: Способен проводить измерения параметров электротехнических устройств и энергетических систем, внедрять современные методы и средства измерения автоматизированного контрольно-измерительного оборудования, информационно-измерительных систем и комплексов эталонов</b>	
Способен проводить измерения параметров электрических машин и трансформаторов	
<b>ПК-2: Способен разрабатывать проекты в области альтернативной энергетики и реализовывать их</b>	
<b>ИД-1.ПК-2: Осуществляет сбор и анализ данных для проектирования объектов в профессиональной деятельности</b>	
Имеет представление об областях применения различных электрических машин и трансформаторов	
<b>ПК-3: Способен преподавать физико-технические дисциплины в общеобразовательных организациях с использованием технологий, отражающих специфику предметной области</b>	
<b>ИД-1.ПК-3: Обладает фундаментальными знаниями по физико-математическим и техническим дисциплинам</b>	
Знает устройство и принципы действия электрических машин и трансформаторов	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте пакт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Магнитные цепи</b>						
1.1	Магнитные цепи. Свойства ферромагнетиков /Лек/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
	<b>Раздел 2. Трансформаторы</b>						
2.1	Устройство и принцип действия трансформатора. Трансформаторная ЭДС. Магнитопроводы. Виды обмоток. Основные уравнения трансформатора. Схема замещения.	6	3	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	2	
2.2	Опыты холостого хода и короткого замыкания. Внешняя характеристика. Потери в трансформаторе. КПД трансформатора. Параллельная работа трансформаторов. /Лек/	6	3	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
2.3	Повторение материала лекций /Ср/	6	1	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
2.4	Расчет трансформатора малой мощности /Пр/	6	6	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	Вопросы к лабораторным работам,
2.5	Подготовка к защите лабораторных работ /Ср/	6	1	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
2.6	Исследование однофазного трансформатора /Лаб/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	Вопросы к лабораторным работам,
2.7	Трехфазные трансформаторы. Группы и схемы соединений. /Лек/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
2.8	Исследование трехфазного трансформатора /Лаб/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	Вопросы к лабораторным работам,
2.9	Параллельная работа трансформаторов /Лаб/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1		0	Вопросы к лабораторным работам,
	<b>Раздел 3. Асинхронные машины</b>						
3.1	Устройство асинхронной машины. Создание вращающегося магнитного поля. Скольжение. Основные уравнения. Схема замещения. Электромагнитный вращающий момент АМ. Режимы работы. /Лек/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
3.2	Способы пуска АД. Регулирование частоты вращения АД. /Лек/	6	2	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
3.3	Повторение материала лекции /Ср/	6	0,2	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
3.4	Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором /Лаб/	6	6	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	Вопросы к лабораторным работам,

3.5	Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/	6	1	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
3.6	Асинхронный двигатель. /Пр/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1		0	вопросы к экзамену, качественные
<b>Раздел 4. Машины постоянного тока</b>							
4.1	Устройство и принцип действия МПТ. Основные уравнения, ЭДС, электромагнитный момент МПТ. Реакция якоря. /Лек/	6	2	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
4.2	Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов параллельного возбуждения. Основные характеристики генераторов /Лек/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
4.3	Повторение материала лекций /Ср/	6	1	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
4.4	Исследование генераторов постоянного тока независимого и параллельного возбуждения /Лаб/	6	6	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	Вопросы к лабораторным работам,
4.5	Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/	6	1	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
4.6	Скоростная, механическая, моментная характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Режимы работы ДПТ: двигательный, генераторный, торможения противовключением, динамического торможения. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока. /Лек/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
4.7	Исследование электродвигателя постоянного тока параллельного возбуждения /Лаб/	6	6	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	Вопросы к лабораторным работам,
4.8	Машина постоянного тока /Пр/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1		0	вопросы к экзамену, качественные
<b>Раздел 5. Синхронные машины</b>							
5.1	Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Возбуждение СМ: независимое, вентильное (с самовозбуждением, независимое, бесщеточное). Магнитное поле обмотки возбуждения. Продольная и поперечная реакция якоря. Основные уравнения СМ. Векторные диаграммы токов, потоков, ЭДС и напряжения явнополюсного синхронного генератора /Лек/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
5.2	Характеристики синхронного генератора. Отношение короткого замыкания. Параллельная работа синхронных генераторов. Синхронизация генераторов, методы синхронизации. Синхронные режимы параллельной работы СМ (компенсатор, генератор, двигатель). Угловая характеристика активной мощности СМ. /Лек/	6	2	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
5.3	Повторение материала лекции /Ср/	6	1	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	

5.4	Исследование трехфазного синхронного генератора /Лаб/	6	6	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	Вопросы к лабораторным работам,
5.5	Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/	6	1	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1	0	
5.6	Синхронная машина /Пр/	6	4	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1		0	вопросы к экзамену, качественные
<b>Раздел 6. Консультации</b>							
6.1	Консультация по дисциплине /Конс/	6	1,8	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1		0	
<b>Раздел 7. Промежуточная аттестация (зачёт)</b>							
7.1	Подготовка к зачёту /ЗачётСОц/	6	8,85	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1		0	
7.2	Контактная работа /КСРАТТ/	6	0,15	ИД-1.ПК-2 ИД-1.ПК-3 ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1		0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Пояснительная записка

1. Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Электрические машины».

2. Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме вопросов к лабораторным работам, тестов, качественных задач и тем рефератов.

### 5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд тестовых заданий для прохождения входного и текущего контроля по предмету «Электрические машины».

1 Условия параллельной работы трансформатора.

- А. Равенство вторичных напряжений и частот.
- В. Находится в одном помещении и быть различной мощности.
- С. Вторичные напряжения равны, принадлежат к одной группе, одинаковые  $U_{хх}$ .
- Д. Вторичные напряжения равны, принадлежат к одной группе, одинаковые  $U_{хх}$ .
- Е. Одинаковые  $U_{хх}$ , равные по мощности.

2- Тест. Назначение электромашинного усилителя.

- А. Для увеличения мощности двигателя.
- В. Для усиления электрических сигналов.
- С. Для улучшения режима работы сети.
- Д. Для повышения  $\cos \phi$ .
- Е. Для увеличения скорости двигателя.

3 Способы регулировки тока в сварочных трансформаторах.

- А. Изменением первичного напряжения.
- В. Изменением числа витков вторичной обмотки.

С. Изменением активного сопротивления.

Д. Изменением индуктивного сопротивления.

Е. Изменением ёмкостного сопротивления.

4 Тест. Может ли ротор асинхронного двигателя вращаться синхронно с магнитным полем статора.

А. Может.

В. Не может.

С. Может, без нагрузки.

Д. Может при низких оборотах.

Е. Может при низких частотах.

5 От чего зависит КПД электрической машины?

А. От первичного напряжения.

В. От величины потерь в стали и меди.

С. От величины скольжения.

Д. От скорости вращения.

Е. От направления вращения.

6 Как осуществить подключение трехфазного двигателя в однофазную цепь?

А. Перемоткой обмотки.

В. Включением конденсаторов.

С. Снижением напряжения.

Д. Изменением частоты.

Е. Увеличением тока.

7 Условия параллельной работы синхронных генераторов?

ЭДС генератора в момент подключения должно равняться и быть противоположной по фазе ЭДС цепи.

Частота ЭДС генератора равна частоте ЭДС сети.

Порядок следования фаз генератора и сети должен быть одинаковым.

Соблюдение всех перечисленных условий.

Совпадать количество фаз.

8 Для чего служит коллектор в машинах постоянного тока? Для крепления обмоток ротора.

Для выпрямления переменного тока.

Для контакта со щеточным механизмом.

Для соединения роторной и статорной обмотки.

Для центровки якоря.

9 Сколько способов возбуждения машины постоянного тока Вы знаете?

Один.

Пять.

Три.

Четыре.

Два.

10 Тест. Чем отличается генератор постоянного тока от двигателя постоянного тока? Внешним видом

Отсутствием коллектора.

Обмотками ротора.



Двигатель не имеет дополнительных полюсов.

11 В чем особенность пуска двигателя постоянного тока. В роторную цепь необходимо включить добавочное сопротивление.

Напряжение его постоянно повышается.

Двигатель предварительно необходимо привести в движение.

На время пуска отключить щёточный механизм.

На время пуска отключить обмотку возбуждения.

12 Назначение тахогенератора постоянного тока. Для генерирования ЭДС малой величины.

Для измерения электрических сигналов.

Для измерения частоты вращения по величине выходного напряжения.

Для измерения параметров двигателей.

Для генерирования переменного тока.

13 Сколько режимов работы электрических машин вы знаете?

А. Один.

В. Два.

С. Три.

Д. Четыре.

Е. Пять.

14 Область применения трансформатора

А. Для измерения мощности.

В. Для изменения мощности.

С. Для изменения напряжения.

Д. Для изменения напряжения с сохранением частот.

Е. Для изменения частот.

15 Чем отличается трансформатор от автотрансформатора?

А. Количеством обмоток.

В. Отсутствием электрической связи между обмотками.

С. Толщиной листов магнитопровода.

Д. Магнитным потоком.

Е. Частотой.

16 Сколько стержней имеет трехфазный трансформатор?

А. Один.

В. Два.

С. Три.

Д. Четыре.

Е. Пять.

17 Какое влияние оказывает реакция якоря на работу синхронной машины?

А. Ухудшает свойства машины.

В. Не оказывает влияние.

