

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические рекомендации для
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Б1.В.02 Прикладная физика

Направление подготовки: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль образовательной программы: Технический сервис в АПК

Форма обучения: очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Организация самостоятельной работы.....	3
2. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов.....	5
3. Методические рекомендации по подготовке к занятиям.....	7
4. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий.....	11

1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1 Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИБ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1 Аналоговые электроизмерительные приборы		x			1
2	Тема 2 Цифровые мультиметры		x			1
3	Тема 3 Градуировка термодпары		x		2	1
4	Тема 4 Измерение индукции магнитного поля		x			1
5	Тема 5 Измерение радиоактивного излучения		x		3	1
6	Тема 6 Структура кристаллов и рентгеновская дифракция		x		3	1
7	Тема 7 Рентгеновский дифрактометр		x			1
8	Тема 8 Идентификация вещества по данным о межплоскостных расстояниях		x			1
9	Тема 9 Изучение электронного осциллографа (занятие 1)		x		1	1
10	Тема 10 Изучение электронного осциллографа (занятие 2)		x	0,5		1
11	Тема 11 Снятие температурной характеристики терморезистора		x	0,5	2	1
12	Тема 12 Изучение характеристик фоторезистора		x	0,5		1
13	Тема 13 Измерение вольт-		x	0,5		1

	амперной характеристики полупроводникового диода					
14	Тема 14 Полупроводниковые выпрямители переменного тока		x	0,5	2	1
15	Тема 15 Изучение фотодиода		x			1
16	Тема 16 Изучение светоизлучающих диодов		x	0,5		1
17	Тема 17 Фотоэлектрический метод преобразования солнечного света		x		1	1
18	Тема 18 Измерение нагрузочной вольт-амперной характеристики солнечной батареи		x			1
19	Тема 19 Влияние на к.п.д. солнечного фотопреобразователя температуры и уровня освещённости		x			1
20	Тема 20 Спектральная чувствительность солнечного фотопреобразователя		x			1
21	Тема 21 Современные солнечные батареи		x		2	1
22	Тема 22 Солнечные фотоэлектрические системы (электростанции)		x		2	1
23	Тема 23 Автономные солнечные ФЭС (устройство, компоненты, работа)		x			1
24	Тема 24 Расчёт автономной ФЭС		x	3		1

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

2.1 Наименование вопроса - Термоэлектрические явления.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: механизм возникновения внутренней контактной разности потенциалов и термоэдс.

2.2 Наименование вопроса - Термопары, свойства и применение.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на: устройство и принцип действия термопары; термоэдс металлических термопар, применение термопар для измерения температуры;

2.3 Наименование вопроса – Термоэлектрические батареи.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: конструкция, принцип работы, и перспективные полупроводниковые материалы для термоэлектрических батарей. Область применения.

2.4 Наименование вопроса - Радиоактивное излучение, его виды и характеристики.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: механизм возникновения различных видов радиоактивного излучения и их свойства (проникающая и ионизирующая способности).

2.5 Наименование вопроса - Закон радиоактивного распада.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Понятия: активность радиоактивного вещества, единица измерения - беккерель (1 Бк), период полураспада, среднее время жизни радиоактивного изотопа, радиоактивные семейства; радиоуглеродный метод геохронологии.

2.6 Наименование вопроса - Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

- различные методы регистрации радиоактивных излучений;
- устройство и принцип действия счётчика Гейгера-Мюллера;
- характеристики действия радиоактивного излучения на вещество и их единицы измерения (поглощённая доза, эквивалентная доза).

2.7 Наименование вопроса - Структура кристаллических тел

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: различные виды и параметры элементарных ячеек различных кристаллических структур, типы структурных дефектов и их влияние на свойства кристаллических веществ.

2.8 Наименование вопроса - Дифракция рентгеновских волн.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: природа и характеристики рентгеновского излучения; дифракция рентгеновских волн на кристаллической решетке; условие (формула) Вульфа- Брегга; применение для изучения и идентификации структуры кристаллических веществ.

2.9 Наименование вопроса – Термоэлектронная эмиссия, её законы и применение.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности. Понятия: вольт-амперная характеристика, ток насыщения, эмиссионная способность. Зависимость эмиссионной способности от работы выхода электронов и температуры.

2.10 Наименование вопроса – Электронно-лучевая трубка

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
Назначение, конструкция и применение электронно-лучевой трубки в осциллографах.

2.11 Наименование вопроса – Полупроводники и их свойства.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности.
Понятия: ковалентная химическая связь, ширина запрещённой зоны, электроны и дырки.
Зависимость электропроводности полупроводников от температуры, освещённости, наличия примесей.

2.12 Наименование вопроса - Полупроводниковые приборы (терморезистор, фоторезистор) и их применение.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
конструкция, материалы и области применения (конкретные примеры и схемы).

2.13 Наименование вопроса - Электронно-дырочный переход, его свойства и вольт-амперная характеристика.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
способы создания электронно-дырочного перехода, уравнение и характер (график) вольт-амперной характеристики.

2.14 Наименование вопроса – Полупроводниковые диоды и транзисторы, их характеристики и применение.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
однополупериодная и двухполупериодная (мостовая) выпрямительные схемы;
усилительные схемы на биполярных транзисторах.

2.15 Наименование вопроса – Природа и характеристики солнечного света.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
Энергетические характеристики солнечного излучения, солнечная инсоляция, влияние земной атмосферы на спектр солнечного света.

2.16 Наименование вопроса – Устройство и принцип действия полупроводникового солнечного фотопреобразователя.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
механизм фотопреобразования в полупроводниковом солнечном фотопреобразователе.

2.17 Наименование вопроса – Устройство и принцип действия солнечной батареи наземного применения.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
конструкция современных кремниевых солнечных батарей наземного применения.

2.18 Наименование вопроса – Основные параметры и характеристики современных кремниевых солнечных батарей.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:
Основные параметры современных кремниевых солнечных батарей наземного применения.

2.19 Наименование вопроса – Особенности эксплуатации кремниевых солнечных батарей наземного применения.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

особенности эксплуатации кремниевых солнечных батарей наземного применения: влияние температуры, рассеянный свет, оптимальный угол наклона, влияние частичного затенения (эффект «горячего пятна») и защита батареи от этого явления.

2.20 Наименование вопроса – Сетевые солнечные фотоэлектростанции: устройство, структурная схема, основные компоненты и их назначение.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: структурная схема сетевых солнечных фотоэлектростанций, основные компоненты и их назначение; преимущества сетевых фотоэлектростанций в сравнении с другими альтернативными источниками энергии.

2.21 Наименование вопроса.- Подвижные и неподвижные опорные системы сетевых фотоэлектростанций.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: Конструкция и назначение опорных систем (трекеры). Автоматические системы слежения за Солнцем.

2.22 Наименование вопроса.- Генерация электроэнергии согласно «зелёному тарифу»

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: экономические аспекты применения сетевых фотоэлектростанций, «зелёный тариф» и его формы.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

2.1 Лабораторная работа «Аналоговые электроизмерительные приборы».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Принцип действия, устройство и основные характеристики широко распространённых электроизмерительных приборов;
2. Правила измерения электрических величин и оценки погрешности измерения.

3.2 Лабораторная работа «Цифровые мультиметры»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Принцип действия, устройство и основные характеристики цифровых мультиметров;
2. Правила измерения электрических и неэлектрических величин и оценки погрешности измерения.

3.3 Лабораторная работа «Градуировка термопары»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Природа и механизм эффекта Зеебека, величина термоэдс, коэффициент термоэдс;
2. Измерение температуры с помощью термопары. Термоэдс металлических термопар.
3. Применение термопар в технике

3.4 Лабораторная работа «Измерение индукции магнитного поля»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: магнитное поле, индукция магнитного поля, линии магнитной индукции.
2. Явление и закон электромагнитной индукции.
3. Методика измерения магнитной индукции. Вывод расчётной формулы.

