

**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 заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Организация самостоятельной работы.....	3
2. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий (контрольная работа).....	4
3. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов.....	7
4. Методические рекомендации по подготовке к занятиям.....	10

# 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 (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	<b>Тема 1</b> Аналоговые электроизмерительные приборы		x	1		1
2	<b>Тема 2</b> Цифровые мультиметры		x			1
3	<b>Тема 3</b> Градуировка термопары		x	1	4	
4	<b>Тема 4</b> Измерение индукции магнитного поля		x	1	3	
5	<b>Тема 5</b> Измерение радиоактивного излучения		x		3	
6	<b>Тема 6</b> Структура кристаллов и рентгеновская дифракция		x		3	
7	<b>Тема 7</b> Рентгеновский дифрактометр		x		3	
8	<b>Тема 8</b> Идентификация вещества по данным о межплоскостных расстояниях		x		3	
9	<b>Тема 9</b> Изучение электронного осциллографа (занятие 1)		x			1
10	<b>Тема 10</b> Изучение электронного осциллографа (занятие 2)		x	1		1
11	<b>Тема 11</b> Снятие температурной характеристики терморезистора		x	1		1
12	<b>Тема 12</b> Изучение характеристик фоторезистора		x	1	3	1
13	<b>Тема 13</b> Измерение вольт-амперной характеристики		x	1		1

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

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ (КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ)

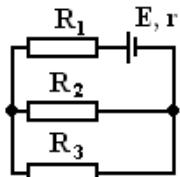
2.1 Тема контрольной работы « Полупроводниковые фотопреобразователи солнечной энергии»

2.2 Содержание индивидуального домашнего задания.

Контрольная работа (примерный вариант)

## Вариант 1

- Милливольтметр имеет ток полного отклонения  $I_m = 300 \text{ мкА}$  и внутреннее сопротивление  $R_m = 500 \text{ Ом}$ . Рассчитайте сопротивление  $R_d$  добавочного резистора к нему для измерения напряжений до 3 В.
- При измерении температуры с помощью термопары хромель-алюмель показания милливольтметра составляли 10 мВ. Чему равна измеряемая температура, если спай сравнения («холодный») находился при температуре  $t = -50^\circ\text{C}$ ? Коэффициент термоэдс термопары считать равным 40 мВ/град.
- На рисунке показана электрическая схема. Нарисуйте на схеме амперметр в месте, в которое его нужно поместить для измерения силы тока через резистор  $R_2$ , также добавьте в схему вольтметр для измерения напряжения  $R_3$ . Определите силу тока через  $R_2$  и напряжение на резисторе  $R_3$ , если величина э.д.с. источника  $20 \text{ В}$ , его внутреннее сопротивление  $r = 1 \text{ Ом}$ , а сопротивления резисторов  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 60 \text{ Ом}$ .



