

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

**Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение**

**Наименование образовательной программы: Компьютерная фотоника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Квантовые и оптические системы**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Паршин В.А.
Идентификатор	R683b30a4-ParshinVA-d4b11303	

В.А. Паршин

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74bf	

Н.М.  
Скорнякова

Заведующий  
выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74bf	

Н.М.  
Скорнякова

## 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. ОПК-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении

ИД-1 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

ИД-2 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Взаимодействие излучения с веществом (Тестирование)
2. Структура ВОЛС (Контрольная работа)
3. Фундаментальные понятия квантовой физики (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Парамагнитные усилители и пучковые генераторы (Контрольная работа)
2. Свойства, типы и принцип работы лазеров (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

4 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	3	6	12	9	15
Основы квантовой электроники						
Взаимодействие излучения с веществом		+				
Основные понятия квантовой электроники		+				
Общий принцип работы лазеров						
Устройство и принцип работы лазеров			+			
Свойства лазерного излучения			+			
Типы лазеров			+			

Мазеры					
Парамагнитные усилители			+		
Пучковые генераторы			+		
Основы оптоэлектроники					
Главные термины оптики				+	
Этапы развития оптоэлектроники				+	
Фотоэлектронные приемники				+	
Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС)					
Элементная база ВОЛС					+
Голографические системы хранения и обработки информации					+
Системы отображения информации					+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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
ОПК-3	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	Знать: физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники Уметь: использовать физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники	Фундаментальные понятия квантовой физики (Тестирование) Свойства, типы и принцип работы лазеров (Контрольная работа)
ОПК-3	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Знать: физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов Уметь:	Парамагнитные усилители и пучковые генераторы (Контрольная работа) Взаимодействие излучения с веществом (Тестирование) Структура ВОЛС (Контрольная работа)

		<p>использовать физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов</p> <p>использовать на практике известные методы построения экспериментальных лазерных и оптоэлектронных схем, схем с использованием оптических волокон и устройств на их основе, схем регистрации параметров лазерного излучения</p>	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Фундаментальные понятия квантовой физики

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем

#### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку знаний по фундаментальным понятиям квантовой физики

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники	<p>1. Какому условию должна удовлетворять длина волны света <math>\lambda</math>, падающего на поверхность металла, чтобы началось явление фотоэффекта?</p> <p>A – работа выхода; h – постоянная Планка; <math>\nu</math> – частота; E<sub>k</sub> – энергия электрона</p> <p>1. <math>\lambda &gt; \frac{A}{h\nu}</math> 2. <math>\lambda &lt; \frac{hc}{A}</math> 3. <math>\lambda &gt; \frac{E_k}{h\nu}</math> 4. <math>\lambda &gt; \frac{hc}{A}</math></p> <p>Ответ: 2</p> <p>2. Каким выражением определяется импульс фотона с энергией E?</p> <p>1. c/E 2. h<math>\nu</math>/E 3. E/hc 4. E/c</p> <p>Ответ: 4</p> <p>3. Лазер полезной мощностью 30 Вт испускает каждую секунду <math>10^{20}</math> фотонов. Определите длину волны излучения лазера (мкм). <math>h = 6,6 \cdot 10^{-34}</math> Дж•с</p> <p>1. 0,66 2. 0,99 3. 1,98 4. 0,78</p> <p>Ответ: 1</p> <p>4. В каких единицах измеряется постоянная Планка?</p> <p>1. Дж 2. Дж/с</p>
---	---

	3. Дж*с 4. Дж/м Ответ: 3 5. Сколько фотонов каждую секунду испускает источник монохроматического света с длиной волны 660 нм и мощностью 20 Вт? $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ 1. $6,7 \cdot 10^{19}$ 2. $5 \cdot 10^{20}$ 3. $1 \cdot 10^{20}$ 4. $6,7 \cdot 10^{21}$ Ответ: 1
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено ниже порогового уровня, установленного шкалой*

**КМ-2. Свойства, типы и принцип работы лазеров**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполненное задание отправляется в СДО "Прометей" в рамках функционала "Письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку знаний по свойствам, типам и принципам работы лазеров

