

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Физические основы электронной техники

Код модуля
1158630(1)

Модуль
Основы электронной техники

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Иванов Владимир Юрьевич	Кандидат физико-математических наук	Заведующий кафедрой	Экспериментальной физики
2	Киселев Святослав Андреевич	без ученой степени, без ученого звания	Преподаватель	экспериментальной физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- **Иванов Владимир Юрьевич, Заведующий кафедрой, Экспериментальной физики**
- **Киселев Святослав Андреевич, Преподаватель, экспериментальной физики**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физические основы электронной техники

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Коллоквиум	1
		Домашняя работа	2
		Отчет по лабораторным работам	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физические основы электронной техники

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-4 -Способен применять достижения современных коммуникационных и информационных технологий для поиска и обработки больших объемов информации по профилю деятельности	Д-1 - Иметь нацеленность на освоение новейших коммуникационных технологий в поиске и обработке больших объемов информации по профилю деятельности З-1 - Представлять состав, классификацию, особенности функционирования программных средств системного и прикладного назначений,	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Коллоквиум Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>коммуникационных и информационных технологий для поиска и обработки информации</p> <p>П-1 - Иметь навыки использования системного программного обеспечения для поиска информации с целью решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Имеет навыки использования прикладного программного обеспечения, коммуникационных и информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Рационально и эффективно использовать функциональные возможности программных средств системного и прикладного назначений, коммуникационных и информационных технологий, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности</p>	
--	--	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.65		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа №1</i>	1,3	10
<i>Домашняя работа №2</i>	1,6	10
<i>Коллоквиум</i>	1,7	15
<i>Контрольная работа (тест)</i>	1,8	15
<i>Контрольная работа (решение задач)</i>	1,8	50

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.45		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.55		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.10		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Решение задач</i>	1,8	80
<i>Участие в работе на практических занятиях</i>	1,8	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.25		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Защита отчетов по лабораторным работам</i>	1,16	45
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	1,16	10
<i>Решение заданий для подготовки к лабораторным работам</i>	1,16	45
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		

Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)			
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания	
		Традиционная характеристика уровня	Качественная характеристика уровня

1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практически/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Статистика носителей заряда в полупроводниках
2. Расчет собственной и примесной проводимости полупроводников
3. Кинетические явления в полупроводниках
4. Контактные явления в электронно-дырочном переходе
5. Контактные явления на границе раздела "металл-полупроводник"
6. Поверхностные явления в полупроводниках
7. Расчет простых цепей с использованием полупроводниковых электронных компонентов

Примерные задания

1. Найти положение уровня Ферми относительно середины запрещенной зоны при температуре $T = 300$ К для кристалла германия, содержащего $5 \cdot 10^{16}$ атомов мышьяка (5 группа) в 1 см^3 . Собственная концентрация носителей заряда $2,4 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$.
2. Образец германия легирован атомами алюминия с концентрацией $N_A = 2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$. Определить удельную проводимость этого образца при $T = 300$ К. Собственная концентрация носителей заряда $2,4 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$. Подвижность электронов $3800 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$, подвижность дырок $1800 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$.
3. Определите подвижность и диффузионную длину электронов в кремнии при температуре

$T = 300 \text{ K}$, если коэффициент диффузии электронов $D_n = 31 \text{ см}^2/\text{с}$, время жизни электронов 500 мкс .

4. Для идеального p-n-перехода определить: а) при каком напряжении обратный ток будет достигать 90% значения обратного тока насыщения при $T = 300 \text{ K}$; б) отношение тока при прямом напряжении, равном $0,05 \text{ В}$, к току при том же значении обратного напряжения.

5. Вычислить положение уровня Ферми относительно дна зоны проводимости при температуре $T = 400 \text{ K}$ для кристалла германия, содержащего $5 \cdot 10^{16}$ атомов сурьмы (5 группа) в 1 см^3 . Учесть, что $G = 4,86 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}/\text{K}^{3/2}$.

6. Собственный германий при $T = 300 \text{ K}$ содержит $4,4 \cdot 10^{28}$ атомов на метр кубический. Собственная концентрация носителей заряда $2,5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. Чему равна концентрация дырок и электронов проводимости в примесном германии, содержащем 1 атом донорных примесей на 109 основных атомов?

