

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

В.А. Небольсин

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Основы технологии силовой электроники»

Направление подготовки (специальность) 11.03.03 – Конструирования и технология электронных средств

Профиль (специализация) Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2022 г.

Автор программы

/Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры

/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

/Пирогов А.А./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области силовой электроники, необходимые для изучения последующих профессиональных дисциплин, связанных с электроприводом и автоматизацией технологических процессов и производств

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение технологических процессов проектирования систем построенных на базе силовых полупроводниковых приборов, формирование умений по расчету и выбору силовых приборов и преобразователей, формирование навыков использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям для проектирования, монтажа и наладки электропривода, вставок постоянного тока, систем питания.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы технологии силовой электроники» относится к дисциплинам по выбору Б1.В.ДВ.08 (ИОТ) учебного плана.

В рамках дисциплины студенты изучают методы и технологии проектирования и разработки силовых приборов и преобразователей, использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям для проектирования.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы технологии силовой электроники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способен обеспечивать технологическую подготовку производства.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<u>знать</u> классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники, принцип действия и особенности применения силовых полупроводниковых приборов
	<u>уметь</u> использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации устройств силовой электроники
	<u>владеть</u> навыками элементарных расчетов и испытаний силовых электронных преобразователей

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы технологии силовой электроники» составляет 4 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость час	108	108

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	6	6
В том числе:		
Лекции	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	98	98
Контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость час.	108	108

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Силовые выпрямители	Введение. Неуправляемые выпрямители: однофазные и трехфазные выпрямители. Работа на активную и активно-индуктивную нагрузку. Электромагнитные процессы. Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока	6	-	4	12	22
2	Тиристорные преобразователи	Тиристорные преобразователи: однофазные и трехфазные. Электромагнитные процессы при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку.	6	-	8	22	36

		Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока. Коммутационные процессы. Работа на нагрузку с ЭДС. Инверторы, ведомые сетью. Влияние работы инверторов на питающее напряжение. Нагрузочные характеристики. Управление тиристорными преобразователями					
3	Реверсивные тиристорные преобразователи	Классификация широтно-импульсных регуляторов постоянного напряжения. Схемы. Реверсивные широтно-импульсные регуляторы. Нагрузочные характеристики. Система управления регуляторами постоянного напряжения	4	-	4	12	20
4	Регуляторы постоянного напряжения	Классификация регуляторов переменного напряжения. Схемы, характеристики и способы регулирования	4	-	4	12	20
5	Регуляторы переменного напряжения	Классификация регуляторов переменного напряжения. Схемы, характеристики и способы регулирования.	4	-	4	12	20
6	Инверторы	Автономные инверторы тока и напряжения. Однофазные и трехфазные инверторы. Управление автономными инверторами	4	-	4	12	20
7	Активные выпрямители	Схемы активных выпрямителей. Характеристики. Использование активных выпрямителей в качестве регуляторов реактивной мощности	4	-	4	12	20
8	Преобразователи частоты	Преобразователи частоты со звеном постоянного тока. Однополярная и двухполярная модуляция. Драйверы управления ключами	4	-	4	12	20
Итого			18	-	36	54	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Силовые выпрямители Реверсивные тиристорные преобразователи	Введение. Неуправляемые выпрямители: однофазные и трехфазные выпрямители. Работа на активную и активно-индуктивную нагрузку. Электромагнитные процессы. Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока Классификация широтно-импульсных регуляторов постоянного напряжения. Схемы. Реверсивные широтно-импульсные регуляторы. Нагрузочные характеристики. Система управления регуляторами постоянного напряжения	1	-	2	67	70
2	Активные выпрямители Регуляторы постоянного напряжения	Схемы активных выпрямителей. Характеристики. Использование активных выпрямителей в качестве регуляторов реактивной мощности Классификация регуляторов переменного напряжения. Схемы, характеристики и способы регулирования	1	-	2	67	70
Итого			2	-	4	98	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Л.Р. №1. Исследование характеристик и параметров силовых полупроводниковых диодов.

