

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Наименование образовательной программы: Квантовая и оптическая электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электронные устройства регистрации излучения**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Печинская О.В. |
| | Идентификатор | Re5ee8217-ZhukovaOV-c5929df5 |

(подпись)

О.В.
Печинская

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Скорнякова Н.М. |
| | Идентификатор | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

(подпись)

Н.М.
Скорнякова

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Скорнякова Н.М. |
| | Идентификатор | R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6 |

(подпись)

Н.М.
Скорнякова

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-1 Анализ исходных требований к разрабатываемому проекту квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-5 Разработка нормативно-технической документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-6 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчёт параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа)
2. Расчёт фотосигнала и шумовых параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа)
3. Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала» (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % | | | | |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|
| | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
| | Срок КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| Основы работы электронных устройств регистрации излучения | | | | | |
| Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала | + | | | | |
| Методы детектирования | + | | | | |
| Параметры и характеристики приёмников излучения | + | | | + | |

| | | | | |
|--|----|----|----|----|
| Источники шумов приёмников излучения | + | | | + |
| Устройства регистрации излучения различных типов | | | | |
| Приёмники на основе внешнего фотоэффекта | | + | + | + |
| Приёмники излучения на основе внутреннего фотоэффекта | | + | + | + |
| Фотоприёмники с координатной выборкой (многоэлементные приёмники излучения) | | + | + | + |
| Тепловые приёмники излучения | | + | + | |
| Вес КМ: | 15 | 25 | 35 | 25 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

6 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % | | | | |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|
| | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
| | Срок КМ: | 12 | 16 | 16 | 16 |
| Расчет параметров потока излучения | | + | + | | + |
| Расчет интегральной чувствительности приемника | | + | + | | + |
| Расчет параметров полезного сигнала на выходе оптико-электронного прибора | | + | | + | + |
| Расчет пороговых и шумовых параметров приемника | | | | + | + |
| Расчет отношения сигнал/шум | | | | + | + |
| Вес КМ: | | 20 | 30 | 30 | 20 |

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Индекс компетенции | Индикатор | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Контрольная точка |
|--------------------|--|--|---|
| ПК-1 | ИД-1 _{ПК-1} Анализ исходных требований к разрабатываемому проекту квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства | Знать: физические принципы работы электронных устройств регистрации излучения способы оценки и контроля параметров и характеристик электронных устройств регистрации излучения Уметь: рассчитывать параметры устройств регистрации излучения | Защита лабораторных работ (Лабораторная работа) |
| ПК-1 | ИД-5 _{ПК-1} Разработка нормативно-технической документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства | Знать: способы компьютерной обработки данных, полученных с приёмника излучения, а также способы оценки погрешности результатов измерений Уметь: проводить энергетический расчёт оптико- | Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала» (Тестирование) Расчёт параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа) Расчёт фотосигнала и шумовых параметров приёмников лазерного излучения (Контрольная работа) |

| | | | |
|------|---|--|---|
| | | электронных приборов с учётом влияния шумов и фонового излучения | |
| ПК-1 | ИД-6ПК-1 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов | <p>Знать:</p> <p>основные методики проведения экспериментальных исследований параметров электронных устройств регистрации излучения</p> <p>Уметь:</p> <p>анализировать тактико-технические характеристики электронных устройств регистрации излучения в составе квантово-оптических систем</p> | <p>Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала» (Тестирование)</p> <p>Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)</p> |

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест по теме «Регистрация лазерного излучения и выделение сигнала»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование в аудитории; длительность 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест состоит из 12 вопросов, охватывает знания 1 темы 1 раздела дисциплины. В тесте содержатся вопросы 4 типов: один из многих, многие из многих, установите соответствие, развёрнутый ответ.