3.5 Лабораторная работа «Измерение радиоактивного излучения»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: строение атома, зарядовое и массовое числа, изотопы, ядерные силы;

2. Радиоактивность, закон радиоактивного распада ядер, период полураспада;
3. Радиоактивное излучение и его виды;
4. Регистрация радиоактивных излучений. Счётчик Гейгера-Мюллера. Дозиметр.
5. Характеристики действия радиоактивного излучения и их единицы измерения: поглощённая доза, эквивалентная доза.

3.6 Лабораторная работа «Структура кристаллов и рентгеновская дифракция»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: кристаллы, кристаллическая решётка, элементарная ячейка и её параметры, кристаллографические сингонии, индексы Миллера;
2. Рентгеновские волны (излучение) и их характеристики. Сплошное и характеристическое рентгеновское излучение;
3. Дифракция рентгеновских волн на кристаллической решётке;
4. Условие (уравнение, формула, соотношение) Вульфа-Брэгга.

3.7 Лабораторная работа «Рентгеновский дифрактометр»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: дифрактометр, рентгеновская трубка, рентгеновский детектор, дифракционный спектр (дифрактограмма) и его связь со структурой вещества;
2. Устройство и принцип работы минидифрактометра МД-10;
3. Устройство и принцип действия рентгеновской трубки;
4. Устройство и принцип действия рентгеновского детектора (ПЧД).

3.8 Лабораторная работа «Идентификация вещества по данным о межплоскостных расстояниях»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: фаза вещества, поликристаллическое вещество, межплоскостные расстояния, рентгеноструктурный анализ;
2. Уравнение Вульфа-Брэгга;
3. Методика расчёта рентгеновских дифрактограмм для определения межплоскостных расстояний и идентификации исследуемого вещества.

3.9 Лабораторная работа «Изучение электронного осциллографа (занятие 1)»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Устройство, назначение основных элементов и принцип действия электронно-лучевой трубки;
2. Структурная схема (блок-схема) базовой модели электронного осциллографа.

3.10 Лабораторная работа «Изучение электронного осциллографа (занятие 2)»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Каналы вертикального и горизонтального отклонения электронного луча;
2. Генератор горизонтальной развёртки;
3. Формирование осциллограммы периодического сигнала. Соотношение частот.
4. Синхронизация. Её назначение и виды.
5. Функциональное назначение элементов управления на панели прибора.

3.11 Лабораторная работа «Снятие температурной характеристики терморезистора»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Полупроводники и их свойства;
2. Механизм электропроводности полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников;

3. Конструкция, материал и свойства терморезисторов. Температурная характеристика. Температурный коэффициент сопротивления.
4. Применение терморезисторов для измерения и регулирования температуры и в автоматике.

3.12 Лабораторная работа «Изучение характеристик фотосопротивления»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Механизм электропроводности полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников;
2. Внутренний фотоэффект.
3. Материал, конструкция, свойства и параметры фоторезисторов.
4. Применение фоторезисторов в технике.

3.13 Лабораторная работа «Измерение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Механизм собственной и примесной проводимости полупроводников. Легирующие примеси (донорные и акцепторные).
2. Электронно-дырочный переход в полупроводнике, его образование и вольт-амперная характеристика.
3. Полупроводниковый диод и его основные свойства.

3.14 Лабораторная работа «Полупроводниковые выпрямители переменного тока»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Однополупериодное выпрямление переменного тока;
2. Двухполупериодное выпрямление переменного тока. Диодный мост.
3. Сглаживающий фильтр.

3.15 Лабораторная работа «Изучение характеристик фотодиода»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: фотодиод, внутренний фотоэффект, основные и неосновные носители заряда, неравновесные носители заряда;
2. Устройство, принцип работы и основные параметры фотодиода;
3. Два режима работы фотодиода, схема включения;
4. Применение фотодиодов.

3.16 Лабораторная работа «Изучение светоизлучающих диодов»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: светодиод, рекомбинация, излучательная рекомбинация;
2. Материалы, конструкция и параметры светодиодов;
3. Схема включения и методика расчёта необходимых параметров светодиодов;
4. Применение светодиодов.

3.17 Лабораторная работа «Фотоэлектрический метод преобразования солнечного света»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: свет, поток излучения, энергетическая освещённость, солнечная инсоляция и факторы, её определяющие, Внутренний фотоэффект, солнечный фотопреобразователь;
2. Материалы, конструкция и принцип действия солнечного фотопреобразователя;
3. Коэффициент полезного действия солнечного фотопреобразователя.

3.18 Лабораторная работа «Измерение нагрузочной вольт-амперной характеристики солнечной батареи»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: напряжение холостого хода, фототок, фототок короткого замыкания, коэффициент заполнения, пиковая мощность, стандартные условия;
2. Конструкция и принцип действия солнечного фотопреобразователя;
3. Световая (нагрузочная) вольт-амперная характеристика;
4. Основные параметры фотопреобразователя;
5. Значения основных параметров фотопреобразователей из кристаллического кремния.

3.19 Лабораторная работа «Влияние на к.п.д. солнечного фотопреобразователя температуры и уровня освещённости»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Коэффициент полезного действия и его связь основными параметрами (формула);
2. Зависимость напряжения холостого хода и тока короткого замыкания от температуры;
3. Зависимость напряжения холостого хода и тока короткого замыкания от уровня освещённости ;
4. Применение фотопреобразователей в концентрированных световых потоках.

3.20 Лабораторная работа «Спектральная чувствительность солнечного фотопреобразователя»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Спектр солнечного излучения;
2. Селективное (избирательное) поглощение солнечного света фотопреобразователем. Энергетический параметр полупроводника – ширина запрещённой зоны.
3. Спектральная чувствительность фотопреобразователя.
4. Схема измерения спектральной чувствительности фотопреобразователя.

3.21 Лабораторная работа «Современные солнечные батареи»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Значения основных параметров промышленных кремниевых фотопреобразователей;
2. Электрическая коммутация фотопреобразователей;
3. Конструкция солнечного модуля и назначение его отдельных элементов;
4. Эффект затенения солнечной батареи.

3.22 Лабораторная работа «Солнечные фотоэлектрические системы (электростанции)»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Сетевые солнечные фотоэлектростанции. Структурная схема, основные элементы и их назначение.
2. Применение сетевых солнечных фотоэлектростанций.
3. Несетевые солнечные фотоэлектростанции.

3.23 Лабораторная работа «Автономные солнечные ФЭС (устройство, компоненты, работа)»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Схема, основные компоненты автономной ФЭС и их функциональное назначение;
2. Принцип работы автономной ФЭС.

3.24 Лабораторная работа «Расчёт автономной ФЭС»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Понятия: стандартные условия, мощность солнечного модуля, глубина разряда аккумулятора, пикочас;
2. Солнечная инсоляция местности и её определение;

3. Методика расчёта параметров компонентов ФЭС (аккумуляторной батареи, инвертора, суммарной мощности солнечных модулей и параметров солнечных модулей).

4. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий

Индивидуальные домашние задания выполняются в форме расчётно-практической работы.

4.1 ТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

1. Физические основы действия полупроводниковых приборов.
2. Расчёт автономной ФЭС.

4.2 СОДЕРЖАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Тема 1. Физические основы действия полупроводниковых приборов.

Вариант 1

1. Во сколько раз увеличится плотность тока насыщения при термоэлектронной эмиссии из вольфрама при повышении температуры вольфрама от 2000 до 2500 К ? Работа выхода электрона из вольфрама равна $A = 4,5$ эВ.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 1 мс, 4 мс, 20 мс, 0,2 с и 50 мкс.
3. На экране электронного осциллографа наблюдаются четыре полных колебания синусоидального напряжения с периодом $T = 2$ мс. Определите период и частоту генератора горизонтальной развёртки. Как изменится осциллограмма, если частоту развёртки увеличить в два раза?
4. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 25 кОм, включили последовательно с резистором 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же напряжении) увеличилась в 4 раза. Определите сопротивление освещённого фоторезистора. Нарисуйте электрическую схему.
5. К концам цепи, состоящей из последовательно включённых терморезистора и резистора сопротивлением 1 кОм, подано напряжение 20 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 5 мА. Когда терморезистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала 10 мА. Во сколько раз и как изменилось в результате нагрева сопротивление терморезистора? Нарисуйте электрическую схему опыта.
6. Имеется светодиод с рабочим напряжением 3 вольта и рабочим током 20 мА. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R , необходимого для подключения светодиода к источнику тока с напряжением 5 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 2

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 500 Гц, 2 кГц, 4 кГц, 5 кГц, 2 МГц.
2. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 20 \cos(200\pi \cdot t + \pi/4)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения. а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 4-х колебаний входного сигнала.
3. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технологии применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в кристаллический кремний, чтобы получить электронную проводимость? Ответ объясните. Укажите основные и неосновные носители заряда.