Л.Р. №2. Исследование характеристик и параметров силовых полупроводниковых транзисторных ключей

Л.Р. №3. Исследование однофазного двухтактного выпрямителя

Л.Р.№4. Исследование цепи однофазного переменного тока при последовательно-параллельном соединении электроприемников

Л.Р.№5 Исследование однофазного трансформатора

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

Курсовая и контрольная работы не предусмотрены.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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	<u>знать</u> классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники, принцип действия и особенности применения силовых полупроводниковых приборов	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<u>уметь</u> использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации устройств силовой электроники	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<u>владеть</u> навыками элементарных расчетов и испытаний силовых электронных преобразователей	Решение стандартных 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 4 и 5 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	<u>знать</u> классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники, принцип действия и особенности применения силовых полупроводниковых приборов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<u>уметь</u> использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации устройств силовой электроники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<u>владеть</u> навыками элементарных расчетов и испытаний силовых электронных преобразователей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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 тестовых вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

Тест «Транзисторы и диоды»

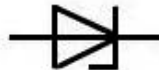
- Носителем положительного заряда в полупроводнике называется
 - ☐ фонон
 - ☐ ион
 - ☒ дырка
 - ☐ фотон
- Электрический ток, протекающий через р-п переход под действием электрического поля, называется
 - ☐ диффузионным
 - ☒ дрейфовым
 - ☐ ионным
 - ☐ электронным
- Полупроводниковым диодом называют полупроводниковый прибор с двумя выводами и одним ...
 - ☐ управляющим электродом
 - ☐ коллектором
 - ☐ эмиттером
 - ☒ р-п переходом

4. На рисунке изображена структурная схема



- ☐ биполярного транзистора
- ☒ **диода**
- ☐ полевого транзистора
- ☐ тиристора

5. На рисунке показано схемное изображение



- ☐ биполярного транзистора
- ☐ полевого транзистора
- ☐ тиристора
- ☒ **стабилитрона**

6. Вывод полупроводникового диода, подсоединенный к p-слою называется

- ☒ **анод**
- ☐ эмиттер
- ☐ катод
- ☐ коллектор

7. При электрическом пробое полупроводникового диода

- ☒ **ток возрастает, напряжение остается постоянным**
- ☐ ток уменьшается, напряжение остается постоянным
- ☐ напряжение уменьшается, ток остается постоянным
- ☐ напряжение уменьшается, ток возрастает

8. Диоды, предназначенные для преобразования синусоидального переменного тока в постоянный, называются

- ☒ **выпрямительные**
- ☐ туннельные
- ☐ импульсные
- ☐ стабилитроны



9. На рисунке изображена структурная схема

- ☐ биполярного транзистора p-n-p типа
- ☐ полевого транзистора с каналом p-типа
- ☐ полевого транзистора с каналом n-типа
- ☒ **биполярного транзистора n-p-n типа**

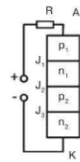
10. В каких приборах чаще всего используются запираемые (GTO) тиристоры

- А) в тяговых электроприводах большой мощности**
- Б) энергосберегающие преобразователи для линий передачи постоянного тока высокого напряжения
- В) компенсаторы реактивной мощности

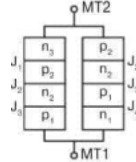
11. Какой прибор называется динистром?

- А) четырехслойный полупроводниковый прибор с тремя p-n переходами, имеющий три вывода корпуса
- Б) полупроводниковый прибор, имеющий три электрода и управляющий электрод
- В) пятислойный полупроводниковый прибор с четырьмя p-n переходами**

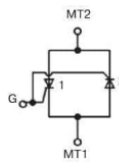
12. На каком рисунке приведен тиристор?