C. Улучшает качества машины.

D. Ведет к перегреву.

E. Увеличивает обороты.

18 Назначение синхронного компенсатора

A. Для потреблений реактивной мощности.

B. Для компенсации активной мощности.

C. Для генерирования реактивной мощности.

D. Для повышения напряжения в сети.

E. Для генерирования активной мощности.

19. Сколько типов обмоток применяется в машинах постоянного тока

A. Один

B. Два

C. Три.

D. Четыре.

E. Пять.

20 Что такое обратимость машин постоянного тока?

A. Может вращаться в любую сторону.

B. Может работать на любом токе.

C. Может работать как генераторном, так и в двигательном режиме.

D. Может работать на любом напряжении.

E. Может работать на любой мощности.

21 Сколько существует режимов работы асинхронной машины?

A. Один

B. Два

C. Три.

D. Четыре.

E. Пять.

Тест - 22 Диапазон изменения скольжения асинхронной машины?

A. От  $-\infty$  до 0.

B. От 0 до  $+\infty$ .

C. От 0 до 1.

D. От  $-\infty$  до 0.

E. От  $-\infty$  до  $+\infty$ .

A. Один

B. Два

C. Три.

D. Четыре.

E. Пять.

24 Какую зависимость устанавливает внешняя характеристика трансформатора?

A.  $U_2=f(I_2)$ .

B.  $U_1=f(I_1)$ .

C.  $I_2=f(I_2)$ .

D.  $U_1=f(U_2)$ .

E.  $U_2=f(U_1)$ .

25 Какую зависимость устанавливает скоростная характеристика асинхронного двигателя?

A. Тока статора от полезной мощности.

B. Скорости вращения от скольжения.

C. Тока ротора от полезной мощности.

D. Скорости вращения от полезной мощности.

E. Напряжения от мощности.

26 Какими параметрами определяются пусковые свойства двигателя

A. Значением пускового тока и момента.

B. Значением номинального тока и момента.

C. Скольжением и скоростью вращения.

D. КПД и  $\cos \phi$ .

E. Значением номинального тока и мощности.

27 Как можно изменить скорость вращения асинхронного двигателя с фазным ротором?

A. Изменением напряжения.

B. Изменением частоты тока.

C. Изменением давления на контактные кольца.

D. Изменением сопротивления в цепи ротора.

E. Изменением направления тока.

28 Что составляет активную часть трансформатора?

A. Магнитопровод и обмотки.

B. Вводное устройство.

C. Первичная обмотка.

D. И.

Е. Корпус.

29 Сколько существует групп соединения обмоток трехфазных трансформаторов?

А. Три.

В. Шесть.

С. Девять.

Д. Двенадцать.

Е. Пятнадцать.

30 В режиме холостого хода чему равен ток в первичной обмотке трансформатора?

А. Номинальному.

В. 50% от номинального.

С. 2-3% от номинального.

Д. Ток отсутствует.

Е. Току во вторичной обмотке.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студентам, если отвечено на 95-100% вопросов;
- оценка «хорошо» выставляется студентам, если отвечено на 75-90% вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, если отвечено на 60% вопросов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, если отвечено менее 60% вопросов;

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля 2

1. Магнитные цепи. Закон полного тока. МДС. Магнитное напряжение. Магнитный поток. Магнитное сопротивление.
2. Свойства ферромагнитных материалов. Кривая начального намагничивания. Петля гистерезиса. Коэрцитивная сила. Остаточная индукция. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Магнитная проницаемость.
3. Силовые трансформаторы. Устройство и принцип действия. Трансформаторная ЭДС. Коэффициент трансформации. Виды магнитопроводов. Типы обмоток.
4. Основные уравнения трансформатора. Схемы замещения двухобмоточного трансформатора (Т-образная, Г-образная). Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной, активно-емкостной).
5. Опыт холостого хода трансформатора
6. Опыт короткого замыкания трансформатора
7. Внешняя характеристика
8. Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки. Условие максимума КПД.
9. Трехфазные трансформаторы
10. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
11. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения и распределения нагрузки между трансформаторами при параллельной работе.
12. Устройство и принцип действия асинхронных двигателей.
13. Трехфазные обмотки асинхронных двигателей. Вращающееся магнитное поле.
14. Обмотки асинхронных двигателей.
15. Уравнения напряжений асинхронного двигателя. Уравнения магнитодвижущих сил и токов асинхронного двигателя
16. Опыт холостого хода для асинхронной машины
17. Опыт короткого замыкания для асинхронной машины
18. Схема замещения асинхронного двигателя. Приведение параметров обмотки ротора. Векторная диаграмма асинхронного двигателя
19. Энергетическая диаграмма активной и реактивной мощности асинхронной машины
20. Вращающий момент асинхронной машины
21. Устойчивость работы асинхронной машины. Критическое скольжение
22. Режимы работы асинхронной машины: двигатель, генератор, электромагнитный тормоз.
23. Способы пуска асинхронных двигателей.
24. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя
25. Устройство и принцип действия машины постоянного тока
26. Якорные обмотки машины постоянного тока
27. Магнитная цепь машины постоянного тока
28. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке

29. Коммутация в машине постоянного тока
30. Электродвижущая сила обмотки якоря
31. Электромагнитный момент машины постоянного тока
32. Пуск двигателей постоянного тока
33. Регулирование частоты вращения и устойчивость работы двигателей постоянного тока
34. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока
35. Генераторы постоянного тока
36. Устройство и принцип действия синхронной машины
37. Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины
38. Продольная и поперечная реакция якоря
39. Векторная диаграмма напряжений синхронного генератора
40. Характеристики синхронного генератора: холостого и хода, трехфазного короткого замыкания, внешняя, регулировочная

#### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студентам, если отвечено на 95-100% вопросов;
- оценка «хорошо» выставляется студентам, если отвечено на 75-90% вопросов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, если отвечено на 60% вопросов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, если отвечено менее 60% вопросов;

#### Контрольные вопросы к лабораторным работам

##### Лабораторная работа 1. Исследование однофазного трансформатора

1. Устройство и принцип действия трансформатора. Формула трансформаторной ЭДС. Как меняется магнитный поток при изменении нагрузки трансформатора? Магнитодвижущая сила обмоток трансформатора. Какая обмотка обладает большим сопротивлением в понижающем трансформаторе?
2. Уравнения напряжений для первичной и вторичной обмотки. Векторная диаграмма
3. Электрическая схема замещения трансформатора. Приведённые напряжения, ток и сопротивление вторичной обмотки.
4. Опыт холостого хода. На что расходуется активная и реактивная мощность в опыте холостого хода? Почему при опыте холостого хода можно пренебречь потерями в обмотках? Какие параметры схемы замещения определяются по результатам опыта холостого хода?
5. Опыт короткого замыкания. На что расходуется активная и реактивная мощность в опыте короткого замыкания? Почему при данном опыте можно пренебречь потерями в магнитопроводе? Какие параметры схемы замещения определяются по результатам опыта короткого замыкания?
6. Внешняя характеристика трансформатора при индуктивной, активной и емкостной нагрузке.
7. Потери в трансформаторе. КПД трансформатора. Оптимальный коэффициент нагрузки.

##### Лабораторная работа 2. Параллельная работа трансформаторов

1. Условия параллельной работы трансформаторов
2. Последствия неравенства коэффициента трансформации
3. Последствия несовпадения групп соединений
4. Последствия неравенства сопротивлений короткого замыкания

##### Лабораторная работа 3. Группы соединений

1. Трёхфазный ток. Мощность трёхфазного тока. Фазные и линейные напряжения и токи.
2. Соединение треугольником.
3. Соединение звездой.
4. Соединение зигзагом.
5. Группы соединений.

##### Лабораторная работа 4. Исследование трехфазного трансформатора

1. Симметричная нагрузка. Токи и напряжения при симметричной нагрузке при наличии и отсутствии нулевого провода
2. Несимметричная нагрузка. Токи и напряжения при несимметричной нагрузке при наличии и отсутствии нулевого провода
3. Обрыв фазы при наличии и отсутствии нулевого провода
4. Короткое замыкание при наличии и отсутствии нулевого провода

##### Лабораторная работа 5. Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором

1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Вращающееся магнитное поле. Скольжение
2. Электродвижущая сила обмоток переменного тока. Уравнения напряжений для обмоток асинхронного двигателя.
3. Уравнения МДС асинхронного двигателя
4. Схема замещения асинхронного двигателя. Приведённые напряжение, ток и сопротивление ротора.
5. Баланс мощностей в асинхронной машине. КПД двигателя.
6. Момент асинхронной машины и его зависимость от скольжения. Двигательный, генераторный и тормозной режимы. Критическое скольжение.

##### Лабораторная работа 6. Асинхронный двигатель с фазным ротором

1. Конструктивные особенности асинхронного двигателя с фазным ротором. Его достоинства и недостатки по сравнению с двигателем с короткозамкнутым ротором
2. Методы пуска асинхронного двигателя.
3. Методы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя

#### Лабораторная работа 7. Синхронный генератор

1. Основные особенности конструкции синхронного генератора, его назначение и принцип действия
2. Поперечная и продольная реакция якоря.
3. Векторная диаграмма напряжений и токов синхронного генератора. Как она меняется при изменении нагрузки с активной на реактивную?
4. Опыт холостого хода
5. Опыт короткого замыкания
6. Нагрузочная индукционная характеристика
7. Внешняя характеристика синхронного генератора
8. Регулировочная характеристика