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать физические принципы работы, возможности, технические характеристики и параметры устройств квантовой и оптической электроники	1. Опишите устройство лазера и принцип работы. Почему в четырехуровневой системе можно получать инверсную населенность при минимальном уровне накачки? 2. Сформулируйте условия получения максимального уровня инверсии в трехуровневой системе 3. Рассчитайте сколько фотонов излучает лазер за 1 с ( $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ ), если мощность светового луча лазера, работающего на волне длиной $6,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ ,
--	---

	<p>равна 2 Вт</p> <p>4. Определите импульс фотона (кг•м)/с, длина волны которого <math>4,41 \cdot 10^{-7}</math> м (<math>h = 6,62 \cdot 10^{-34}</math> Дж•с)</p> <p>5. Укажите основные параметры и особенности следующих лазеров: – рубинового; – на неодимовом стекле; – на алюмоиттриевом гранате; – гелий-неонового; – на смеси углекислый газ – азот – гелий; – газодинамического; – химического; – на парах металлов; – ионно – аргоновых; – азотного; – эксимерных; – полупроводниковых; – на красителях</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено верно с незначительными ошибками, выбрано верное направление решения*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено преимущественно верно, допущены ошибки при выборе направления решения*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнены критерии для оценки "удовлетворительно"*

**КМ-3. Парамагнитные усилители и пучковые генераторы**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполненное задание отправляется в СДО "Прометей" в рамках функционала "Письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку знаний по свойствам, типам и принципам работы мазеров

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: использовать физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите устройство и принцип действия многорезонаторного отражательного парамагнитного усилителя</li> <li>2. Опишите устройство и принцип действия парамагнитного усилителя бегущей волны</li> <li>3. Опишите устройство и принцип действия генератора на аммиаке</li> <li>4. Опишите устройство и принцип действия генератора на водороде</li> </ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено верно с незначительными ошибками, выбрано верное направление решения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 55

Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено преимущественно верно, допущены ошибки при выборе направления решения

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнены критерии для оценки "удовлетворительно"

**КМ-4. Взаимодействие излучения с веществом**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизированный уникальным логином и паролем

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку знаний по различным аспектам взаимодействия излучения с веществом

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия квантовых и оптических приборов	1. По каким параметрам световой квант вынужденного излучения отличается от возбуждающего кванта? 1. По направлению 2. По поляризации 3. По частоте 4. Не отличается от возбуждающего кванта Ответ: 4 2. Разность энергий между двумя уровнями некоторого вещества равна 1 эВ. Оцените порядок частоты излучения, возникающего при переходе частицы с верхнего на нижний уровень этого вещества. 1. $2,4 \cdot 10^{14}$ Гц 2. $2,4 \cdot 10^{15}$ Гц 3. $1,2 \cdot 10^{16}$ Гц 4. $2,4 \cdot 10^{12}$ Гц
--	---

	<p>Ответ: 1</p> <p>3.Какова размерность величины «плотность излучения»?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дж/м<sup>2</sup></li> <li>2. Дж/ Гц</li> <li>3. Дж/сек</li> <li>4. Дж/м<sup>3</sup></li> </ol> <p>Ответ: 4</p> <p>4.При переходе светового потока из среды в вакуум какая из величин, характеризующих световую волну, сохраняется?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Длина волны <math>\lambda</math></li> <li>2. Частота <math>\nu</math></li> <li>3. Фазовая скорость волны</li> <li>4. Отношение <math>\lambda/n</math>, где <math>n</math>– показатель преломления среды</li> </ol> <p>Ответ: 2</p> <p>5.Какие виды переходов из основного в возбужденное состояние возможны в системе частиц, обладающих двумя уровнями энергии?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Спонтанные, вынужденные и безизлучательные</li> <li>2. Спонтанные и вынужденные</li> <li>3. Вынужденные</li> <li>4. Безизлучательные и спонтанные</li> </ol> <p>Ответ: 4</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено ниже порогового уровня, установленного шкалой*

**КМ-5. Структура ВОЛС**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполненное задание отправляется в СДО "Прометей" в рамках функционала "Письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку знаний по структуре волоконно-оптических линий связи