А)



Б)



В)

13. Как управляется величина тока в стандартном МОП-транзисторе, протекающим между истоком и стоком

А) управляет путем подачи большого потенциала на исток

Б) управляется путем изменения величины потенциала на его затворе

В) управляет путем увеличения сопротивления на истоке

14. Инверсионный слой в МОП-транзисторе образуется

А) при напряжении, меньше порогового

Б) при напряжении, равном пороговому

В) при напряжении, больше порогового

15. Какое обратное напряжение и прямой ток характерны для выпрямительных диодов

А) обратное напряжение от 10 В до 1 кВ и прямой ток от 5 А до 1 кА

Б) обратное напряжение от 50 В до 5 кВ и прямой ток от 10 А до 5 кА

В) обратное напряжение от 1 кВ до 10 кВ и прямой ток от 1 кА до 10 кА

7. Какие характеристики относятся к статическим параметрам диода? (несколько вариантов ответа)

А) время восстановления обратного напряжения

Б) падение напряжение на диоде

В) пороговое напряжение

Г) частотные характеристики

Д) максимальный прямой ток

Е) среднее значение прямого тока

16. В статическом режиме тиристор может находиться в одном из трех состояний. Выбрать верное. ? (несколько вариантов ответа)

А) запертое состояние при положительном напряжении на катоде относительно анода

Б) запертое состояние при положительном напряжении на аноде относительно катода

В) открытое состояние

17. Из каких фаз складывается процесс выключения тиристора

А) фаза нарастания обратного тока через тиристор, фаза нарастания обратного тока до нуля

Б) фаза спада обратного тока через тиристор, фаза нарастания обратного тока до нуля, фаза восстановления запирающих свойств тиристора

В) фаза нарастания обратного тока через тиристор, фаза спада обратного тока до нуля, фаза восстановления запирающих свойств тиристора

18. В линейном режиме работы биполярного транзистора

- А) эмиттерный переход смещен в прямом направлении, а коллекторный- в обратном
- Б) оба перехода смещены в прямом направлении
- В) оба перехода смещены в обратном направлении

19. При каких условиях возникает лавинный пробой транзистора

- А) при высоком значении напряжения обратного смещенного перехода
- Б) при нарастании температуры р-п перехода
- В) при высокой частоте коммутации

20. Область полупроводниковой структуры биполярного транзистора, инжектирующего носители заряда, называют

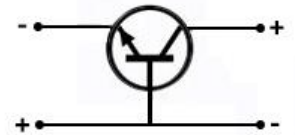
- ☒ **эмиттер**
- ☐ коллектор
- ☐ исток
- ☐ база

21. Преимущество полевого транзистора перед биполярным

- А) позволяет получить электрический ключ на достаточно большие токи
- Б) **очень большое входное сопротивление**
- В) может проводить ток в обе стороны

22. Режим работы биполярного транзистора, при котором эмиттерный и коллекторный р-п переходы смещены в обратном направлении, называют

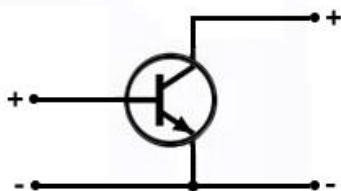
- ☐ активный
- ☐ насыщения
- ☒ **отсечки**
- ☐ инверсный



23. На рисунке изображен транзистор, включенный по схеме

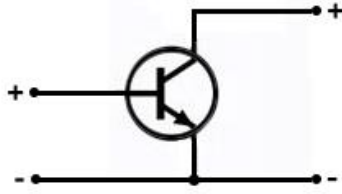
- ☐ с общим истоком
- ☐ с общим эмиттером
- ☐ с общим коллектором
- ☒ **с общей базой**

24. На рисунке изображен транзистор, включенный по схеме

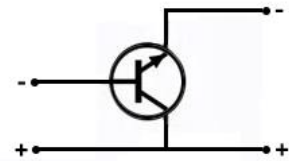


- ☐ с общим истоком
- ☒ **с общим эмиттером**
- ☐ с общим коллектором
- ☐ с общей базой

25. При указанной на схеме полярности напряжения, транзистор находится в режиме



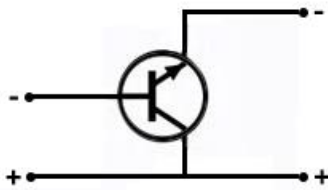
- ☐ насыщения
- ☐ отсечки
- ☒ **активном**
- ☐ инверсном