#### Лабораторная работа 8. Двигатель постоянного тока

1. Устройство и принцип действия машины постоянного тока
2. Магнитная цепь машины постоянного тока на холостом ходу. Магнитная характеристика машины.
3. Поперечная и продольная реакция якоря машины при нагрузке. Компенсационные обмотки
4. Коммутация. Способы улучшения коммутации
5. ЭДС якоря.
6. Электромагнитный момент машины
7. Энергетическая диаграмма двигателя, уравнение моментов для него, уравнение напряжений и токов.
8. Регулирование частоты вращения двигателя
9. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока

#### Лабораторная работа 9. Генератор постоянного тока

1. Генераторный режим работы. Классификация генераторов.
2. Энергетическая диаграмма генератора
3. Уравнение вращающих моментов
4. Уравнение ЭДС и напряжений генератора.
5. Самовозбуждение генератора постоянного тока параллельного возбуждения
6. Характеристики генераторов: холостого хода, внешняя, регулировочная, нагрузочная, короткого замыкания

#### Качественные задачи к экзамену

##### Вариант 1

1. На рисунке показаны графики двух переменных токов. Каким параметром они отличаются (амплитудой, фазой, частотой)?
2. Трансформатор 380В/6000В имеет на первичной обмотке 1140 витков. Определите количество витков на вторичной обмотке. В какой обмотке ток в номинальном режиме будет больше? В какой обмотке можно применять провод меньшего сечения?
3. На какой угол поворачивается магнитное поле статора асинхронного двигателя с двухполюсной обмоткой за период? С четырехполюсной?
4. Как зависит вращающий момент асинхронного двигателя от магнитного потока? Почему ротор двигателя делают из электротехнической стали?
5. Частота вращения вала генератора постоянного тока увеличилась в два раза. Во сколько раз изменилась ЭДС генератора?

##### Вариант 2

1. На рисунке показаны графики двух переменных токов. Определите сдвиг фазы между ними
2. Трансформатор 380В/10000В имеет на вторичной обмотке 10000 витков. Определите количество витков на первичной обмотке. В какой обмотке ток в номинальном режиме будет больше? В какой обмотке можно применять провод меньшего сечения?
3. Как меняется скольжение в асинхронном двигателе при увеличении нагрузки? Какое значение имеет скольжение при старте двигателя? Какой диапазон значений скольжения соответствует режиму генератора?
4. Как зависит ЭДС генератора постоянного тока от частоты вращения? От магнитного потока?
5. Ток якоря увеличился в два раза. Во сколько раз изменился вращающий момент двигателя постоянного тока?

##### Вариант 3

1. На рисунке показаны графики двух переменных токов. Каким параметром они отличаются (амплитудой, фазой, частотой)?
2. Как меняется напряжение на выходе трансформатора при увеличении тока через нагрузку?
3. Как меняется реактивное сопротивление ротора при пуске асинхронного двигателя?

4. Питающее напряжение упало в 1.4 раза. Во сколько раз уменьшится максимальный момент асинхронного двигателя?
5. Как зависит вращающий момент двигателя постоянного тока от магнитного потока обмотки возбуждения? От тока якоря?

## Вариант 4

1. Изобразите графики двух переменных токов, отличающихся амплитудой
2. Напряжение короткого замыкания трансформатора равно 5%, а его номинальное напряжение для вторичной обмотки 10кВ. Определите напряжение при холостом ходе на вторичной обмотке.
3. Как меняется ЭДС в статоре от количества витков в обмотках?
4. Почему пуск мощных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором осуществляется при пониженных напряжениях?
5. Как меняется угол между физической и геометрической нейтралью при увеличении тока якоря?

## Вариант 5

1. На рисунке изображены графики двух переменных токов. Чем они отличаются?
2. Как меняется индуктивность рассеяния трансформатора с увеличением числа слоев обмотки? Как она зависит от толщины изоляции проводов? Ответ поясните.
3. Как известно, в асинхронных двигателях часто применяется двуслойная обмотка статора. У какой из активных сторон катушки больше индуктивность рассеяния: внешней или внутренней?
4. Как меняется сдвиг фазы между током в роторе и ЭДС индукции с увеличением скольжения?
5. Магнитный поток обмотки возбуждения увеличился в два раза. Во сколько раз изменился вращающий момент двигателя постоянного тока?

## Вариант 6

1. На графике показаны зависимости тока (1) и напряжения (2) от времени в цепи переменного тока? Определите сдвиг фазы между ними. Рассчитайте активную и реактивную мощность, если амплитуда тока 1А, а напряжения 310 В.
2. У какого трансформатора индуктивность рассеяния выше (при равном количестве витков): с однослойной или двуслойной обмоткой? Ответ поясните.
3. Как влияет длина лобовых (неактивных) сторон катушек статора на индуктивность рассеяния?
4. Как зависит вращающий момент асинхронного двигателя от магнитного потока? Почему ротор двигателя делают из электротехнической стали?
5. Как зависит ЭДС генератора постоянного тока от количества пар полюсов обмотки возбуждения? От числа проводников обмотки якоря?