7. Подвижности электронов и дырок в монокристалле кремния при комнатной температуре ($T = 300 \text{ K}$) соответственно равны 1400 и $500 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$. Определить коэффициенты диффузии электронов и дырок при этой температуре.

8. В некотором идеальном p-n-переходе обратный ток насыщения $I_0 = 10^{-14} \text{ А}$ при $T = 300 \text{ K}$ и $I_0 = 10^{-9} \text{ А}$ при $T = 125 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить напряжения на p-n-переходе в обоих случаях, если прямой ток равен 1 мА .

9. Германиевый p – n-переход с площадью $S = 1 \text{ мм}^2$ имеет обратный ток насыщения $I_0 = 10 \text{ мкА}$ при $T = 300 \text{ K}$. Полагая, что данный ток обусловлен только электронами, вычислить диффузионную длину электронов L_n в p-области. Уровень Ферми в p-области лежит на $0,5 \text{ эВ}$ ниже дна зоны проводимости, подвижность электронов $\mu_n = 3900 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$.

10. Кремниевый сплавной p – n-переход имеет площадь поперечного сечения $S = 1 \text{ мм}^2$ и барьерную емкость $C = 300 \text{ пФ}$, если подводится обратное напряжение $V = 10 \text{ В}$. Найти: а) изменение емкости, если обратное напряжение становится равным 20 В ; б) максимальную напряженность электрического поля в обедненном носителями заряда слое при обратном напряжении, равном 10 В .

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Изучение вольт-амперной характеристики p-n перехода
2. Неосновные носители заряда в полупроводниках
3. Измерение h-параметров биполярного транзистора графическим методом
4. Основные характеристики полевых транзисторов
5. Изучение характеристик светодиода
6. Изучение характеристик фотодиода

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Физические основы работы полупроводниковых диодов
2. Основные схемы включения и параметры биполярных транзисторов
3. Разновидности и принцип работы полевых транзисторов
4. Устройство и применение оптоэлектронных устройств
5. Физические основы работы тиристор

Примерные задания

1. Полупроводник в условиях равновесия имеет концентрацию дырок $p = 10^{20} \text{ м}^{-3}$ и концентрацию электронов $n = 2 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. Определить: а) полную концентрацию примесей; б) тип доминирующей примеси, тип проводимости полупроводника; в) собственную концентрацию носителей заряда.

2. Кремниевый сплавной $p - n$ -переход имеет барьерную емкость $C = 300 \text{ пФ}$, если подводится обратное напряжение $V = 10 \text{ В}$. Найти изменение емкости, если обратное напряжение становится равным 20 В . Контактную разность потенциалов принять равной $0,6 \text{ В}$.

3. В кремниевом образце n -типа с удельным сопротивлением $\rho = 3 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ при $T = 300 \text{ К}$ время жизни неосновных носителей заряда $\tau_p = 5 \text{ мкс}$. В одну из плоскостей образца вводится и поддерживается постоянной во времени избыточная концентрация дырок $p = 10^{13} \text{ см}^{-3}$. Найти плотность тока диффузии в непосредственной близости от этой плоскости полупроводника. На каком расстоянии от нее концентрация дырок будет равна 10^{12} см^{-3} ? Считать, что длина образца значительно больше диффузионной длины носителей заряда. Подвижность электронов составляет $1300 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$, подвижность дырок $500 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Статистика носителей заряда в полупроводниках
2. Расчет собственной и примесной проводимости полупроводников
3. Кинетические явления в полупроводниках
4. Контактные явления в электронно-дырочном переходе
5. Расчет простых цепей с использованием полупроводниковых электронных компонентов

Примерные задания

1. Собственный германий имеет удельную проводимость $3,56 \text{ См/м}$ при $T = 310 \text{ К}$ и $0,42 \text{ См/м}$ при $T = 273 \text{ К}$. Образец германия n -типа имеет $2 \cdot 10^{21}$ ионизированных атомов донора на 1 м^3 при этих двух температурах. Вычислить удельную проводимость такого легированного образца. Подвижность электронов $0,38 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$, а дырок в германии $0,18 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Концентрация собственных носителей заряда $2,4 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$.

2. Для идеального $p - n$ -перехода при $T = 300 \text{ К}$ определить: а) какое необходимо приложить напряжение к переходу, чтобы получить прямой ток, равный обратному току насыщения I_0 ; б) какое необходимо прямое напряжение для получения тока, в 100 раз большего, чем обратный ток насыщения I_0 .