- Осциллограмма синусоидального сигнала состоит из 4-х полных колебаний. Чему равна частота напряжения горизонтальной развёртки, если период сигнала  $T = 10 \text{ мс}$ ?
- Холодильник мощностью 300 Вт работает в течение суток 2 часа, две осветительные лампы мощностью по 95 Вт каждая используются в течение суток 2 часа и 6 часов, соответственно. Определите полное суточное  $W_c$  и месячное  $W_m$  энергопотребление.
- Месячная солнечная инсоляция в Краснодаре в летнее время для угла наклона солнечных модулей  $\vartheta = 30^\circ$  примерно составляет  $W_s = 180 \text{ кВт}\cdot\text{час}/\text{м}^2$ . Определите количество солнечной энергии  $W$  (в кВт · ч), в среднем поступившее на солнечную батарею за лето, если площадь солнечной батареи равна  $S = 200 \text{ м}^2$ .
- Площадь солнечной батареи  $S = 50 \text{ м}^2$ . Максимальная электрическая мощность  $P_m$ , вырабатываемая батареей при стандартных условиях освещения, составляет 8 кВт. Определите к.п.д. батареи.
- Площадь солнечной батареи равна  $S = 50 \text{ м}^2$ . Определите максимальную электрическую мощность  $P_m$ , выделяемую в нагрузке, если энергетическая освещённость батареи  $E_o = 800 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , а к.п.д.  $\eta = 15 \%$ .
- Рассчитайте площадь солнечной батареи с к.п.д.  $\eta = 12 \%$ , способную вырабатывать электроэнергию для электроприборов суммарной мощностью 3,5 кВт. Условия освещённости солнечным светом считать стандартными, а потерями энергии пренебречь.
- Определите мощность солнечной батареи  $P_{cb}$  автономной фотоэлектрической системы (ФЭС), применяемой в летнее время, используя следующие исходные данные:
  - Нагрузочные устройства ФЭС:
    - Телевизор мощностью 40 Вт, работает 4 часа в сутки;
    - Осветительные лампы – 3 шт., по 40 Вт, работают 5 часов в сутки;
    - Холодильник с энергопотреблением 600 Вт·ч/сутки;
    - Характер нагрузки: переменный ток напряжением 220 В.
  - Параметры компонентов ФЭС
    - напряжение аккумуляторной батареи  $U_{AKB} = 12 \text{ В}$ ;
    - глубина разряда АКБ  $k_{gr} = 0,5$  (50 %);
    - количество пасмурных дней  $n = 2$  дня
    - температура аккумуляторной батареи  $t_{AKB} = 25^\circ\text{C}$
    - поправка на температуру АКБ  $k = 1$
  - Условия применения ФЭС
    - солнечная месячная инсоляция равна  $E = 140 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ ;
    - время года – лето (сезонный коэффициент  $k_c = 0,55$ )

## 2.3 Порядок выполнения контрольной работы.

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие правила:

1. Работу следует выполнять аккуратно в тонкой ученической тетради в клетку.

На обложке тетради следует написать: «Контрольная работа по прикладной физике студента (студентки) п -ого курса, номер группы, специальность, фамилию и инициалы», ниже указать номер варианта работы.

Допускается оформление выполненной работы в печатном виде, При этом следует использовать текстовый редактор MS Word, шрифт Times New Roman (кегль 12 или 14), поля (верхнее, нижнее-20, левое -30, правое -15), для формул - редактор формул.

2. Условия задач своего варианта или задание 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 или расчёт 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.

11. При выполнении заданий расчётного характера допускается использование вычислительных программ, составленных студентом самостоятельно или найденных в учебной или научно-технической литературе или с помощью Интернета. Ссылки на источник таких программ обязательны. При самостоятельном составлении вычислительных программ следует использовать простые алгоритмические языки.

## 2.4 Пример выполнения задания

Задача. Площадь солнечной батареи равна  $S = 50 \text{ м}^2$ . Найдите количество электроэнергии  $W$ , произведённой батареей за два часа, если энергетическая освещённость батареи  $E = 800 \text{ Вт/м}^2$ , а коэффициент полезного действия  $\eta = 14 \%$ .

Дано:

$$S = 50 \text{ м}^2$$

$$t = 2 \text{ ч.} = 7200 \text{ с}$$

$$E = 800 \text{ Вт/м}^2$$

$$\eta = 14\% \text{ или } \eta = 0,14$$

Решение

$$W = ?$$

Произведённое количество энергии определяется электрической мощностью, вырабатываемой солнечной батареей, и временем.

$$W = P \cdot t$$

Электрическая мощность определяется к.п.д. батареи и потоком солнечного излучения  $\Phi$ , падающего на поверхность батареи, который равен произведению энергетической освещённости  $E$  и площади освещаемой поверхности батареи  $S$ .

$$\eta = \frac{P}{\Phi} = \frac{P}{E \cdot S}$$

Отсюда, получаем, что  $P = \eta \cdot E \cdot S$ . Подставляем эту формулу в выражение для энергии.