4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи при том же напряжении увеличилась в 5 раз. Каким стало сопротивление фоторезистора? Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите силу прямого тока полупроводникового диода, к которому приложено напряжение $U = 0,2 \text{ В}$, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 5 мкА . Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для простой схемы включения светодиода. Рабочий ток светодиода 10 мА , его рабочее напряжение 2 В . Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 5 В . Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 3

1. В вакуумном диоде электрон подходит к аноду со скоростью 2 Мм/с . Найти анодное напряжение. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, заряд $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 10 мс , 25 мс , 20 мкс , $0,1 \text{ с}$ и 4 мкс .
3. Напряжение на входе осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 40 \cos(10^4 \pi \cdot t + \pi/4) \text{ (мВ)}$. Определите амплитуду, действующее (или эффективное) значение напряжения, частоту f и период T , а также период горизонтальной развёртки, при которой на экране наблюдаются два колебания входного сигнала.
4. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением 2 кОм и источника постоянного напряжения 20 В . При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 10 мА . Когда терморезистор охладили сила тока в цепи стала 5 мА . Определите сопротивление охлаждённого терморезистора. Нарисуйте электрическую схему опыта.
5. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 155 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением 25 кОм и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, его сопротивление уменьшилось до 35 кОм . Во сколько раз и как изменилась сила в цепи? Нарисуйте электрическую схему.
6. Определите сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность для включения светодиода, рабочий ток которого 20 мА , а его рабочее напряжение $2,5 \text{ В}$. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 8 В . Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 4

1. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: $0,4 \text{ с}$, 100 мс , 5 мс , 40 мкс , 10 мкс и 200 нс .
2. Напряжение изменяется со временем согласно уравнению $U = 2 \cos(2 \cdot 10^3 \pi \cdot t) \text{ (В)}$. Сколько колебаний содержит осциллограмма при частоте генератора горизонтальной развёртки 200 Гц ? Также укажите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения.
3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 10 раз. Определите сопротивление фоторезистора. Нарисуйте электрическую схему.
4. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технологии применяют фосфор P, галлий Ga, мышьяк As, индий In, сурьму Sb, бор B. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в кристаллический кремний, чтобы получить в нём дырочную проводимость? Ответ объясните. Укажите основные и неосновные носители заряда.

5. Определите силу тока, текущего через полупроводниковый диод, к которому приложено прямое напряжение $U = 0,4 \text{ В}$, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 10 мкА . Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Светодиод с рабочим напряжением 3 В и рабочим током 20 мА подключен к источнику с напряжением 9 В . Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора, который нужно включить в цепь. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 5

1. При частоте горизонтальной развёртки осциллографа 1 кГц на экране наблюдаются 4 синусоидальных колебания с амплитудой $0,5 \text{ В}$. Определите частоту и период напряжения, поданного на вход осциллографа и напишите уравнение колебаний этого напряжения.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: $0,25 \text{ с}$, 100 мс , 40 мс , 5 мс , 125 мкс и 40 мкс .
3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением $R = 5 \text{ кОм}$ и источником постоянного напряжения с $\varepsilon = 24 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$. При освещении фоторезистора его сопротивление уменьшилось в 5 раз. Определите изменение напряжения на резисторе R . Нарисуйте электрическую схему.
4. К концам цепи, состоящей из последовательно включённых терморезистора, резистора сопротивлением 2 кОм , подано напряжение 24 В . При комнатной температуре сила тока в цепи была равна $0,5 \text{ мА}$. Когда терморезистор нагрели, сила тока в цепи стала 5 мА . Определите сопротивление терморезистора до и после нагревания. Нарисуйте электрическую схему опыта.
6. Имеется светодиод с рабочим напряжением $2,5 \text{ В}$ и рабочим током 15 мА . Необходимо подключить его к источнику с напряжением 5 В . Рассчитайте сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность.

Вариант 6

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 500 кГц , 2000 Гц , 2 МГц , 100 Гц , 800 МГц .
2. Период генератора горизонтальной развёртки $T = 1 \text{ мс}$. При этом на экране осциллографа наблюдается осциллограмма сигнала, состоящая из 4-х гармонических колебаний, амплитуда которых составляет 200 мВ . Напишите уравнение колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа.
3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 155 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением $R = 25 \text{ кОм}$ и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, его сопротивление уменьшилось до 35 кОм . Во сколько раз и как изменилось напряжение на резисторе? Нарисуйте электрическую схему.
4. Определите силу прямого тока кремниевого диода, к которому приложено напряжение $U = 0,35 \text{ В}$, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 20 мкА . Температура диода $t = 77^\circ\text{C}$.
5. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением $R_n = 2 \text{ кОм}$ и источника постоянного напряжения 20 В . Сопротивление терморезистора при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$ равно $R_0 = 48 \text{ кОм}$. Когда терморезистор опустили в воду при температуре $T = 25^\circ\text{C}$, сила тока в цепи стала $1,6 \text{ мА}$. Определите температурный коэффициент сопротивления терморезистора. Нарисуйте электрическую схему.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для простой схемы включения светодиода. Рабочий ток светодиода 10 мА , его рабочее напряжение $2,2$

В. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 7 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 7

1. В вакуумном диоде электрон подходит к аноду со скоростью 6 Мм/с. Найти анодное напряжение. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд $Q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен: 0,05 с, 25 мс, 400 мкс, 25 мкс, 500 нс.
3. На вход осциллографа подано напряжение, изменяющееся со временем согласно уравнению $U = 0,8 \cdot \cos(4 \cdot 10^3 \pi \cdot t)$ (В). Укажите характеристики этих колебаний (амплитуда, частота, период). Какой должна быть частота генератора развёртки, чтобы осциллограмма содержала пять колебаний?
4. Определите силу обратного тока полупроводникового диода, к которому приложено обратное напряжение $U = 10,0$ В, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 20 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
5. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_t = 150$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм и источником постоянного напряжения 16 В. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась до 0,4 мА. Найдите сопротивление освещённого фоторезистора $R_{св}$ и величину фототока I_ϕ . Нарисуйте электрическую схему.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для подключения светодиода к источнику постоянного напряжения $U = 9$ В. Рабочий ток светодиода 12 мА, его рабочее напряжение 2,1 В.

Вариант 8

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 50 Гц, 400 Гц, 2 кГц, 100 кГц, 10 МГц.
2. При подаче на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки осциллографа напряжения в 50 В электронный луч сместился (на экране) на 2 см. Найдите чувствительность ЭЛТ к вертикальному отклонению и смещение электронного луча при подаче на отклоняющие пластины напряжения 110 В.
3. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 200 \cdot \cos(8 \cdot 10^5 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения, а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 4-х колебаний входного сигнала.
4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_t = 160$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 20 кОм и источником постоянного напряжения $U = 9$ В. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 6 раз. Определите сопротивление освещённого фоторезистора $R_{св}$ и силу фототока I_ϕ . Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите ток насыщения полупроводникового диода, если при прямом напряжении $U = 0,3$ В сила тока, текущего через диод, равна 200 мА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$, диодный параметр $n = 1,8$.
6. Светодиод с рабочим напряжением 2,0 В и рабочим током 12 мА подключили к источнику с напряжением 4,4 В. Рассчитайте сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность.