3. В германиевом $p - n$ -переходе удельные сопротивления областей равны: $\rho_p = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ и $\rho_n = 2,08 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Подвижность электронов $\mu_n = 0,3 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ и дырок $\mu_p = 0,15 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$, концентрация собственных носителей заряда равна $n_i = 2,5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. Время

жизни неосновных носителей заряда $\tau_n = 75$ нс и $\tau_p = 150$ нс. Площадь поперечного сечения p – n-перехода $S = 10^{-6}$ м² ($T = 300$ К). Определить: а) контактную разность потенциалов ϕ_k ; б) долю тока, создаваемого дырками.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Зонная структура твердых тел
2. Полупроводниковые диоды
3. Биполярные транзисторы
4. Полевые транзисторы
5. Оптоэлектроника

Примерные задания

Нарисуйте функцию распределения Ферми для полупроводника n-типа при $T = 0$ К.

Какое свойство полупроводниковых диодов является главным? Кратко опишите его.

В какой схеме включения транзистора выходное напряжение отличается от входного по фазе на 180° ? Сравните коэффициент усиления по мощности этой схемы с другими.

Управляющая (стокзатворная) характеристика полевого транзистора с управляющим p-n переходом – это зависимость каких величин?

Какие физические факторы влияют на световую характеристику фоторезистора при больших световых потоках?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Статистика носителей заряда в полупроводниках
2. Расчет собственной и примесной проводимости полупроводников
3. Кинетические явления в полупроводниках

Примерные задания

1. Что такое разрешенные и запрещенные энергетические зоны?

2. Что такое стабилизатор напряжения? Поясните основной принцип его работы.

3. Определить относительное положение уровня Ферми в кремниевом полупроводнике p-типа проводимости и концентрацию неосновных носителей заряда, если концентрация акцепторной примеси $N_A = 10^{16}$ см⁻³, а температура окружающей среды $T = 343$ К.

4. Удельное сопротивление собственного германия при $T = 300$ К $\rho = 0,43$ Ом·м. Подвижности электронов и дырок в германии равны соответственно $0,39$ и $0,19$ м²/В·с. Определите собственную концентрацию электронов и дырок.

5. Вычислить диффузионные длины для электронов в германии p-типа и дырок в германии n-типа, если время жизни неосновных носителей заряда $\tau_n = \tau_p = 10^{-4}$ с, коэффициенты диффузии для германия p-типа $D_n = 99 \cdot 10^{-4}$ м²/с и для германия n-типа $D_p = 47 \cdot 10^{-4}$ м²/с.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Контактные явления в электронно-дырочном переходе
2. Контактные явления на границе раздела "металл-полупроводник"
3. Поверхностные явления в полупроводниках

Примерные задания

1. Охарактеризуйте режимы работы биполярного транзистора.
2. Какие преимущества биполярных и полевых транзисторов сочетает в себе IGBT-структура? За счет чего удается этого достичь?

3. Для контакта металл-полупроводник на основе кремния n-типа проводимости с концентрацией донорной примеси $N=5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ рассчитать контактную разность потенциалов, если в качестве металла использован Та ($\phi_M=4,5 \text{ эВ}$), $T=300 \text{ К}$.

Концентрация собственных носителей заряда $1,45 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$, ширина запрещенной зоны кремния $1,12 \text{ эВ}$, сродство кремния к электрону $4,05 \text{ эВ}$.

4. Вычислить барьерную емкость германиевого полупроводникового диода с площадью поперечного сечения p – n-перехода $S = 1 \text{ мм}^2$ и с шириной области, обедненной носителями заряда, равной $2 \cdot 10^{-4} \text{ см}$.

5. Планарный p–n-переход выполнен из кремния с $\rho_n=5 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ и $\tau_p=1 \text{ мкс}$ в n-области и с $\rho_p=0,1 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ и $\tau_n=5 \text{ мкс}$ в p-области. Найти плотность тока, протекающего через переход при прямом напряжении, равном $0,3 \text{ В}$.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.6. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Изучение p-n перехода
2. Неосновные носители заряда
3. Однофазная однополупериодная схема выпрямления
4. Измерение h-параметров биполярного транзистора графическим способом
5. Основные характеристики полевого транзистора
6. Изучение характеристик светодиодов

Примерные задания

Ход работы:

- 1) Собрать схему измерения согласно рис. 5.1

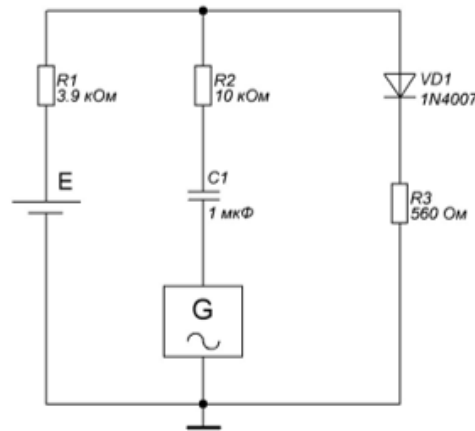


Рисунок 5.1 – Схема для измерения времени жизни неосновных носителей заряда при запирании р-п перехода

- 2) Подать с генератора на схему прямоугольный сигнал (меандр) амплитудой 4 В с частотой 25 кГц.

- 3) Установить на источнике постоянного напряжения $E = 0$ В.

- 4) Подключить осциллограф на измерительное сопротивление R_3 , получить эпюру изменения тока. Получить устойчивую осциллограмму.

- 5) Измерить величины: t_s – время рассасывания и t_r – время регенерации, U_f и U_r – амплитуды напряжений до и после переключения из прямого смещения в обратное. Для измерения всех величин пользоваться меню «Курсор», вызвав его соответствующей кнопкой на лицевой панели осциллографа.

- 6) Изменяя напряжение смещения в диапазоне от 0 до 1,5 В с шагом 0,1 В, измерить перечисленные величины.

- 7) По полученным данным в отчете необходимо заполнить таблицу 1, рассчитав следующие значения: $I_f = U_f/R_3$, $I_r = U_r/R_3$, $t_{\text{вос}} = t_s + t_r$.

Значение τ_p получить двумя способами: а) в рамках уточненной модели ($\frac{t_s}{\tau_p} \approx 0,2 \frac{I_f}{I_r}$ при $0,1 < \frac{I_r}{I_f} < 1$); б) непосредственно через интеграл ошибок,

воспользовавшись таблицей значений для него ($\operatorname{erf}\left(\sqrt{\frac{t_s}{\tau_p}}\right) = \frac{1}{1 + \frac{I_r}{I_f}}$). Для поиска значений воспользоваться справочной литературой.

8) Собрать схему однофазного однополупериодного выпрямителя в соответствии с рис. 5.2. В начальном случае схема собирается без сглаживающего конденсатора С1. Получить устойчивую осциллограмму напряжения на Rн. Подать с генератора сигнал амплитудой 5-10 В частотой 100-500 Гц.

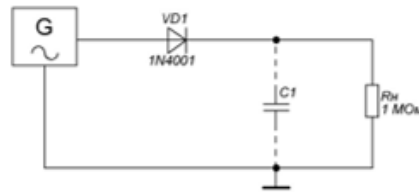


Рисунок 5.2 – Схема для изучения работы однофазного однополупериодного выпрямителя

9) Добавить в схему сглаживающий конденсатор, используя конденсаторы номиналом 1, 1,5, 2,2, 3,3, 4,7 нФ и их комбинации между собой. В режиме измерений осциллографом получить значения действительного напряжения (тип «Mean») и разницы между максимальным и действительным значениями напряжения (см. рис. 5.3).

Для каждого случая рассчитать коэффициент сглаживания по формуле:

$$S = \frac{U_{02}}{U_{01}} \cdot \frac{U_{11}}{U_{12}}$$

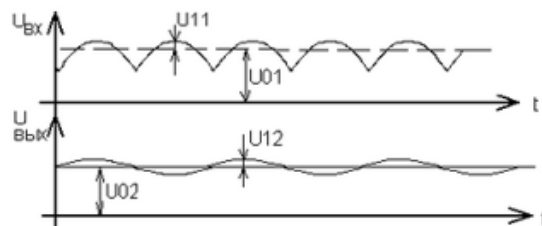


Рисунок 5.3 – Данные для расчета коэффициента сглаживания (пример)

Для удовлетворения требованиям к сглаживающему фильтру считается достаточным условие $U_{12} < U_{11}$, $U_{02} \approx U_{01}$.

В отчете построить зависимость коэффициента сглаживания от емкости использованных конденсаторов, сделать выводы по полученной зависимости.