$$W = \eta \cdot E \cdot S \cdot t$$

Подставляя численные значения, получаем произведённое количество энергии.

$$W = 0,14 \cdot 800 \cdot 50 \cdot 2 = 11200 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 11,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

или в единицах системы Си

$$W = 0,14 \cdot 800 \cdot 50 \cdot 7200 = 11200 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 4\,032\,000 \text{ Дж} = 4,032 \text{ МДж}$$

Проверка:  $[W] = \text{Вт/м}^2 \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с} = \text{Вт} \cdot \text{с} = \text{Дж/с} \cdot \text{с} = \text{Дж}$

Ответ:  $W = 11,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 4,032 \text{ МДж}$

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ

#### 3.1 Наименование вопроса – Термоэлектрические явления

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на значение эффекта Зеебека в возникновении термоэлектродвижущей силы.

#### 3.2 Наименование вопроса – Термопары. Устройство, принцип действия, характеристики и применение.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности: зависимость термоэдс от материалов ветвей термопары, два основных применения термопар (измерение температуры и генерация электроэнергии), конструкция и к.п.д. современных термобатарей.

#### 3.3 Наименование вопроса – Характеристики магнитного поля.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на характеристики магнитного поля: индукция и напряжённость магнитного поля и связь между ними.

3.4 Наименование вопроса – Закон электромагнитной индукции.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на универсальный характер закона электромагнитной индукции и две причины возникновения э.д.с. индукции

3.5 Наименование вопроса - Радиоактивное излучение, его виды и свойства..

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

3.6 Наименование вопроса – Закон радиоактивного распада.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

1. Вероятностный характер радиоактивного распада.

2. Правила смещения.

3.7 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).

3.8 Наименование вопроса - Структура кристаллических тел

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

различные виды и параметры элементарных ячеек различных кристаллических структур.

3.9 Наименование вопроса - Дифракция рентгеновских волн.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

природа и характеристики рентгеновского излучения; дифракция рентгеновских волн на кристаллической решётке; условие (формула) Вульфа- Брегга; применение для изучения и идентификации структуры кристаллических веществ.

3.10 Наименование вопроса – Назначение, устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на принцип действия и способ (детектор) регистрации рентгеновского излучения.

3.11 Наименование вопроса - Методика идентификации поликристаллического вещества по данным о межплоскостных расстояниях

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на связь между получаемой дифракционной картиной и типом кристаллической решётки изучаемого вещества.

3.12 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.

3.13 Наименование вопроса – Полупроводниковые приборы (терморезистор и фоторезистор)

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

Устройство, принцип действия, характеристики и области применения (конкретные примеры).

3.14 Наименование вопроса – Назначение, устройство, характеристики и применение фотодиодов

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

1. Принцип действия фотодиода;

2. Зависимость спектральной чувствительности от вида полупроводника, из которого изготовлен фотодиод.

3.15 Наименование вопроса – Назначение, устройство, характеристики и применение светодиодов

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

1. Принцип действия светодиодов;

2. Схема питания светодиода и расчёт сопротивления и мощности токоограничивающего резистора.

3.16 Наименование вопроса – Природа и характеристики солнечного света

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

1. Энергетические характеристики солнечного излучения. Солнечная инсоляция и факторы, её определяющие.

2. Влияние земной атмосферы на спектр солнечного света.

3.17 Наименование вопроса – Устройство, принцип действия и характеристики полупроводникового солнечного фотопреобразователя

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

механизм фотопреобразования в полупроводниковом солнечном фотопреобразователе

3.18 Наименование вопроса - Основные параметры и характеристики солнечного фотопреобразователя

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

1. Параметры, определяющие к.п.д. фотопреобразователя (коэффициент заполнения, напряжение холостого хода, фототок короткого замыкания);

2. Световая (нагрузочная) вольт-амперная характеристика фотопреобразователя.