Вариант 9

1. Чувствительность электронно-лучевой трубки осциллографа к горизонтальному отклонению равна $a_x = 0,4 \text{ мм/ В}$, а диаметр круглого экрана $D = 10 \text{ см}$. Чему равно напряжение горизонтальной развёртки, подаваемое на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ, если размер осциллограммы изучаемого сигнала полностью заполняет экран ?
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: $0,025 \text{ с}$, 25 мс , 40 мс , 200 мкс , 2 мкс и 50 нс .
3. При частоте генератора горизонтальной развёртки 1 кГц на экране осциллографа наблюдается осциллограмма сигнала, состоящая из 4-х гармонических колебаний, амплитуда которых составляет 400 мВ . Напишите уравнение колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа.
4. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением $R_n = 2 \text{ кОм}$ и источника постоянного напряжения 10 В . Сопротивление терморезистора при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$ равно $R_0 = 18 \text{ кОм}$. Когда терморезистор опустили в воду при температуре $T = 25^\circ\text{C}$, сила тока в цепи стала $1,0 \text{ мА}$. Определите температурный коэффициент сопротивления терморезистора. Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите силу тока, текущего через полупроводниковый диод, к которому приложено прямое напряжение $U = 0,4 \text{ В}$, если параметр диода $n = 1,4$, а ток насыщения составляет 10 мкА . Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Светодиод с рабочим напряжением 3 В и рабочим током 20 мА подключен к источнику с напряжением 9 В последовательно с резистором 100 Ом . Будет ли работать светодиод? Нарисуйте электрическую схему. Ответ обоснуйте с помощью расчёта.

Вариант 10

1. Во сколько раз увеличится плотность тока насыщения при термоэлектронной эмиссии из катода прямого накала при повышении его температуры от 1500 К до 2000 К ? Работа выхода электрона из катода равна $A = 4,5 \text{ эВ}$.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 10 мс , 5 мс , 25 мс , 20 мкс и 400 нс .
3. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 20 \cos(2000\pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения, а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 3-х колебаний входного сигнала.
4. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 45 кОм , включили последовательно с резистором 5 кОм . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же напряжении) увеличилась в 3 раза. Определите сопротивление освещённого фоторезистора. Нарисуйте электрическую схему.
5. К концам цепи, состоящей из последовательно включённых терморезистора и резистора сопротивлением 2 кОм , подано напряжение 20 В . При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 5 мА . Когда терморезистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала 15 мА . Во сколько раз и как изменилось в результате нагрева сопротивление терморезистора? Нарисуйте электрическую схему опыта.
6. Имеется светодиод с рабочим напряжением $2,2 \text{ вольта}$ и рабочим током 20 мА . Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R , необходимого для подключения светодиода к источнику тока с напряжением 6 В . Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 11

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 500 Гц , 2 кГц , 4 кГц , 5 кГц , 2 МГц .

2. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 20 \cos(200\pi \cdot t + \pi/4)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения. а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 4-х колебаний входного сигнала.
3. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технологии применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в кристаллический кремний, чтобы получить электронную проводимость? Ответ объясните. Укажите основные и неосновные носители заряда.
4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи при том же напряжении увеличилась в 5 раз. Каким стало сопротивление фоторезистора? Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите силу прямого тока полупроводникового диода, к которому приложено напряжение $U = 0,2$ В, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 5 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для простой схемы включения светодиода. Рабочий ток светодиода 10 мА, его рабочее напряжение 2 В. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 5 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 12

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 1000 Гц, 50 Гц, 5 кГц, 125 кГц, 20 МГц.
2. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 20 \cos(200\pi \cdot t + \pi/4)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения. а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 4-х колебаний входного сигнала.
3. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технологии применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в кристаллический кремний, чтобы получить электронную проводимость? Ответ объясните. Укажите основные и неосновные носители заряда.
4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи при том же напряжении увеличилась в 5 раз. Каким стало сопротивление фоторезистора? Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите силу прямого тока полупроводникового диода, к которому приложено напряжение $U = 0,2$ В, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 5 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для простой схемы включения светодиода. Рабочий ток светодиода 10 мА, его рабочее напряжение 2 В. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 5 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 13

1. В вакуумном диоде электрон подходит к аноду со скоростью 5 Мм/с. Найти анодное напряжение. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд $Q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 100 мс, 2,5 мс, 200 мкс, 0,01 с и 40 нс.

3. Напряжение на входе осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 40 \cos(2 \cdot 10^4 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, действующее (или эффективное) значение напряжения, частоту f и период T , а также частоту горизонтальной развёртки, при которой на экране наблюдаются четыре колебания входного сигнала.
4. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением 2 кОм и источника постоянного напряжения 40 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 10 мА. Когда терморезистор охладили сила тока в цепи стала 5 мА. Определите сопротивление охлаждённого терморезистора. Нарисуйте электрическую схему опыта.
5. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 125$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 25 кОм и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, его сопротивление уменьшилось до 25 кОм. Во сколько раз и как изменилась сила в цепи? Нарисуйте электрическую схему.
6. Определите сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность для включения светодиода, рабочий ток которого 22 мА, а его рабочее напряжение 2,4 В. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 9 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 14

1. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 0,125 с, 1 мс, 40 мс, 400 мкс, 25 мкс и 400 нс.
2. Напряжение изменяется со временем согласно уравнению $U = 1,2 \cos(4 \cdot 10^3 \pi \cdot t)$ (В). Сколько колебаний содержит осциллограмма при частоте генератора горизонтальной развёртки 400 Гц? Также укажите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения.
3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 5 раз. Определите сопротивление фоторезистора. Нарисуйте электрическую схему.
4. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технологии применяют фосфор P, галлий Ga, мышьяк As, индий In, сурьму Sb, бор B. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси, чтобы создать электронно-дырочный переход (p-n переход) в кристаллическом кремнии? Ответ объясните. Укажите основные и неосновные носители заряда в каждой из областей перехода.
5. Определите силу тока, текущего через полупроводниковый диод, к которому приложено прямое напряжение $U = 0,4$ В, если параметр диода $n = 1$, а ток насыщения составляет 5 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Светодиод с рабочим напряжением 2,1 В и рабочим током 12 мА подключен к источнику с напряжением 9 В. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора, который нужно включить в цепь. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 15

1. При частоте горизонтальной развёртки осциллографа на экране наблюдаются 3 синусоидальных колебания с амплитудой 1,4 В. Определите частоту и период напряжения, поданного на вход осциллографа и напишите уравнение колебаний этого напряжения.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 0,05 с, 10 мс, 50 мс, 4 мс, 125 нс и 500 мкс.
3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 120$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением $R = 5$ кОм и источником постоянного напряжения с $\varepsilon = 24$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом. При освещении фоторезистора его сопротивление

уменьшилось в 5 раз. Определите изменение напряжения на резисторе R. Нарисуйте электрическую схему.

4. К концам цепи, состоящей из последовательно включённых терморезистора, резистора сопротивлением 2 кОм, подано напряжение 24 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 0,5 мА. Когда терморезистор нагрели, сила тока в цепи стала 2 мА. Определите сопротивление терморезистора до и после нагревания. Нарисуйте электрическую схему опыта.

6. Имеется светодиод с рабочим напряжением 2,5 В и рабочим током 20 мА. Необходимо подключить его к источнику с напряжением 5 В. Рассчитайте сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность.

Вариант 16

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 50 кГц, 200 Гц, 20 МГц, 10 кГц, 800 МГц.

2. Период генератора горизонтальной развёртки $T = 2$ мс. При этом на экране осциллографа наблюдается осциллограмма сигнала, состоящая из 4-х гармонических колебаний, амплитуда которых составляет 500 мВ. Напишите уравнение колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа.

3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 150$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением $R = 10$ кОм и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, его сопротивление уменьшилось до 30 кОм. Во сколько раз и как изменилось напряжение на резисторе? Нарисуйте электрическую схему.

4. Определите силу прямого тока кремниевого диода, к которому приложено напряжение $U = 0,35$ В, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 10 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.

5. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением $R_H = 2$ кОм и источника постоянного напряжения 25 В. Сопротивление терморезистора при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$ равно $R_0 = 48$ кОм. Когда терморезистор опустили в воду при температуре $T = 24^\circ\text{C}$, сила тока в цепи стала 1,6 мА. Определите температурный коэффициент сопротивления терморезистора. Нарисуйте электрическую схему.