Таблица 1 – Пример оформления результатов измерения времени жизни неосновных носителей заряда

$E, В$	$I_f, А$	$I_r, А$	I_f/I_r	$t_s, с$	$t_r, с$	$t_{вос}, с$	$\tau_p, с$	$\tau_p, с$
							Вариант расчета 1	Вариант расчета 2

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Энергетические уровни и зоны.
2. Проводники, полупроводники и диэлектрики.
3. Собственная электропроводность полупроводников.
4. Распределение электронов по энергетическим уровням.
5. Примесная электропроводность полупроводников – донорные и акцепторные примеси.
6. Процессы переноса зарядов в полупроводниках.
7. Электрические переходы. Электронно-дырочный переход.
8. Вентильное свойство p-n-перехода. Прямое и обратное смещение.
9. ВАХ p-n-перехода.
10. Виды пробоев p-n-перехода. Емкость p-n-перехода.
11. Электрические переходы. Контакт «металл-полупроводник».
12. Контакт между полупроводниками одного типа проводимости. Гетеропереходы.
13. Омические переходы и их свойства.
14. Полупроводниковые диоды. Общие сведения о диодах, их классификация.
15. Выпрямительные диоды. Конструкция, предназначение, вольт-амперная характеристика.
16. Выпрямительные диоды. Система статических и динамических параметров.
17. Особенности вольт-амперных характеристик кремниевых и германиевых выпрямительных диодов.
18. Полупроводниковые диоды. Импульсные диоды. Переходные процессы в импульсном диоде.
19. Полупроводниковые диоды. Туннельные диоды и их параметры. Обращенный диод.
20. Полупроводниковые диоды. Диоды Шоттки. Устройство, особенности и параметры.
21. Полупроводниковые диоды. Варикапы. Устройство, принцип работы и основные параметры.
22. Полупроводниковые диоды. Стабилитроны. Стабисторы. Отличия стабилитронов от стабисторов.
23. Применение полупроводниковых приборов: однофазная однополупериодная схема выпрямления.
24. Применение полупроводниковых приборов: однофазная мостовая схема.
25. Применение полупроводниковых приборов: параметрический стабилизатор напряжения. Диодный ограничитель.
26. Биполярные транзисторы. Структура и основные режимы работы. Основные параметры БПТ.
27. Физические процессы в биполярном транзисторе. Эффект Эрли.
28. Биполярные транзисторы. Схемы включения транзистора (схема с общей базой, схема с общим эмиттером, схема с общим коллектором) и их параметры.
29. Статические характеристики биполярных транзисторов.
30. Биполярные транзисторы. Эквивалентные схемы транзистора. Транзистор как линейный четырехполюсник.
31. Определение h-параметров транзистора графическим методом.
32. Полевые транзисторы. Полевой транзистор с управляющим p-n-переходом. Статические характеристики полевых транзисторов.

33. Полевые транзисторы. Основные параметры и схемы включения полевых транзисторов.
34. Полевые транзисторы. Полевой транзистор с изолированным затвором: со встроенным и индуцированным каналом.
35. Полевые транзисторы. Сравнение МДП- и БПТ. Комбинированные транзисторы.
36. Тиристоры. Общие принципы устройства, разновидности, принцип работы.
37. Физические процессы, происходящие в динисторе.
38. Триодные тиристоры. Процессы включения и запираания тиристоров. Симисторы. Применение тиристоров.
39. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Внешний фотоэффект. Характеристики фотоэлементов.
40. Фотоэлектрические приборы на основе внешнего фотоэффекта – фотоэлементы, фотоэлектронные умножители.
41. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Фотоэлектрические приборы на основе внутреннего фотоэффекта – фоторезисторы, фототранзисторы, фототиристоры.
42. Фотодиоды. Фотогальваническое и фотодиодное включение.
43. Оптоэлектронные полупроводниковые приборы. Светодиоды. Принцип работы, основные характеристики, классификация.
44. Методы получения светодиодов белого цвета свечения.
45. Оptronы – определение, принцип устройства, применение.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях общение в социальных сетях и электронной почте в системах «студент-преподаватель», «группа студентов-преподаватель», «студент-студент», «студент-группа	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-4	Д-1	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Лабораторные занятия Практические/семинарские занятия

	студентов»				
--	------------	--	--	--	--