## Вариант 7

1. На графике показаны зависимости тока (1) и напряжения (2) от времени в цепи переменного тока? Определите сдвиг фазы между ними. Рассчитайте активную и реактивную мощность, если амплитуда тока 1А, а напряжения 310 В.
2. Известно, что при применении в магнитопроводе трансформатора пластин толщиной 0.5 мм потери трансформатора в режиме холостого хода возрастают на 30-40% по сравнению со случаем применения пластин толщиной 0.35 мм. Объясните этот эффект.
3. Как влияет ширина зазора между ротором и статором асинхронного двигателя на магнитный поток вращающегося магнитного поля?
4. Как меняется критическое скольжение при увеличении сопротивления в цепи фазного ротора? Ответ поясните.
5. Как зависит вращающий момент двигателя постоянного тока от количества пар полюсов обмотки возбуждения? От числа проводников обмотки якоря?

## Вариант 8

1. Изобразите векторную диаграмму для двух токов с одинаковой частотой и амплитудой, отличающихся по фазе на 90 градусов.
2. Напряжение короткого замыкания трансформатора равно 5%, а его номинальное напряжение для вторичной обмотки 10кВ. Определите напряжение при холостом ходе на вторичной обмотке.
3. Как меняется ЭДС в роторе при увеличении скольжения?
4. Как зависит вращающий момент асинхронного двигателя от тока ротора? Как меняется этот ток с увеличением скольжения?

5. Мощность двигателя постоянного тока увеличилась в два раза при постоянной частоте вращения якоря. Как изменился вращающий момент двигателя?

Вариант 9

1. Изобразите векторную диаграмму для двух токов с одинаковой частотой и амплитудой, отличающихся по фазе на 180 градусов.
2. Как меняется активное и полное сопротивление короткого замыкания трансформатора с увеличением температуры?
3. Как меняется ЭДС в роторе при увеличении магнитного потока в два раза? С какой целью ротор изготавливают из электротехнической стали?
4. Как зависит вращающий момент асинхронного двигателя от коэффициента нагрузки  $\cos\phi$ . Как меняется этот коэффициент с увеличением скольжения?
5. Как меняется скорость вращения якоря при увеличении магнитного потока обмотки возбуждения, если напряжение, приложенное к якорю, остаётся постоянным?

Вариант 10

1. Изобразите векторную диаграмму для тока и напряжения равной частоты, если сдвиг фазы между ними 45 градусов. Рассчитайте активную и реактивную мощность, если амплитуда тока 1А, а напряжения 310 В.
2. Как меняется напряжение на выходе трансформатора при увеличении тока через нагрузку?
3. Как меняется активное сопротивление нагрузки в схеме замещения асинхронного двигателя с уменьшением скольжения?
4. Почему пуск мощных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором осуществляется при пониженных напряжениях?
5. Как меняется скорость вращения якоря при увеличении сопротивления в цепи якоря, если напряжение, приложенное к якорю, остаётся постоянным?

Курсовая работа: Рассчитать однофазный трансформатор малой мощности на сердечнике из электротехнической стали 1511 Ш-образной формы. Толщина пластин 0.5 мм (другие параметры пластин см. ГОСТ 20249-80). Частота 50 Гц, номинальное напряжение на первичной обмотке 220 В. Индукция в сердечнике 1 Тл, напряженность поля 200 А/м, удельные потери в стали 1.2 Вт/кг. Плотность тока в обмотках не выше 2.5 А/мм<sup>2</sup>, коэффициент заполнения сердечника сталью 0.94, коэффициент заполнения окна медью 0.3. Плотность стали 7800 кг/куб.м. Прочие параметры смотри согласно номеру варианта (задаются номинальная мощность и номинальные напряжения на первичной и вторичной обмотке). Определить сечение магнитопровода, число витков в первичной и вторичной обмотках, их номинальные токи, и площади поперечного сечения медных проводов обмоток (согласно ГОСТ 26615-85), сопротивление короткого замыкания, активную и реактивную части тока холостого хода, угол потерь в стали. Приняв, что индуктивное сопротивление первичной обмотки в три раза меньше её активного сопротивления, построить векторную диаграмму трансформатора в режиме холостого хода. Рассчитать внешнюю характеристику и зависимость КПД от коэффициента нагрузки.

### 5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Темы рефератов по разделам

Трансформаторы:

- 1  
Трансформаторы напряжения. Устройство и принцип действия. Применение в технике.
  - 2  
Автотрансформатор. Устройство и принцип работы. Характеристики и область применения.
  - 3  
Особенности работы трансформаторов, питающих сварочные и вентиляльные устройства.
  - 4  
Схемы и группы соединения обмоток 3-х фазных трансформаторов
- Асинхронные машины
- 1  
Устройство и конструктивные параметры обмоток машин переменного тока.
  - 2  
Устройство короткозамкнутого ротора и физические процессы в его обмотке при различных скоростях вращения.
  - 3



Ступенчатый пуск с использованием переключения обмоток статора, добавочных резисторов в цепях статора и ротора, дросселей и автотрансформаторов.