6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для простой схемы включения светодиода. Рабочий ток светодиода 15 мА, его рабочее напряжение 2,2 В. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 8 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 17

1. В вакуумном диоде электрон подходит к аноду со скоростью 10 Мм/с. Найти анодное напряжение. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд $Q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен: 0,04 с, 2,5 мс, 40 мкс, 250 мкс, 500 нс.

3. На вход осциллографа подано напряжение, изменяющееся со временем согласно уравнению $U = 0,5 \cdot \cos(8 \cdot 10^3 \pi \cdot t)$ (В). Укажите характеристики этих колебаний (амплитуда, частота, период). Какой должна быть частота генератора развёртки, чтобы осциллограмма содержала четыре колебания?

4. Определите силу обратного тока полупроводникового диода, к которому приложено обратное напряжение $U = 12,0$ В, если параметр диода $n = 1$, а ток насыщения составляет 10 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.

5. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 150$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм и источником постоянного напряжения 32 В. Когда

фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась до 0,8 мА. Найдите сопротивление освещённого фоторезистора $R_{св}$ и величину фототока $I_{ф}$. Нарисуйте электрическую схему.

6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для подключения светодиода к источнику постоянного напряжения $U = 6$ В. Рабочий ток светодиода 10 мА, его рабочее напряжение 2,1 В.

Вариант 18

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 50 Гц, 400 Гц, 20 кГц, 100 кГц, 100 МГц.

2. При подаче на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки осциллографа напряжения в 50 В электронный луч сместился (на экране) на 1 см. Найдите чувствительность ЭЛТ к вертикальному отклонению и смещение электронного луча при подаче на отклоняющие пластины напряжения 100 В.

3. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 200 \cdot \cos(4 \cdot 10^4 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения, а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 4-х колебаний входного сигнала.

4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 160$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 20 кОм и источником постоянного напряжения $U = 18$ В. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 6 раз. Определите сопротивление освещённого фоторезистора $R_{св}$ и силу фототока $I_{ф}$. Нарисуйте электрическую схему.

5. Определите ток насыщения полупроводникового диода, если при прямом напряжении $U = 0,4$ В сила тока, текущего через диод, равна 200 мА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$, диодный параметр $n = 2$.

6. Светодиод с рабочим напряжением 2,0 В и рабочим током 10 мА подключили к источнику с напряжением 5 В. Рассчитайте сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность.

Вариант 19

1. Чувствительность электронно-лучевой трубки осциллографа к горизонтальному отклонению равна $a_x = 0,2$ мм/В, а диаметр круглого экрана $D = 8$ см. Чему равно напряжение горизонтальной развёртки, подаваемое на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ, если размер осциллограммы изучаемого сигнала полностью заполняет экран?

2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 0,025 с, 2,5 мс, 4 мс, 250 мкс, 20 мкс и 500 нс.

3. При частоте генератора горизонтальной развёртки 2 кГц на экране осциллографа наблюдается осциллограмма сигнала, состоящая из 3-х гармонических колебаний, амплитуда которых составляет 800 мВ. Напишите уравнение колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа.

4. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением $R_n = 4$ кОм и источника постоянного напряжения 20 В. Сопротивление терморезистора при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$ равно $R_0 = 36$ кОм. Когда терморезистор опустили в воду при температуре $T = 26^\circ\text{C}$, сила тока в цепи стала 2,0 мА. Определите температурный коэффициент сопротивления терморезистора. Нарисуйте электрическую схему.

5. Определите силу тока, текущего через полупроводниковый диод, к которому приложено прямое напряжение $U = 0,4 \text{ В}$, если параметр диода $n = 1,5$, а ток насыщения составляет 20 мкА . Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Светодиод с рабочим напряжением $2,5 \text{ В}$ и рабочим током 20 мА подключен к источнику с напряжением 9 В последовательно с резистором 300 Ом . Будет ли работать светодиод? Нарисуйте электрическую схему. Ответ обоснуйте с помощью расчёта.

Вариант 20

1. Во сколько раз увеличится плотность тока насыщения при термоэлектронной эмиссии из катода прямого накала при повышении его температуры от 1500 К до 2000 К ? Работа выхода электрона из катода равна $A = 4,0 \text{ эВ}$.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 125 мс , 50 мс , 250 мс , 2 мкс и 500 нс .
3. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 20 \cos(2 \cdot 10^3 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения, а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 4-х колебаний входного сигнала.
4. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 45 кОм , включили последовательно с резистором 5 кОм . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же напряжении) увеличилась в 5 раз. Определите сопротивление освещённого фоторезистора. Нарисуйте электрическую схему.
5. К концам цепи, состоящей из последовательно включённых терморезистора и резистора сопротивлением 2 кОм , подано напряжение 20 В . При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 5 мА . Когда терморезистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала $12,5 \text{ мА}$. Во сколько раз и как изменилось в результате нагрева сопротивление терморезистора? Нарисуйте электрическую схему опыта.
6. Имеется светодиод с рабочим напряжением $2,2 \text{ вольта}$ и рабочим током 15 мА . Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R , необходимого для подключения светодиода к источнику тока с напряжением 5 В . Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 21

1. При подаче на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки осциллографа напряжения в 40 В электронный луч сместился (на экране) на 1 см . Найдите чувствительность ЭЛТ к вертикальному отклонению и смещение электронного луча при подаче на отклоняющие пластины напряжения 100 В .
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 50 мс , 4 мкс , 200 нс , $0,1 \text{ с}$ и 80 мкс .
3. На экране электронного осциллографа наблюдаются пять колебаний синусоидального напряжения с периодом $T = 2 \text{ мс}$. Определите период и частоту генератора горизонтальной развёртки. Как изменится осциллограмма, если частоту развёртки увеличить в два раза?
4. Фоторезистор, который в темноте имеет сопротивление 35 кОм , включили последовательно с резистором 5 кОм . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи (при том же напряжении) увеличилась в 2 раза. Определите сопротивление освещённого фоторезистора. Нарисуйте электрическую схему.
5. К концам цепи, состоящей из последовательно включённых терморезистора и резистора сопротивлением 3 кОм , подано напряжение 30 В . При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 3 мА . Когда терморезистор опустили в горячую воду, сила тока в цепи стала 9 мА . Во сколько раз и как изменилось в результате нагрева сопротивление терморезистора? Нарисуйте электрическую схему опыта.

6. Имеется светодиод с рабочим напряжением 2,2 вольта и рабочим током 20 мА. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R , необходимого для подключения светодиода к источнику тока с напряжением 5 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 22

1. Определите (в единицах системы СИ) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 250 Гц, 2 кГц, 400 Гц, 50 кГц, 200 МГц.
2. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 20 \cos(2 \cdot 10^5 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения, а также частоту горизонтальной развертки, при которой осциллограмма состоит из 2-х колебаний входного сигнала.
3. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технологии применяют фосфор, галлий, мышьяк, индий, сурьму. Какие из этих элементов можно ввести в качестве примеси в кристаллический кремний, чтобы получить дырочную проводимость? Ответ объясните. Укажите основные и неосновные носители заряда.
4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 115$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи при том же напряжении увеличилась в 4 раз. Каким стало сопротивление фоторезистора? Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите силу прямого тока полупроводникового диода, к которому приложено напряжение $U = 0,2$ В, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 10 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для включения светодиода. Рабочий ток светодиода 12 мА, его рабочее напряжение 2,2 В. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 10 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 23

1. Определите (в единицах системы СИ) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 1 мс, 25 мс, 200 мкс, 0,01 с и 40 нс.
2. Определите силу обратного тока полупроводникового диода, к которому приложено обратное напряжение $U = 12,0$ В, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 20 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
3. Напряжение на входе осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 60 \cos(2 \cdot 10^4 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, действующее (или эффективное) значение напряжения, частоту f и период T , а также период горизонтальной развертки, при которой на экране наблюдаются три колебания входного сигнала.
4. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением 2 кОм и источника постоянного напряжения 20 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 2,5 мА. Когда терморезистор охладили сила тока в цепи стала 7,5 мА. Определите сопротивление охлаждённого терморезистора. Нарисуйте электрическую схему опыта.
5. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 155$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 25 кОм и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, его сопротивление уменьшилось до 25 кОм. Во сколько раз и как изменилась сила в цепи? Нарисуйте электрическую схему.
6. Определите сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность для включения светодиода, рабочий ток которого 12 мА, а его рабочее напряжение 2,4 В. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 9 В. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 24

1. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 0,04 с, 10 мс, 50 мкс, 400 мкс, 1 мкс и 400 нс.
2. Напряжение изменяется со временем согласно уравнению $U = 2 \cos(2 \cdot 10^3 \pi \cdot t)$ (В). Сколько колебаний содержит осциллограмма при частоте генератора горизонтальной развёртки 1000 Гц? Также укажите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения.
3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 5 кОм и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 4 раза. Найдите сопротивление освещённого фоторезистора. Нарисуйте электрическую схему.
4. Для получения примесной проводимости нужного типа в полупроводниковой технологии применяют фосфор P, галлий Ga, мышьяк As, индий In, сурьму Sb, бор B. Какие из этих элементов нужно ввести в качестве примеси, чтобы создать электронно-дырочный переход (p-n переход) в кристаллическом кремнии? Ответ объясните. Укажите основные и неосновные носители заряда в каждой из областей p-n перехода.
5. Определите силу тока, текущего через полупроводниковый диод, к которому приложено прямое напряжение $U = 0,4$ В, если параметр диода $n = 1$, а ток насыщения составляет 12 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Светодиод с рабочим напряжением 3 В и рабочим током 25 мА подключен к источнику с напряжением 10 В. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора, который нужно включить в цепь. Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 25

1. При частоте горизонтальной развёртки осциллографа $f = 2$ на экране наблюдаются 4 синусоидальных колебания с амплитудой 0,4 В. Определите частоту и период колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа, и напишите уравнение колебаний этого напряжения.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 0,25 с, 100 мс, 40 мс, 5 мс, 125 мкс и 40 мкс.
3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 95$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением $R = 5$ кОм и источником постоянного напряжения с $\varepsilon = 18$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом. При освещении фоторезистора его сопротивление уменьшилось в 3 раза. Определите изменение напряжения на резисторе R . Нарисуйте электрическую схему.
4. К концам цепи, состоящей из последовательно включённых терморезистора, резистора сопротивлением 2 кОм, подано напряжение 24 В. При комнатной температуре сила тока в цепи была равна 1,5 мА. Когда терморезистор нагрели, сила тока в цепи стала 7,5 мА. Определите сопротивление терморезистора до и после нагревания. Нарисуйте электрическую схему опыта.
6. Имеется светодиод с рабочим напряжением 2,5 В и рабочим током 12 мА. Необходимо подключить его к источнику с напряжением 6 В. Рассчитайте сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность.

Вариант 26

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 500 кГц, 2000 Гц, 2 МГц, 100 Гц, 800 МГц.
2. Период генератора горизонтальной развёртки $T = 200$ мкс. При этом на экране осциллографа наблюдается осциллограмма сигнала, состоящая из 4-х гармонических колебаний, амплитуда которых составляет 100 мВ. Напишите уравнение колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа.

3. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 155 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением $R = 25 \text{ кОм}$ и источником постоянного напряжения. Когда фоторезистор осветили, его сопротивление уменьшилось до 31 кОм . Во сколько раз и как изменилось напряжение на резисторе? Нарисуйте электрическую схему.
4. Определите силу прямого тока кремниевого диода, к которому приложено напряжение $U = 0,4 \text{ В}$, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 10 мкА . Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
5. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением $R_n = 2 \text{ кОм}$ и источника постоянного напряжения 20 В . Сопротивление терморезистора при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$ равно $R_0 = 48 \text{ кОм}$. Когда терморезистор опустили в воду при температуре $T = 25^\circ\text{C}$, сила тока в цепи стала $1,6 \text{ мА}$. Определите температурный коэффициент сопротивления терморезистора. Нарисуйте электрическую схему.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для простой схемы включения светодиода. Рабочий ток светодиода 12 мА , его рабочее напряжение $2,2 \text{ В}$. Светодиод необходимо подключить к источнику постоянного напряжения 5 В . Нарисуйте электрическую схему.

Вариант 27

1. Чувствительность электронно-лучевой трубки осциллографа к горизонтальному отклонению равна $a_x = 0,3 \text{ мм/В}$, а диаметр экрана $D = 9 \text{ см}$. Чему равно напряжение горизонтальной развёртки, подаваемое на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ, если размер осциллограммы изучаемого сигнала полностью заполняет экран?
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен: $0,05 \text{ с}$, 25 мс , 40 мкс , 250 мкс , 500 нс .
3. На вход осциллографа подано напряжение, изменяющееся со временем согласно уравнению $U = 0,2 \cdot \cos(6 \cdot 10^3 \pi \cdot t) \text{ (В)}$. Укажите характеристики этих колебаний (амплитуда, частота, период). Какой должна быть частота генератора развёртки, чтобы осциллограмма содержала пять колебаний?
4. Определите силу обратного тока полупроводникового диода, к которому приложено обратное напряжение $U = 16,0 \text{ В}$, если параметр диода $n = 2$, а ток насыщения составляет 24 мкА . Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
5. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 300 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением 20 кОм и источником постоянного напряжения 32 В . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась до $0,5 \text{ мА}$. Найдите сопротивление освещённого фоторезистора $R_{св}$ и величину фототока $I_{ф}$. Нарисуйте электрическую схему.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для подключения светодиода к источнику постоянного напряжения $U = 6 \text{ В}$. Рабочий ток светодиода 14 мА , его рабочее напряжение $2,2 \text{ В}$.

Вариант 28

1. Определите (в единицах системы Си) период синусоидальных электрических сигналов, частота которых f равна, соответственно: 50 Гц , 400 Гц , 2 кГц , 100 кГц , 10 МГц .
2. При частоте генератора горизонтальной развёртки 2 кГц на экране осциллографа наблюдается осциллограмма сигнала, состоящая из 4-х гармонических колебаний, амплитуда которых составляет 600 мВ . Напишите уравнение колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа.

3. Входное напряжение осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 250 \cdot \cos(8 \cdot 10^4 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения, а также частоту горизонтальной развёртки, при которой осциллограмма состоит из 4-х колебаний входного сигнала.
4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 160$ кОм включили последовательно с резистором сопротивлением 20 кОм и источником постоянного напряжения $U = 18$ В. Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась в 4 раза. Определите сопротивление освещённого фоторезистора $R_{св}$ и силу фототока I_f . Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите ток насыщения полупроводникового диода, если при прямом напряжении $U = 0,4$ В сила тока, текущего через диод, равна 200 мА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$, диодный параметр $n = 2$.
6. Светодиод с рабочим напряжением 2,2 В и рабочим током 18 мА подключили к источнику с напряжением 5 В. Рассчитайте сопротивление токоограничивающего резистора R и его мощность.

Вариант 29

1. Напряжение на входе осциллографа изменяется со временем согласно уравнению $U = 70 \cdot \cos(6 \cdot 10^4 \pi \cdot t)$ (мВ). Определите амплитуду, действующее (или эффективное) значение напряжения, частоту f и период T , а также частоту горизонтальной развёртки, при которой на экране наблюдаются четыре колебания входного сигнала.
2. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 0,005 с, 2,5 мс, 50 мс, 200 мкс, 25 мкс и 100 нс.
3. При частоте генератора горизонтальной развёртки 1 кГц на экране осциллографа наблюдается осциллограмма сигнала, состоящая из 2-х гармонических колебаний, амплитуда которых составляет 200 мВ. Напишите уравнение колебаний напряжения, поданного на вход осциллографа.
4. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых терморезистора, резистора сопротивлением $R_n = 2$ кОм и источника постоянного напряжения 20 В. Сопротивление терморезистора при температуре $T_0 = 20^\circ\text{C}$ равно $R_0 = 18$ кОм. Когда терморезистор опустили в воду при температуре $T = 22^\circ\text{C}$, сила тока в цепи стала 0,4 мА. Определите температурный коэффициент сопротивления терморезистора. Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите силу тока, текущего через полупроводниковый диод, к которому приложено прямое напряжение $U = 0,5$ В, если параметр диода $n = 1$, а ток насыщения составляет 15 мкА. Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Светодиод с рабочим напряжением 3 В и рабочим током 15 мА подключен к источнику с напряжением 9 В последовательно с резистором 200 Ом. Будет ли работать светодиод? Нарисуйте электрическую схему. Ответ обоснуйте с помощью расчёта.