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать на практике известные методы построения экспериментальных лазерных и оптоэлектронных схем, схем с использованием оптических волокон и устройств на их основе, схем регистрации параметров лазерного излучения	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Назовите основные отличительные особенности ВОЛС</li><li>2. Перечислите области использования оптических волокон и кабелей. Достоинства и недостатки оптического волокна, как направляющей системы, по сравнению с медными жилами кабелей связи</li><li>3. Проанализируйте причины возникновения волноводной дисперсии импульсных световых сигналов, способы ее уменьшения и количественная оценка волноводной дисперсии</li><li>4. Поясните лучевой подход к распространению света по оптическому волокну</li><li>5. Перечислите и охарактеризуйте причины дисперсии световых импульсов в оптических волокнах</li></ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено верно с незначительными ошибками, выбрано верное направление решения*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено преимущественно верно, допущены ошибки при выборе направления решения*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если не выполнены критерии для оценки "удовлетворительно"*

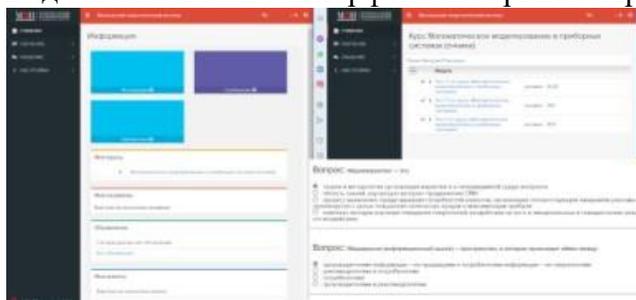
# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



## Процедура проведения

В тесте встречаются вопросы следующих типов: 1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл) 2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 4. развернутый ответ, вводится вручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1опк-3 Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений

### Вопросы, задания

1. Дайте определение квантовой электронике. Назовите первые квантовые генераторы когерентного излучения
2. Чем отличается излучение лазеров? В чем отличия между спонтанными вынужденным излучением
3. Что такое Доплеровское уширение? Чем определяется уширение при столкновениях?
4. Какие процессы учитываются в двухуровневой системе? Какие процессы учитываются в трехуровневой системе? Сформулируйте условия получения максимального уровня инверсии в трехуровневой системе
5. На основе каких элементов создаются электрооптические модуляторы. При каких условиях возможна прямая модуляция излучения п/п лазера

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Работа выхода для серебра составляет  $6 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите красную границу фотоэффекта (нм).  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с,  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с

Ответы:

1. 200
2. 500
3. 460
4. 330

Верный ответ: 4

2. Как изменится максимальная энергия фотоэлектронов, если, не меняя частоты падающего света, увеличить его интенсивность в 2 раза?

Ответы:

1. уменьшится в 2 раза
2. не изменится
3. увеличится в 4 раза
4. увеличится в 2 раза

Верный ответ: 2

3. Какую энергию должен иметь фотон (МэВ), чтобы его масса стала равной массе покоя электрона?

Ответы:

1. 1
2. 10
3. 0,511
4. 0,3

Верный ответ: 3

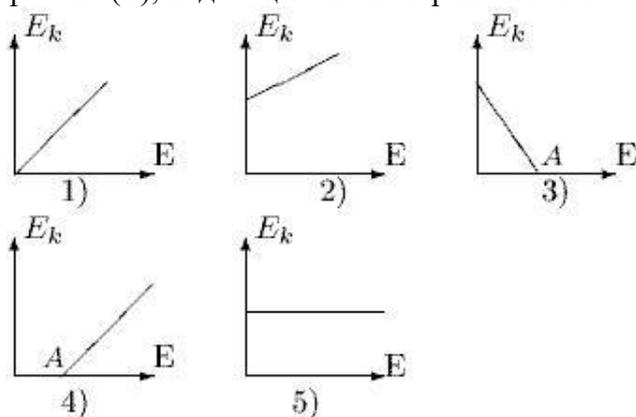
4. Определите импульс фотона (кг•м)/с, длина волны которого равна 500 нм.  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж•с

Ответы:

1.  $2,7 \cdot 10^{-27}$
2.  $2,6 \cdot 10^{-26}$
3.  $1,3 \cdot 10^{-25}$
4.  $1,3 \cdot 10^{-27}$

Верный ответ: 4

5. На каком из приведенных графиков правильно отражена зависимость максимальной кинетической энергии ( $E_k$ ) электрона, вылетающего с поверхности металла, от энергии фотона ( $E$ ), падающего на поверхность металла? А - работа выхода электрона из металла.