Контрольные вопросы/задания:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|------------------------------|------------------------------|---|--------------------|---------|---|--------------------|------|--|--------------------------|------|
| <p>Знать: способы компьютерной обработки данных, полученных с приёмника излучения, а также способы оценки погрешности результатов измерений</p> | <p>1. Пирометры, термоэлектрические приёмники, болометры относят к _____ приёмникам излучения. Рекомендуемый ответ: тепловым</p> <p>2. Пересчёт интегральной чувствительности к излучению заданного источника осуществляется по формуле:</p> <table border="1" data-bbox="735 1077 1374 1133"> <tr> <td>1) $S = S \frac{K}{K}$</td> <td>2) $S = S \frac{K}{K}$</td> <td>3) $\Phi = \Phi \frac{K}{K}$</td> <td>4) $\Phi = \Phi \frac{K}{K}$</td> </tr> </table> <p>Рекомендуемый ответ: 1</p> <p>3. Запишите единицы измерения следующих величин: освещённость; сила излучения; световой поток; энергетическая освещённость Рекомендуемый ответ: лк, Вт/ср, лм, Вт/м²</p> | 1) $S = S \frac{K}{K}$ | 2) $S = S \frac{K}{K}$ | 3) $\Phi = \Phi \frac{K}{K}$ | 4) $\Phi = \Phi \frac{K}{K}$ | | | | | | | | |
| 1) $S = S \frac{K}{K}$ | 2) $S = S \frac{K}{K}$ | 3) $\Phi = \Phi \frac{K}{K}$ | 4) $\Phi = \Phi \frac{K}{K}$ | | | | | | | | | | |
| <p>Знать: основные методики проведения экспериментальных исследований параметров электронных устройств регистрации излучения</p> | <p>1. Одним из способов уменьшить токовый шум является... Рекомендуемый ответ: повышение частоты</p> <p>2. Установите соответствие:</p> <table border="1" data-bbox="735 1498 1477 1839"> <tr> <td>1) Абсолютная спектральная токовая чувствительность</td> <td>а) S_{λ}^{λ}</td> <td>В/Вт</td> </tr> <tr> <td>2) Интегральная вольтовая чувствительность в световых величинах</td> <td>б) $S_{U,e}^{U,e}$</td> <td>отн.ед.</td> </tr> <tr> <td>3) Интегральная вольтовая чувствительность в энергетических величинах</td> <td>в) $S_{U,v}^{U,v}$</td> <td>А/Вт</td> </tr> <tr> <td>4) Относительная спектральная чувствительность</td> <td>г) $S_I^I I_I (\lambda)$</td> <td>В/лм</td> </tr> </table> <p>Рекомендуемый ответ: 1-г-А/Вт; 2-в-В/лм; 3-б-В/Вт; 4-а-отн.ед.</p> | 1) Абсолютная спектральная токовая чувствительность | а) S_{λ}^{λ} | В/Вт | 2) Интегральная вольтовая чувствительность в световых величинах | б) $S_{U,e}^{U,e}$ | отн.ед. | 3) Интегральная вольтовая чувствительность в энергетических величинах | в) $S_{U,v}^{U,v}$ | А/Вт | 4) Относительная спектральная чувствительность | г) $S_I^I I_I (\lambda)$ | В/лм |
| 1) Абсолютная спектральная токовая чувствительность | а) S_{λ}^{λ} | В/Вт | | | | | | | | | | | |
| 2) Интегральная вольтовая чувствительность в световых величинах | б) $S_{U,e}^{U,e}$ | отн.ед. | | | | | | | | | | | |
| 3) Интегральная вольтовая чувствительность в энергетических величинах | в) $S_{U,v}^{U,v}$ | А/Вт | | | | | | | | | | | |
| 4) Относительная спектральная чувствительность | г) $S_I^I I_I (\lambda)$ | В/лм | | | | | | | | | | | |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено не менее, чем на 9,6 баллов из 12.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено не менее, чем на 8,4 баллов из 12.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено не менее, чем на 6 баллов из 12.

КМ-2. Расчёт параметров приёмников лазерного излучения

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная контрольная работа

Краткое содержание задания:

Контрольная работа содержит 3 задачи и охватывает материал темы 2 раздела 1, а также частично материалы раздела 2.

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|---|
| <p>Уметь: проводить энергетический расчёт оптоэлектронных приборов с учётом влияния шумов и фонового излучения</p> | <p>1. Определить чувствительность фотодиода Hamamatsu G12183 к излучению АЧТ с температурой 1330 К, если известно, что чувствительность фотодиода 1,3 А/Вт и он паспортизовался по источнику с максимальной излучательной способностью на длине волны 1,55 мкм. 2. Фотоэлемент Ф-5 с кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодом паспортизовался по источнику типа «А» при полосе пропускания усилительного тракта 160 Гц. Найти порог чувствительности фотоэлемента в заданной полосе частот для излучения паспортного источника в световых величинах. Считать преобладающим дробовой шум.</p> |
|--|---|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено верно, в полном объеме, допускаются несущественные арифметические ошибки.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в полном объёме, однако, в одной из задач имеются ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задачи выполнены с ошибками, не являющимися грубыми.