4

Способы регулирования частоты вращения и характеристики АД.

5

Устройство, принцип действия, характеристики и области применения однофазных АД.

6

Устройство, принцип действия, характеристики и области применения двухфазных АД.

Синхронные машины

1

Конструкции синхронных машин (СМ).

2

Реакция якоря и её влияние на характеристики СМ.

3

Синхронный генератор. Принцип действия. Характеристика холостого хода.

4

Вопросы пуска СД. Условие самозапуска.

5

Устройство, принцип действия и характеристики реактивных СД.

6

Устройство, принцип действия и характеристики гистерезисных СД.

7

Устройство, принцип действия и характеристики шаговых СД.

Коллекторные двигатели

1

Устройство и принцип действия двигателей постоянного тока (ДПТ).

2

Реакция якоря ДПТ. Влияние на характеристики двигателя. Способы компенсации.

3

Коммутация. Основные процессы при коммутации. Влияние на работу ДПТ.

Способы улучшения.

4

Пуск в ход ДПТ.

5

Достоинства и недостатки ДПТ. Особенности эксплуатации и ограничения.

6

Исполнительные двигатели постоянного тока. Особенности конструкции, способы управления, механические и регулировочные характеристики.

7

Вентильные двигатели. Устройство, принцип действия, характеристики и области применения.

8

Коллекторные двигатели переменного тока. Устройство, принцип действия, характеристики и области применения.

Критерии оценки:

– «Зачтено», повышенный уровень: работа сдана в указанные сроки, обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему, логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, раскрыта тема реферата, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению.

«Зачтено», пороговый уровень: основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочеты, например, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, объем реферата выдержан более чем на 50%, имеются упущения в оформлении.

«Не зачтено», уровень не сформирован: тема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

#### 5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету с оценкой

1. Устройство и принцип действия асинхронных двигателей.

2. Трехфазные обмотки асинхронных двигателей. Вращающееся магнитное поле.

3. Обмотки асинхронных двигателей.

4. Уравнения напряжений асинхронного двигателя

5. Уравнения магнитодвижущих сил и токов асинхронного двигателя

6. Опыт холостого хода для асинхронной машины

7. Опыт короткого замыкания для асинхронной машины
8. Схема замещения асинхронного двигателя. Приведение параметров обмотки ротора. Векторная диаграмма асинхронного двигателя
9. Энергетическая диаграмма активной и реактивной мощности асинхронной машины
10. Вращающий момент асинхронной машины
11. Устойчивость работы асинхронной машины. Критическое скольжение
12. Режимы работы асинхронной машины: двигатель, генератор, электромагнитный тормоз.
13. Способы пуска асинхронных двигателей.
14. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя
15. Устройство и принцип действия машины постоянного тока
16. Якорные обмотки машины постоянного тока
17. Магнитная цепь машины постоянного тока
18. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке
19. Коммутация в машине постоянного тока
20. Электродвижущая сила обмотки якоря
21. Электромагнитный момент машины постоянного тока
22. Пуск двигателей постоянного тока
23. Регулирование частоты вращения и устойчивость работы двигателей постоянного тока
24. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока
25. Генераторы постоянного тока
26. Устройство и принцип действия синхронной машины
27. Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины
28. Продольная и поперечная реакция якоря
29. Векторная диаграмма напряжений синхронного генератора
30. Характеристики синхронного генератора: холостого и хода, трехфазного короткого замыкания, внешняя, регулировочная

Критерии оценки: Один билет содержит один теоретический вопрос и один вариант качественных задач. Каждая качественная задача оценивается в три балла, ответ на теоретический вопрос – в 10 баллов, итого 25 баллов за экзамен. При этом учитываются также результаты работы в семестре: баллы, заработанные при защите лабораторных работ, суммируются с баллами за экзамен.

- оценка «отлично» выставляется, если студент набрал 80% от максимума баллов и более;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент набрал от 60% до 80% баллов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент набрал от 40% до 60 % баллов;

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Игнатович В.М., Ройз Ш.С.	Электрические машины и трансформаторы: учебное пособие	Томск: Томский политехнический университет, 2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/34738">http://www.iprbookshop.ru/34738</a>
Л1.2	Игнатович В.М., Ройз Ш.С.	Электрические машины и трансформаторы: учебное пособие для академического бакалавриата	Москва: Юрайт, 2016	

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Вяльцев Г.Б., Приступ А.Г., Шевченко [идр.] А.Ф., Шевченко А.Ф.	Электрические машины: методические указания к лабораторным работам	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/45194.html">http://www.iprbookshop.ru/45194.html</a>