26. На рисунке изображен транзистор, включенный по схеме

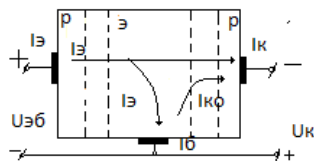
- ☐ с общим стоком
- ☐ с общей базой
- ☐ с общим эмиттером
- ☒ **с общим коллектором**

27. При указанной на схеме полярности напряжения, транзистор находится в режиме



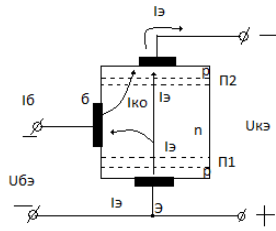
- ☒ **активном**
- ☐ насыщения
- ☐ отсечки
- ☐ инверсном

28. На рисунке приведена структурная схема биполярного транзистора, включенного по схеме



- ☐ с общим эмиттером
- ☐ с общим коллектором
- ☐ с общей землей
- ☒ **с общей базой**

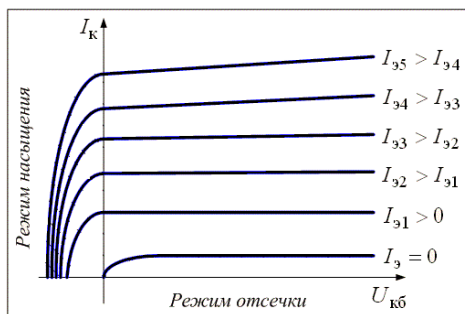
29. На рисунке приведена структурная схема биполярного транзистора, включенного по схеме



⊙ с общим эмиттером

- с общим коллектором
- с общей землей
- с общей базой

30. На рисунке изображены статические вольтамперные характеристики биполярного транзистора



- входные ВАХ в схеме с общей базой
- ⊙ **выходные ВАХ в схеме с общей базой**
- входные ВАХ в схеме с общим эмиттером
- выходные ВАХ в схеме с общим эмиттером

7.2.2 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Тиристорные преобразователи: однофазные и трехфазные.
2. Электромагнитные процессы при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку.
3. Гармонический состав выпрямленного напряжения.
4. Коммутационные процессы.
5. Работа на нагрузку с ЭДС. Инверторы, ведомые сетью.
6. Влияние работы инверторов на питающее напряжение.
7. Нагрузочные характеристики.
8. Управление тиристорными преобразователями
9. Реверсивные тиристорные преобразователи.
10. Совместное и отдельное управление.
11. Работа реверсивного преобразователя на нагрузку с ЭДС.
12. Система управления реверсивным преобразователем.
13. Непосредственные преобразователи частоты

14. Классификация широтно-импульсных регуляторов постоянного напряжения.
15. Схемы регуляторов постоянного напряжения. Характеристики.
16. Реверсивные широтно-импульсные регуляторы.
17. Нагрузочные характеристики.
18. Система управления регуляторами постоянного напряжения
19. Схемы активных выпрямителей.
20. Характеристики.
21. Использование активных выпрямителей в качестве регуляторов реактивной мощности.

7.2.3 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Силовые выпрямители	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
2	Тиристорные преобразователи	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
3	Реверсивные тиристорные преобразователи	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
4	Регуляторы постоянного напряжения	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
5	Регуляторы переменного напряжения	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
6	Инверторы	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
7	Активные выпрямители	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос
8	Преобразователи частоты	ПК-1	Тест, зачет, устный опрос

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

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

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

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

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Силовая электроника [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. — Электрон. Текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 632 с. — 978-5-383- 01023-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55877.html>

2. Электронные устройства электромеханических систем. Розанов Ю.К. Учебник для вузов.: М. Издательство "Академия", 2004 г.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю. Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 7434/7, 7436/7. Видеопроектор с экраном в ауд. 7422/7, 7426/7.

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

По дисциплине «Основы технологии силовой электроники» читаются лекции, проводятся лабораторные и практические занятия.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- 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 типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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 три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вноси- мых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	----------------------------------	----------------------------	--