Вариант 30

1. Определите (в единицах системы Си) частоту f переменных электрических сигналов, период которых T равен, соответственно: 0,025 с, 10 мс, 4 мс, 400 мкс, 25 мкс и 40 нс.
2. Напряжение изменяется со временем согласно уравнению $U = 2 \cos(4 \cdot 10^3 \pi \cdot t)$ (В). Сколько колебаний содержит осциллограмма при частоте генератора горизонтальной развёртки 500 Гц? Также укажите амплитуду, частоту и период колебаний напряжения.
3. При частоте горизонтальной развёртки 0,9 кГц осциллографа на экране наблюдаются 3 синусоидальных колебания с амплитудой 0,4 В. Определите частоту и период напряжения, поданного на вход осциллографа и напишите уравнение колебаний этого напряжения.

4. Фоторезистор с темновым сопротивлением $R_T = 150 \text{ кОм}$ включили последовательно с резистором сопротивлением 10 кОм и источником постоянного напряжения 8 В . Когда фоторезистор осветили, сила тока в цепи увеличилась до $0,4 \text{ мА}$. Найдите сопротивление освещённого фоторезистора $R_{св}$ и величину фототока $I_{ф}$. Нарисуйте электрическую схему.
5. Определите силу обратного тока, текущего через полупроводниковый диод, к которому приложено напряжение $U = 20 \text{ В}$, если параметр диода $n = 1$, а ток насыщения составляет 10 мкА . Температура диода $t = 27^\circ\text{C}$.
6. Определите сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R для подключения двух последовательно соединённых одинаковых светодиодов к источнику постоянного напряжения $U = 12$. Рабочий ток светодиодов 20 мА , а рабочее напряжение $2,2 \text{ В}$. Нарисуйте электрическую схему.

Тема 2. Расчёт автономной ФЭС (30 вариантов)

Название: «Расчёт автономной фотоэлектрической системы»

Вариант 1

Исходные данные для расчёта ФЭС

1. Нагрузочные устройства ФЭС:

1. Телевизор мощностью 40 Вт , работает 4 часа в сутки;
2. Осветительные лампы – 3 шт., по 40 Вт , работают 5 часов в сутки;
3. Холодильник с энергопотреблением $600 \text{ Вт}\cdot\text{ч/сутки}$; мощность 200 Вт .
4. Характер нагрузки: переменный ток напряжением 220 В .

2. Параметры компонентов ФЭС

- напряжение аккумуляторной батареи $U_{АКБ} = 12 \text{ В}$;
- глубина разряда батареи $k_{гр} = 0,5 \text{ (50 \%)}$;
- количество пасмурных дней $n = 2 \text{ дня}$
- температура аккумуляторной батареи $t_{АКБ} = 25^\circ\text{C}$
- поправка на температуру АКБ $k = 1$

3. Условия применения ФЭС

- солнечные модули расположены под оптимальным углом, системы слежения за положением Солнца нет;
- солнечная месячная инсоляция равна $E = 180 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2$;
- время года – лето (необходимо учесть сезонный коэффициент k_c)

4. Методика расчёта автономной ФЭС

1. Составить перечень нагрузок;
2. Расчёт суточного и месячного энергопотребления;
3. Определение ёмкости аккумуляторной батареи;
4. Оценить мощность инвертора;
5. Определить мощность солнечной батареи и количество модулей. При подборе модулей использовать таблицу.
6. Указать способ коммутации модулей.
7. Заключение – составить перечень элементов автономной ФЭС с указанием их технических характеристик

Таблица Каркасные солнечные модули серии МСК

Модель	Размер, мм	U _н , В	U _{хх} , В	I _{кз} , А	U _р , В	I _р , А	W _р , Вт	Вес, кг
МСК-15	285*425*28	12	21,8	0,92	17	0,86-0,88	15	1,9
МСК-20	425*425*28	12	21,8	1,30	17	1,05-1,20	20	2,7
МСК-24	425*555*28	12	21,8	1,75	17	1,40-1,65	24	3,4
МСК-30	425*555*28	12	21,8	1,80	17	1,65-1,75	30	3,4
МСК-40	535*615*28	12	21,8	2,75	18	2,35-2,50	40	4,0
МСК-60	550*810*28	12	21,8	3,55	18	3,25-3,35	60	5,5
МСК-95	500*1185*28	12	21,8	5,58	18	5,00-5,27	95	7,2
МСК-120	705*1315*38	12	21,8	7,25	18	7,00-7,20	120	10
МСК-140	667*1467*38	12	21,8	8,25	18	7,78-8,05	140	12
МСК-185	805*1575*38	12	21,8	10,99	18	10,00-10,26	185	17
МСК-185	805*1575*38	24	43,6	5,59	36	5,00-5,13	185	17

U_р, I_р, W_р - рабочие напряжение, ток и мощность модуля.

4.3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие правила:

1. Работу следует выполнять аккуратно в тонкой ученической тетради в клетку. На обложке тетради следует написать: «Расчётно-практическая работа по физике студента (студентки) 2-ого курса, номер группы, направление, фамилию и инициалы», ниже указать номер варианта расчётно-практической работы.
2. Условия задач своего варианта переписывать полностью, а заданные условия выписать отдельно, при этом все численные величины должны быть переведены в единицы Международной системы (СИ).
3. Для пояснения решения задачи там, где это нужно и возможно, дать аккуратно выполненный схематический чертёж (рисунок).
4. Указать основные законы и формулы, на которых базируется решение задач, дать словесную формулировку этих законов, пояснить буквенные обозначения, употребляемые при написании формул.
5. Решение задачи сопровождать краткими и ясными пояснениями: при получении расчётной формулы, которая нужна для решения конкретной задачи, привести её вывод.
6. Рекомендуется решение задачи сначала осуществить в общем виде, то есть только в буквенных обозначениях. При этом способе не производятся вычисления промежуточных величин; числовые значения подставляются только в окончательную расчётную (рабочую) формулу, выражающую искомую величину.
7. Вычисления следует проводить путём подстановки в расчётную формулу заданных числовых величин, выраженные в единицах одной системы. Преимущественно следует пользоваться единицами системы СИ.
8. Проверить единицы измерения искомых величин, полученных в результате расчёта с помощью расчётной формулы.

Для этого в расчётную (рабочую) формулу следует подставить единицы измерения всех величин и произвести необходимые действия.

Если полученная таким путём единица измерения не совпадает с единицей измерения искомой величины, то задача решена неверно.

9. При вычислении величин, подставленных в окончательную (расчётную) формулу, следует пользоваться правилами приближённых вычислений.
10. После проверки размерности записать в ответе числовое значение и сокращённое наименование единицы измерения искомой величины в той системе единиц измерения, в которой производилось вычисление.

4.4 Пример выполнения задания по теме 1.

Пример расчёта токоограничивающего резистора.

Имеется светодиод с рабочим напряжением 3 вольта и рабочим током 20 мА. Необходимо подключить его к источнику с напряжением 5 вольт. Рассчитать сопротивление и мощность токоограничивающего резистора R.

Дано:

$$U_{\text{питания}} = 5 \text{ В}$$

$$I_{\text{светодиода}} = 20 \text{ мА}$$

$$U_{\text{светодиода}} = 3 \text{ В}$$

$$R = ? \quad P = ?$$

Решение

1. $R = U_{\text{гасящее}} / I_{\text{светодиода}}$ (по закону Ома для участка цепи), где

$$U_{\text{гасящее}} = U_{\text{питания}} - U_{\text{светодиода}}$$

$$U_{\text{питания}} = 5 \text{ В}$$

$$U_{\text{светодиода}} = 3 \text{ В}$$

$$I_{\text{светодиода}} = 20 \text{ мА} = 0.02 \text{ А}$$

$$\text{Делаем расчёт } R = (5 - 3) / 0.02 = 100 \text{ Ом} = 0.1 \text{ кОм}$$

В качестве токоограничивающего резистора надо взять резистор сопротивлением 100 Ом.