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	MS Office
6.3.1.2	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ
6.3.1.3	MS WINDOWS
6.3.1.4	NVDA

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Электронно-библиотечная система IPRbooks
6.3.2.2	База данных «Электронная библиотека Горно-Алтайского государственного университета»

**7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

	метод проектов	
	проблемная лекция	
	дискуссия	

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
113 Б1	Лаборатория электротехники. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Типовой комплекс учебного оборудования «Основы электроники» ОЭ-НР. Компьютер Р-100. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя, ученическая доска
209 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Маркерная ученическая доска, экран, мультимедиапроектор, компьютеры с доступом в Интернет
103 Б1	Лаборатория электрических машин и электропривода. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Оборудование: Типовой комплект учебного оборудования "Персональный компьютер" ПК-02, Типовой комплект учебного оборудования "Промыш. датчики механ. велин" ПД-МВ-МР, Типовой комплект учебного оборудования "Промыш. датчики технологической информации" ПД-МВ-МР, Типовой комплект учебного оборудования "Электрические аппараты", ТКУО "Электрические машины и электропривод" ЭМиЭП-СК с ПК монитор PHILIPS

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Самостоятельная работа студентов организуется преподавателем через подготовку к лекциям и лабораторным занятиям, систематический контроль знаний студентов на занятиях.

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время. При выполнении плана самостоятельной работы студенту необходимо прочитать теоретический материал не только в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, но и познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Все виды самостоятельной работы и планируемые на их выполнение затраты времени в часах исходят из того, что студент достаточно активно работал в аудитории, слушая лекции и изучая материал на практических занятиях. По всем недостаточно понятным вопросам он своевременно получил информацию на консультациях.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

Подготовка к лекциям.

Посещение лекций является обязательным, кроме случаев, связанных с уважительными причинами (болезнь, разрешение деканата, пр.). Если лекция пропущена по неуважительной причине, то студент обязан ее восстановить и пройти собеседование с преподавателем. Это собеседование организуется во время еженедельной консультации.

В случае пропуска лекций и практических занятий студенту потребуется сверхнормативное время на освоение пропущенного материала.

Для закрепления материала лекций достаточно, перелистывая конспект или читая его, мысленно восстановить прослушанный материал.

Для качественного освоения дисциплины студент обязан посещать лекции. Лекционный материал выдается последовательно, поэтому рекомендуется перед каждой новой лекцией познакомиться с материалом предыдущей лекции.

Подготовка к лабораторным занятиям.

Курс лабораторных занятий по дисциплине разбит по темам.

Перед началом лабораторного занятия необходимо тщательно изучить описание работы и подробно ознакомиться с работой используемых приборов. При изучении описания лабораторной работы студент пользуется методическими

указаниями, лекциями и литературой из рекомендованного списка (это можно сделать дома). Затем студент сдает допуск к лабораторной работе, то есть должен ответить на все вопросы преподавателя по теоретическому описанию, по оборудованию, по схемам экспериментов, а также представить заготовку отчета, содержащую название работы, её цель, схемы опытов, рабочие формулы и незаполненные таблицы измерений. Если студент не сдал допуск, то он отправляется на дополнительную подготовку. Только после сдачи допуска студент имеет право приступить к выполнению работы.

Далее студент приступает к выполнению лабораторной работы. Вначале он выполняет подготовку оборудования, собирает схемы. Собранную схему необходимо показать лаборанту или преподавателю для проверки правильности сборки. Затем студент снимает данные, которые заносятся в отчёт, после чего они обрабатываются, строятся графики. Делается вывод, сдаётся оформленный отчёт.

На последнем этапе студент проходит защиту своей работы, где отвечает на контрольные вопросы, обосновывает справедливость своих выводов, проверяется правильность оформления отчёта. При выполнении работы следует строго придерживаться техники безопасности.

Выполнение ВСЕХ лабораторных работ является одним из главных условий получением допуска к экзамену.

Подготовка к экзамену.

Для проверки теоретических знаний по дисциплине организуется экзамен.

Для качественной подготовки к экзамену студенту необходимо выучить теоретический материал по вопросам, составленным преподавателем. Вопросы можно найти в рабочей программе. При подготовке к экзамену студенту достаточно использовать качественно записанный лекционный материал и материалы практических занятий, а также рекомендованную преподавателем литературу, список которой можно найти в рабочей программе к дисциплине. Можно также перед сдачей коллоквиума проконсультироваться у преподавателя.

Сдача экзамена назначается на время, определенное деканатом. В это время студент получает билет и после подготовки (не менее часа) отвечает на него. При этом преподаватель имеет право на дополнительные вопросы, как по обсуждаемой теме, так и по всему списку вопросов. По результату собеседования студент получает оценку. Если экзамен сдан неудовлетворительно, то деканатом студенту предоставляется возможность для пересдачи.