Ответы:

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

Верный ответ: 4

6. В устройствах парамагнитного усилителя бегущей волны **не используют** замедляющую систему типа:

Ответы:

1. резонансного
2. индуктивного
3. геометрического
4. диэлектрического

Верный ответ: 2

7. Минералами, используемыми в качестве активной среды парамагнитных усилителей, являются:

Ответы:

1. рубин
2. рубоит
3. родзит
4. рутил
5. рохаит

Верный ответ: 1, 4

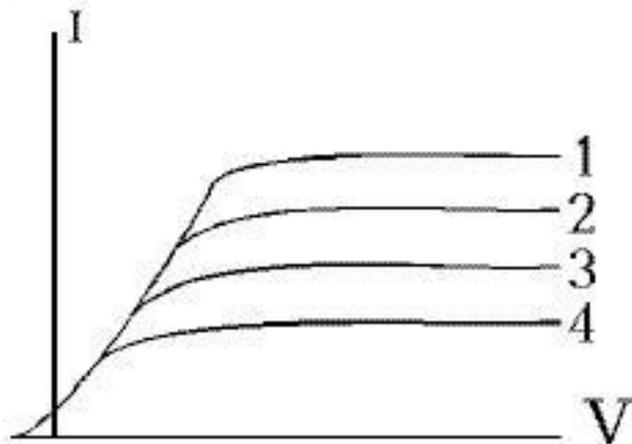
**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>опк-3</sub> Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

### Вопросы, задания

1. Укажите условия возникновения генерации излучения в квантовой системе
2. Что такое добротность оптического резонатора? Как возникает стоячая волна в плоском резонаторе?
3. Что такое самовозбуждение? Опишите развитие лазерного импульса при модуляции добротности
4. Применение оптопар. Как согласуются элементы оптопар
5. Принцип записи и считывания в голографии. Магнитные и голографические запоминающие системы

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. На рисунке приведены вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Какая характеристика соответствует минимальному световому потоку, падающему на фотокатод?



Ответы:

1. 3
2. 2
3. 1
4. 4

Верный ответ: 4

2. Распределение концентрации частиц по энергиям в термодинамически равновесной системе описывается

Ответы:

1. распределением Максвелла
2. распределением Пуассона
3. распределением Больцмана
4. распределением Гаусса

Верный ответ: 3

3. Какова энергия фотона (эВ) излучения с длиной волны  $10^{-7}$  м ( $h = 4 \cdot 10^{-15}$  эВ·с)?

Ответы:

1. 2
2. 4
3. 8
4. 12

Верный ответ: 4

4. Какое из перечисленных ниже оптических явлений получило объяснение на основе квантовой теории света?

Ответы:

1. дифракция
2. дисперсия
3. фотоэффект
4. интерференция

Верный ответ: 3

5. Что такое фотон?

Ответы:

1. нейтральная частица, способная перемещаться в пустоте со скоростью от 200 до 300 тысяч км/с
2. частица, обладающая массой электрона, но имеющая заряд противоположного знака
3. квант электромагнитного излучения
4. "дырка" в твердом теле

Верный ответ: 3

6. Генератор на  $H_2$  работает на длине волны  $\lambda$  равной:

Ответы:

1. 16 см
2. 21 см
3. 27 см
4. 33 см

Верный ответ: 2

7. Частота колебаний, соответствующая используемому инверсионному переходу, в генераторе на  $NH_3$  составляет:

Ответы:

1. 20340 МГц
2. 21320 МГц
3. 22850 МГц
4. 23870 МГц

Верный ответ: 4

8. Для генерации и усиления электромагнитных волн в диапазоне более 1 мм методами квантовой электроники следует использовать активные среды с расстояниями между энергетическими уровнями менее:

Ответы:

1.  $10^{-1}$  эВ
2.  $10^{-2}$  эВ

3.  $10^{-3}$  эВ

4.  $10^{-4}$  эВ

Верный ответ: 3

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "отлично" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание выполнено в установленном объеме в соответствии со шкалой*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено ниже порогового уровня, установленного шкалой*

## ***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 аттестационной составляющих