2. Также надо учесть тепловую мощность, выделяемую при протекании тока через резистор, которая определяется по формуле $P = I^2 \cdot R = 0.02^2 \cdot 100 = 0.04 \text{ Вт}$.

Очевидно, что надо выбрать резистор, рассчитанный на тепловую мощность 0,125 Вт или 0,25 Вт.

Ответ: $R = 0.1 \text{ кОм}$, $P = 0.125 \text{ Вт}$.

Пример выполнения задания по теме 2.

Расчет фотоэлектрической системы состоит из нескольких этапов:

1. Перечень нагрузочных устройств ФЭС

а) Телевизор мощностью 30 Вт, работает 4 часа в сутки;

б) Осветительные лампы – 3 шт., по 15 Вт, работают 6 часов в сутки;

в) Холодильник с энергопотреблением 600 Вт·ч/сутки. Мощность 200 Вт.

2. Расчет суточного энергопотребления W_c (в кВт · час). Для этого надо для каждого типа нагрузки перемножить её мощность, количество приборов и среднесуточное время работы. Полученные результаты сложить, что и даст энергию, потребляемую в течение суток. Итого получаем: $W_c = 30 \text{ Вт} \cdot 4 \text{ ч} + 15 \text{ Вт} \cdot 3 \cdot 6 \text{ ч} + 600 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 990 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$. За месяц энергопотребление примерно равно $W = 990 \cdot 30 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 30 \text{ кВт} \cdot \text{час}$.

Поскольку нагрузочные устройства используют переменный ток нужно учесть энергопотребление инвертора, умножив энергопотребление W нагрузок на коэффициент $K_{\text{и}} = 1.2$. В итоге имеем:

суточное энергопотребление $W_c = 1.2 \cdot 990 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 1200 \text{ Вт} \cdot \text{ч}$; (округлено)

месячное энергопотребление $W = 1.2 \cdot 990 \cdot 30 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 36 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$. (округлено)

3. Определение емкости аккумуляторной батареи АКБ;

1. Выбираем номинальное напряжение аккумуляторной батареи $U_{\text{АКБ}} = 12 \text{ В}$;

2. Количество пасмурных (несолнечных) дней подряд $n = 2$ дня
3. Задаём оптимальную глубину разряда батареи АКБ $k_{гр} = 0,5$ (50 %) ;
4. Поскольку температура аккумуляторной батареи предполагается $t_{АКБ} = 25^{\circ}\text{C}$, поправка на температуру АКБ $k = 1$
5. Цифра суточного энергопотребления W_c умножается на количество пасмурных дней и полученная величина должна составлять глубину разряда АКБ от её полной энергии.

Окончательная емкость АКБ получается умножением расчетной энергии, заключенной в ней, на коэффициент k (поправку на температуру АКБ) из приведенной таблицы и последующим делением на напряжение АКБ.

$$C = W_c \cdot n \cdot k / k_{гр} \cdot U_{АКБ} = 1200 \cdot 2 \cdot 1 / 0,5 \cdot 12 = 2400 / 6 = 400 \text{ А}\cdot\text{ч}$$

Таблица 1

$T, ^{\circ}\text{C}$	25	20	15	10	5	0	- 5
K	1,00	1,03	1,10	1,2	1,28	1,36	1,50

5. Расчёт мощность инвертора.

Мощность инвертора должна быть на 25-30% выше суммарной номинальной мощности одномоментно подключаемых нагрузок. Пусковую мощность получаем, умножая рабочую мощность холодильника 200 Вт на 3. Получаем 600 Вт.

Кроме того, полагаем, что в моменты включения холодильника все остальные нагрузки тоже работают. Это составляет почти 400 Вт. Таким образом, суммарная пиковая мощность составляет 1000 Вт.

Поэтому мощность инвертора должна быть не менее $P_{и} = 1,3 \cdot 1000 = 1300$ Вт.

5. Определение суммарной мощности модулей солнечной батареи и количества солнечных модулей.

Упрощенная формула для расчета необходимой мощности массива солнечных модулей и количества модулей определяется по количеству пикочасов, исходя из того, что суммарная мощность всех солнечных модулей, образующих батарею, равна энергии, необходимой для потребления за определённый выбранный период времени с учётом различных потерь и условий эксплуатации.

Один модуль мощностью P вырабатывает в течение выбранного периода времени (месяц, сезон, год) следующее количество энергии W_m :

$$W_m = k_c \cdot P \cdot E / 1000$$

Здесь, k_c - сезонный коэффициент, равный летом 0,55, а зимой 0,7 ;

E - значение солнечной инсоляции за выбранный период времени, $\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$;

$1000 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – стандартная энергетическая освещённость ;

$t = E / 1000$ - количество пикочасов в течение выбранного периода.

Количество энергии W , необходимой для потребления за этот период равно:

$$W = W_c \cdot \text{количество дней} = N \cdot W_m = N \cdot k_c \cdot P \cdot E / 1000 \quad (1)$$

Суммарная мощность модулей или мощность солнечной батареи равна

$$P_{сб} = N \cdot P = W \cdot 1000 / k_c \cdot E \quad (2)$$

Отсюда определяем количество солнечных модулей N , необходимых для получения этой энергии:

$$N = W \cdot 1000 / k_c \cdot P \cdot E \quad (3)$$

Здесь,

W_c - суточное энергопотребление, $\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{сутки}$;

$W = W_c$ - количество дней - электроэнергия, необходимая для потребления;
 W_m - энергия, вырабатываемая одним модулем в течение выбранного периода, Вт·ч;
 P - мощность одного модуля, соответствующая освещённости 1000 Вт/м^2 ;
 N - количество модулей, образующих батарею.

Коэффициент k_c учитывает все потери (нагрев батареи под солнцем, учитывает наклонное падение света в течение дня, потери на заряд АКБ), за исключением потерь в соединительных кабелях. Сечение кабелей обычно подбирается из расчета потерь не превышающих 2-3%.

Предполагается, что солнечные модули ориентированы в пространстве оптимально и ничто их не загораживает в течении светового дня.

- Солнечная инсоляция условно равна $E = 180 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$ за один летний месяц (июнь, июль, август) ;
- Рассчитанное месячное энергопотребление составляет $W = 36 \text{ кВт} \cdot \text{час}$;
- Сезонный коэффициент $k_c = 0,55$;
- По формуле (2) вычисляем суммарную мощность солнечных модулей

$$P_{CB} = W \cdot 1000 / k_c \cdot E = 36 \cdot 10^3 \cdot 10^3 / 0,55 \cdot 180 \cdot 10^3 = 364,6 \text{ Вт}$$

- Выберем из таблицы подходящий по параметрам тип модуля. Для приведенных условий подходит модуль МСК – 95.
- Путём деления суммарной мощности P_{CB} на мощность одного модуля 95 Вт, определяем количество модулей $N = 4$. Суммарная мощность 4-х модулей МСК – 95 равна 380 Вт, что немного больше расчётной.

Заключение. Для электрических нагрузок и условий применения ФЭС, указанных в варианте 1 задания, выбраны следующие основные элементы автономной ФЭС:

1. Четыре стандартных каркасных солнечных модуля МСК- 95 общей мощностью $P_{CB} = 380 \text{ Вт}$. Коммутация модулей – параллельное соединение.
2. Аккумуляторная батарея:
 напряжение $U_{AKB} = 12 \text{ В}$,
 ёмкость $C = 400 \text{ А} \cdot \text{ч}$,
 тип – гелевая.
3. Инвертор:
 входное напряжение - $U_{вх} = 12 \text{ В}$ (постоянное),
 выходное напряжение - $U_{вых} = 220$ (переменное),
 мощность – 1300 Вт.
 форма выходного напряжения – синусоидальное или трапеция.
4. Соединительные кабели выбираем (по сечению) в зависимости от реального расположения элементов ФЭС таким образом, чтобы электрические потери в них не превышали 8-10 Вт.