КМ-3. Расчёт фотосигнала и шумовых параметров приёмников лазерного излучения

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная контрольная работа

Краткое содержание задания:

Контрольная работа содержит 2 задачи и охватывает материал раздела 2.

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|---|
| Уметь: проводить энергетический расчёт оптико-электронных приборов с учётом влияния шумов и фонового излучения | 1. Определить реакцию приёмника ФД-5Г на излучение вольфрамового шарика, если известно, что его энергетическая светимость $40,8 \text{ Вт/см}^2$, а коэффициент теплового излучения $0,45$. Диаметр шарика 5 мм , расстояние от источника до входного зрачка оптической системы 2 м . Относительное отверстие оптической системы $1:5$, потерями на поглощение и отражение в системе пренебречь. |
|--|---|

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено верно, в полном объеме, допускаются несущественные арифметические ошибки.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в полном объеме, однако, в одной из задач имеются ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если обе задачи выполнены с ошибками, не являющимися грубыми.

КМ-4. Защита лабораторных работ

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторных работ проводится в виде устного опроса по контрольным вопросам к работе.

Краткое содержание задания:

Лабораторная работа 1

Выполнить градуировку монохроматора; получить спектральную характеристику ФЭУ; получить зависимость коэффициента усиления ФЭУ от напряжения питания.

Лабораторная работа 2

Получить световую и вольт-амперную характеристики фотодиода (в фотогальваническом и фотодиодном режимах работы); определить электрические параметры фотодиода.

Лабораторная работа 3

Получить зависимость СКЗ шумов и сбойных точек на матрице в зависимости от чувствительности сенсора; оценить разрешающую способность системы; определить увеличение объектива для разных фокусных расстояний; получить световые характеристики для разных значений чувствительности; определить динамический диапазон камеры, а также максимальную приведённую погрешность от нелинейности линейного участка световой характеристики.

Лабораторная работа 4

Выполнить градуировку монохроматора; получить график чувствительности исследуемого приёмника в зависимости от длины волны; рассчитайте диффузионную длину электронов по полученным значениям чувствительности.

Контрольные вопросы/задания:

| | |
|--|---|
| Знать: способы оценки и контроля параметров и характеристик электронных устройств регистрации излучения | <ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего выполняют градуировку монохроматора? 2. Почему в отсутствие потока излучения ток фотодиода не равен нулю? 3. Как в работе 3 определяется динамический диапазон приемника? |
| Знать: физические принципы работы электронных устройств регистрации излучения | <ol style="list-style-type: none"> 1. Почему для работы электровакуумных приборов необходимо высокое питающее напряжение? 2. Перечислите основные характеристики матричных приемников. |
| Уметь: рассчитывать параметры устройств регистрации излучения | <ol style="list-style-type: none"> 1. По экспериментально полученной ВАХ фотодиода определите оптимальное сопротивление нагрузки в фотогальваническом режиме. 2. Постройте теоретическую ВАХ, используя следующие данные: чувствительность фотодиода 0,5 А/Вт, поток излучения 1 мкВт, темновой ток 2 мкА, напряжение питания 9 В, температура сенсора 22С. |
| Уметь: анализировать тактико-технические характеристики электронных устройств регистрации излучения в составе квантово-оптических систем | <ol style="list-style-type: none"> 1. Каким образом осуществляется градуировка монохроматора? 2. Получите формулу для расчёта погрешности $S_{иссл}$. 3. Выведите формулу (4.5) работы 4. |

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если на вопросы даны полные, исчерпывающие ответы; задания выполнены в полном объёме и без ошибок.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто; задания выполнены с небольшими недочётами.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если на вопросы даны ответы с неточностями или даны не полные ответы; задания выполнены с небольшими недочётами.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Фотодиод (ФД): принцип действия, вольтамперная характеристика. Работа фотодиода в фотодиодном и фотогальваническом режимах.
2. Найти порог чувствительности матричного ФПЗС, если дисперсия шума, обусловленного зарядовым пакетом, генерированным потоком излучения, составляет $14,64 \cdot 10^6$, а дисперсия шума, обусловленного внутренними факторами ФПЗС, $5 \cdot 10^4$, время накопления равно 0,7 мс, токовая чувствительность ФПЗС к потоку излучения составляет 2,5 мА/лм.

Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам в устной форме. В билете содержится один теоретический вопрос и одна задача. Время на подготовку к ответу 60 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-1 Анализ исходных требований к разрабатываемому проекту квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

Вопросы, задания

1. Принцип работы ПЗС-матриц. Процедура переноса заряда в строке. Матрицы со строчно-кадровым и кадровым переносом.
2. Координатно-чувствительные приёмники. Сравнение ПЗС и ПЗИ матриц.
3. Определить коэффициент яркости ЭОП ЭП-15, если световая отдача экрана 15 кд/Вт, интегральная чувствительность 0,18 мА/лм, напряжение питания 10 кВ.
4. Основные характеристики фотоприёмников: спектральные, частотные, шумовые.
5. Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Принцип действия. Режимы работы ФЭУ.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Дробовый шум ФЭУ определяется выражением

Ответы:

1) $\sqrt{4kTR\Delta f}$

2) $\sqrt{2eI_{\phi}^{\Phi}\Delta f}$

3) $\sqrt{2eI_{\phi}^{\Phi}M(1+B)\Delta f}$

4) $\sqrt{2eI_{\phi}^{\Phi}M(1+B)\Delta f}$

Верный ответ: 3

2. Напряжение фотосигнала может быть рассчитано по формуле

Ответы:

1) $U_{\phi}^{\Phi} = S_{\phi}^U \Phi_e^e$

- 2) $U_{\phi}^{\Phi} = \frac{\Phi_e^e}{S_U^U}$
- 3) $U_{\phi}^{\Phi} = S_I^I \Phi_e^e$
- 4) $U_{\phi}^{\Phi} = S_U^U \Phi_v^v$

Верный ответ: 1, 4

3. Коэффициент использования излучения глазом определяется соотношением

Ответы:

- 1) $= \frac{\int_0^0 0_0 \Phi_e^e e_e (\lambda) v(\lambda) d\lambda}{\int_0^0 0_0 \Phi_e^e e_e (\lambda) d\lambda}$
- 2) $= \frac{\int_0^0 0_0 \Phi_e^e e_e (\lambda) s(\lambda) d\lambda}{\int_0^0 0_0 \Phi_e^e e_e (\lambda) d\lambda}$
- 3) $= \frac{\int_0^0 0_0 m_e^e e_e (\lambda) v(\lambda) d\lambda}{\int_0^0 0_0 m_e^e e_e (\lambda) d\lambda}$

Верный ответ: 1

4. Максимальная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения равна

Ответы:

- 1) 683 Вт/лм
- 2) 683 лм*Вт
- 3) 1
- 4) 683 лм/Вт

Верный ответ: 4

2. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ПК-1} Разработка нормативно-технической документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

Вопросы, задания

1. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) ФД. Зависимость ВАХ от потока излучения.
2. Вычислить напряжение дробового шума фотоприёмника, если сила тока, протекающего в цепи, равна 1 мА, полоса частот 100 Гц, а сопротивление 0,5 МОм.
3. Вольтамперная характеристика (ВАХ) ФД при различных режимах включения ФД. Выбор оптимального сопротивления нагрузки.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какова функция делителя напряжения?

Ответы:

- 1) обеспечение линейности выходного сигнала
- 2) создание ускоряющей разности потенциалов
- 3) фокусировка пучка электронов

Верный ответ: 2

2. Для чего используют увиолетовые и кварцевые окна?

Ответы:

- 1) для работы в ИК-диапазоне
- 2) для работы в УФ-диапазоне
- 3) для работы в видимом диапазоне
- 4) для отсечки фонового излучения

Верный ответ: 2

3. Сформулируйте принципиальное отличие ПЗС-приёмника (CCD) от ПЗИ-приёмника (CMOS).

Ответы:

Развернутый ответ.

Верный ответ: Поскольку в CMOS-приёмниках для считывания, хранения и санирования используется инжекция и перенос заряда внутри отдельной ячейки, возможно проводить выборку заряда от любой ячейки. В CMOS-приёмниках также возможна предварительная обработка сигнала в пределах ячейки.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-бПК-1 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов

Вопросы, задания

1. Определить пороговый поток для ФЭУ с темновым током анода $0,15 \text{ мкА}$, токовой чувствительностью фотокатода и анода 60 мкА/лм и 100 А/лм , соответственно, при 300 К , сопротивлении нагрузки 10 кОм , в единичной полосе частот. Считать $(1 + B) = 2,5$. Влиянием фона пренебречь.

