

**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 нанoeлектроника**

**Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**


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

**Москва  
2023**

## 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 <sub>ПК-1</sub> Анализ исходных требований к разрабатываемому проекту квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	Знать: способы оценки и контроля параметров и характеристик электронных устройств регистрации излучения физические принципы работы электронных устройств регистрации излучения Уметь: рассчитывать параметры устройств регистрации излучения	Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)
ПК-1	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> 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) <math>S = S \frac{K}{K}</math></td> <td>2) <math>S = S \frac{K}{K}</math></td> <td>3) <math>\Phi = \Phi \frac{K}{K}</math></td> <td>4) <math>\Phi = \Phi \frac{K}{K}</math></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/м<sup>2</sup></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 1481 1843"> <tr> <td>1) Абсолютная спектральная токовая чувствительность</td> <td>а) <math>s_{\lambda}^{\lambda}</math></td> <td>В/Вт</td> </tr> <tr> <td>2) Интегральная вольтовая чувствительность в световых величинах</td> <td>б) <math>S_{U,e}^{U,e}</math></td> <td>отн.ед.</td> </tr> <tr> <td>3) Интегральная вольтовая чувствительность в энергетических величинах</td> <td>в) <math>S_{U,v}^{U,v}</math></td> <td>А/Вт</td> </tr> <tr> <td>4) Относительная спектральная чувствительность</td> <td>г) <math>S_I^I I_I (\lambda)</math></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) $s_{\lambda}^{\lambda}$	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) $s_{\lambda}^{\lambda}$	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 $5 \text{ мм}$ , расстояние от источника до входного зрачка оптической системы $2 \text{ м}$ . 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"> <li>1. Для чего выполняют градуировку монохроматора?</li> <li>2. Почему в отсутствие потока излучения ток фотодиода не равен нулю?</li> <li>3. Как в работе 3 определяется динамический диапазон приемника?</li> </ol>
Знать: физические принципы работы электронных устройств регистрации излучения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Почему для работы электровакуумных приборов необходимо высокое питающее напряжение?</li> <li>2. Перечислите основные характеристики матричных приемников.</li> </ol>
Уметь: рассчитывать параметры устройств регистрации излучения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По экспериментально полученной ВАХ фотодиода определите оптимальное сопротивление нагрузки в фотогальваническом режиме.</li> <li>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.</li> </ol>
Уметь: анализировать тактико-технические характеристики электронных устройств регистрации излучения в составе квантово-оптических систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким образом осуществляется градуировка монохроматора?</li> <li>2. Получите формулу для расчёта погрешности <math>S_{иссл}</math>.</li> <li>3. Выведите формулу (4.5) работы 4.</li> </ol>

#### 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-1<sub>ПК-1</sub> 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<sub>ПК-1</sub> 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 увиолевые 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  $60 \text{ мкА/лм}$  и  $100 \text{ А/лм}$ , соответственно, при  $300 \text{ К}$ , сопротивлении нагрузки  $10 \text{ кОм}$ , 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  $160 \text{ Гц}$ . 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:

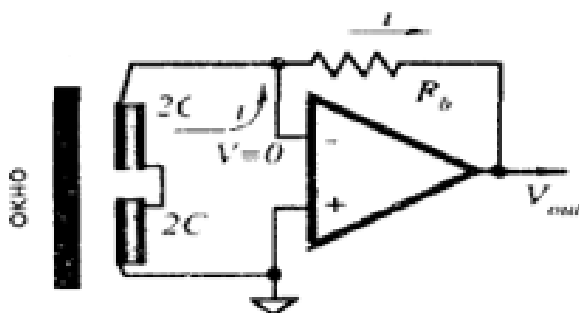
- 1) токовый
- 2) тепловой
- 3) генерационно-рекомбинационный
- 4) дробовой

Верный ответ: 2

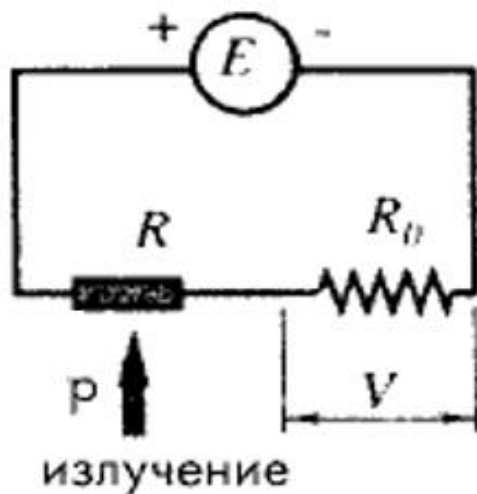
3. Эквивалентная электрическая схема пироэлектрического приёмника

Ответы:

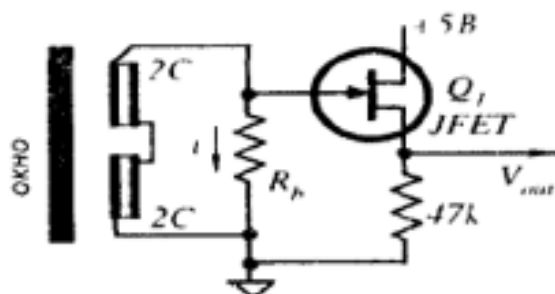
- 1)



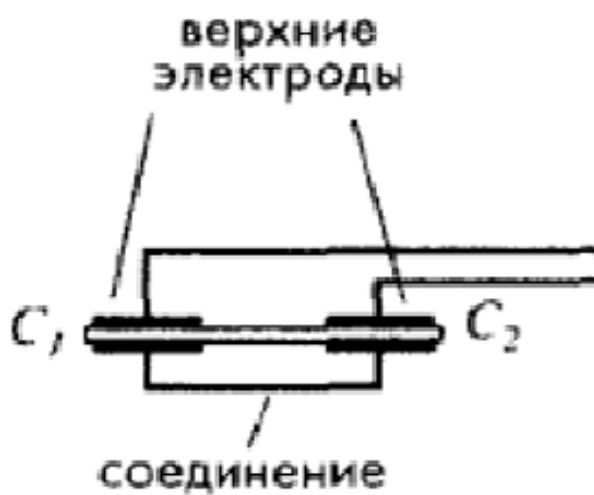
- 2)



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».