3.19 Наименование вопроса - Влияние на к.п.д. солнечного фотопреобразователя температуры и уровня освещённости

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

Влияние температуры на основные параметры солнечного фотопреобразователя.

3.20 Наименование вопроса – Спектральная чувствительность солнечного фотопреобразователя

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

Влияние спектра поглощения полупроводника на спектральную чувствительность солнечного фотопреобразователя.

3.21 Наименование вопроса – Методика измерения спектральной чувствительности солнечного фотопреобразователя.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

Необходимость учитывать при измерениях спектр излучения осветителя.

3.22 Наименование вопроса – Конструкция, принцип действия и характеристики солнечных батарей наземного применения.

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

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

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:  
Влияние температуры, рассеянного света, угла наклона, влияние частичного затенения на работу солнечной батареи. Меры оптимизации и защиты солнечной батареи.

3.24 Наименование вопроса - Сетевые солнечных фотоэлектростанции

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.

3.25 Наименование вопроса - Автономные фотоэлектростанции.

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на следующие особенности:

- конструкция и принцип работы автономной фотоэлектростанции;
- назначение и работа компонентов автономной фотоэлектростанции;
- методика расчёта компонентов автономной ФЭС.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

4.1 Лабораторная работа №1 ЛР-1 «Аналоговые электроизмерительные приборы и цифровые мультиметры ».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

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

4.2 Лабораторная работа №2 ЛР-2 «Изучение электронного осциллографа »

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Устройство, назначение элементов и принцип действия электронно-лучевой трубы;
2. Структурная схема (блок-схема) базовой модели электронного осциллографа.
3. Формирование осциллограммы периодического сигнала. Соотношение частот.
4. Получение осциллограмм периодических сигналов и измерение их параметров.

4.3 Лабораторная работа №3 ЛР-3 «Снятие температурной характеристики терморезистора»

«Изучение характеристик фоторезистора»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Полупроводники и их свойства;
2. Механизм электропроводности полупроводников.
3. Конструкция, материал и свойства терморезисторов.
4. Применение терморезисторов в технике.
5. Внутренний фотоэффект.
6. Конструкция, материал, характеристики и применение фоторезисторов.

4.4 Лабораторная работа №4 ЛР-4 «Измерение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода», «Полупроводниковые выпрямители переменного тока»

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Электронно-дырочный переход в полупроводнике, его образование и вольт-амперная характеристика;
2. Механизм выпрямления в однополупериодных и двухполупериодных (мостовая) выпрямительных схемах;

4.5 Лабораторная работа №5 ЛР-5 «Фотоэлектрический метод преобразования солнечного света»,

«Измерение нагрузочной вольт-амперной характеристики солнечной батареи».

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;
4. Световая (нагрузочная) вольт-амперная характеристика;
5. Основные параметры фотопреобразователя.

4.6 Лабораторная работа №6 ЛР-6 «Современные солнечные батареи».

«Солнечные фотоэлектрические системы (электростанции)».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Конструкция, принцип действия и характеристики современных солнечных батарей наземного применения.
2. Особенности эксплуатации солнечных батарей наземного применения (влияние частичного затенения, температуры).
3. Назначение, структурная схема, основные компоненты и работа сетевой фотоэлектрической станции;
4. Преимущества сетевой фотоэлектростанции. Генерация электроэнергии согласно «зелёному тарифу».

4.7 Лабораторная работа №7 ЛР-7 «Автономные солнечные ФЭС (устройство, компоненты, работа)», «Расчёт автономной ФЭС».

При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Устройство и принцип работы автономной ФЭС;
2. Назначение и работа компонентов ФЭС.
3. Взаимосвязь параметров и характеристик компонентов автономной ФЭС.
4. Методика расчёта компонентов автономной ФЭС, предназначенной для конкретного энергопотребления.