2. Фотоэлемент Ф-5 с кислородно-серебряно-цезиевым фотокатодом паспортизовался по источнику типа «А» при полосе пропускания усилительного тракта 160 Гц . Найти порог чувствительности фотоэлемента в заданной полосе частот для излучения паспортного источника в световых величинах. Считать преобладающим дробовой шум.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Принцип действия ФЭУ основан

Ответы:

- 1) на внешнем фотоэффекте
- 2) на внутреннем фотоэффекте
- 3) на фотоэлектрическом эффекте

Верный ответ: 1

2. Шумы какого типа обусловлены хаотическим движением свободных электронов в приемнике?

Ответы:

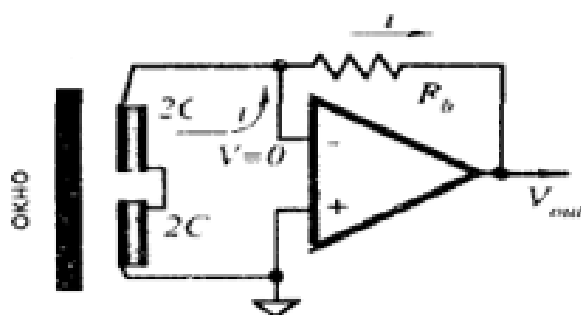
- 1) токовый
- 2) тепловой
- 3) генерационно-рекомбинационный
- 4) дробовой

Верный ответ: 2

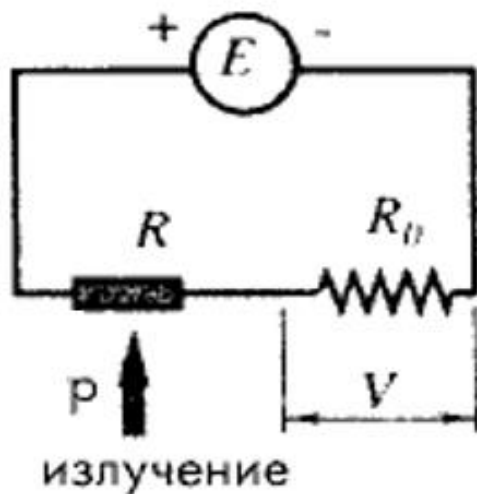
3. Эквивалентная электрическая схема пироэлектрического приёмника

Ответы:

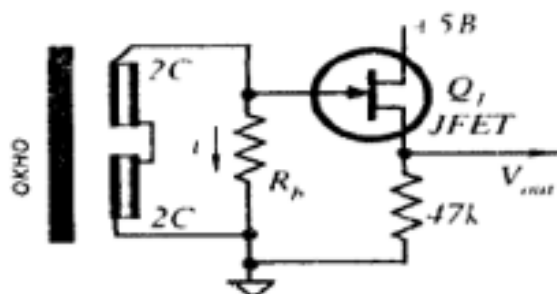
1)



2)



3)



4)



Верный ответ: 4

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки, при решении задач допущены арифметические ошибки, не влияющие на интерпретацию результата решения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. На вопросы углубленного уровня ответы не даны или даны не верно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

Для курсового проекта/работы:

6 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

В ходе защиты курсовой работы студенты демонстрируют графический материал: задание, параметры и характеристики элементов оптической системы, примеры расчётов, необходимые схемы и графики. Длительность доклада студента 5-10 минут. По окончании доклада члены комиссии могут задавать дополнительные вопросы.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена на высоком уровне и в срок, имеются незначительные замечания по оформлению.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена на хорошем уровне и в срок; предложенное решение обеспечивает функционирование прибора, уровень регистрируемого сигнала лежит в пределах линейного участка световой характеристики; имеются замечания по оформлению пояснительной записки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена удовлетворительно (или с большим опозданием); предложенное решение обеспечивает функционирование прибора, однако, не приведены параметры и характеристики, подтверждающие полученные в ходе расчётов величины, не приведено обоснование выбора составной части прибора в случае замены элемента; имеются существенные замечания по оформлению пояснительной записки.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».