

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)



Утверждаю

Директор УрТИСИ СибГУТИ

Е.А. Минина

2021 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине «Физические основы квантовой оптики»

для основной профессиональной образовательной программы по направлению

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи

квалификация – бакалавр

форма обучения – очная

год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

**Приложение 1 к рабочей программе**  
**по дисциплине «Физические основы квантовой оптики»**  
Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»  
(СибГУТИ)  
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге  
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю  
Директор УрТИСИ СибГУТИ  
\_\_\_\_\_ Е.А. Минина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине **«Физические основы квантовой оптики»**  
для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направленность (профиль) – Технологии и системы оптической связи  
квалификация – бакалавр  
форма обучения – очная  
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

## 1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин)
ПК-1. Способен к эксплуатации и развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных	ПК-1.4 Владеет способами и методами применения оптических прозрачных материалов для целей развития сетевых платформ, систем и сетей передачи данных (1 этап)	3	Физика Высшая математика Материалы и компоненты электронной техники

Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен (3 семестр).

## 2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Шкала оценивания	Результаты обучения	Дескрипторы уровней освоения компетенций
ПК-1.4 Владеет способами и методами применения оптических прозрачных материалов для целей развития сетевых платформ, систем и сетей передачи данных		
Низкий (пороговый) уровень	Владеет способами и методами применения оптических прозрачных материалов для целей развития сетевых платформ, систем и сетей передачи данных	Владеет общими представлениями о применении оптически прозрачных материалов для передачи данных
Средний уровень		Свободно владеет способами и методами применения оптически прозрачных материалов для передачи данных
Высокий уровень		Решает стандартные профессиональные задачи с использованием способов и методов применения оптически прозрачных материалов для целей развития сетевых платформ, систем и сетей передачи данных

2.2 Таблица соответствия результатов промежуточной аттестации по дисциплине уровню этапа формирования компетенций

Форма контроля	Шкала оценивания	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения компетенции
Экзамен	удовлетворительно	ПК-1.4	низкий
	хорошо	ПК-1.4	средний
	отлично	ПК-1.4	высокий

## 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процесс оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлен в таблицах по формам обучения:

Тип занятия	Тема (раздел)	Оценочные средства
ПК-1.4 - Владеет способами и методами применения оптических прозрачных материалов для целей развитию сетевых платформ, систем и сетей передачи данных		
Лекция	<p>Электромагнитные волны</p> <p>Волновая оптика</p> <p>Квантовая оптика</p> <p>Спектры излучения и поглощения</p> <p>Взаимодействие электромагнитного поля с веществом</p>	Контрольная работа с оценкой, экзамен
Практическое занятие	<p>Электромагнитные волны.</p> <p>Тепловое излучение Фотоны и их свойства Давление света.</p> <p>Фотоэффект. Эффект Комптона.</p> <p>Корпускулярно-волновой дуализм материи. Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей.</p> <p>Линейчатый спектр атома водорода. Спектр атома водорода по Бору. Многоэлектронные атомы</p> <p>Дисперсия света. Поглощение света.</p> <p>Дисперсия света. Поглощение света.</p>	Тест, домашнее задание
Лабораторная работа	<p>Исследование фотодиода</p> <p>Изучение дифракции электронов на щели</p> <p>Исследование характеристик полупроводникового фоторезистора</p> <p>Изучение рассеяния рентгеновских лучей</p> <p>Измерение температуры и интегрального коэффициента излучения тела методом спектральных отношений</p> <p>Термоэлектронная эмиссия. Контактная разность потенциалов</p>	Отчет по лабораторной работе
Самостоятельная работа	Все разделы дисциплины (модуля)	Контрольная работа, домашнее задание, отчеты по лабораторным работам, экзамен

#### 4. Типовые контрольные задания

Представить один пример задания по каждому типу оценочных средств для каждой компетенции, формируемой данной дисциплиной.

##### 1. Лабораторные работы по дисциплине (модулю).

Задания на выполнение лабораторных работ представлены в электронно-информационной образовательной среде и доступны по URL – (<http://aup.uisi.ru/2424712/>).

2. Перечень вопросов к экзамену представлен в электронно-информационной образовательной среде и доступны по URL – ((<http://aup.uisi.ru/2424712/>)).

##### 3. Практические занятия по дисциплине (модулю).

Задания, на выполнение индивидуальных заданий, представлены в электронно-информационной образовательной среде и доступны по URL – ((<http://aup.uisi.ru/2424712/>)).

##### 2. Самостоятельная работа по дисциплине (модулю).

Задания, на выполнение самостоятельной работы, представлены в электронно-информационной образовательной среде и доступны по URL – ((<http://aup.uisi.ru/2424712/>)).

5. Пример билета для устного экзамена.

Федеральное агентство связи Уральский технический институт связи и информатики (филиал) ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики" в г. Екатеринбурге (УрТИСИ СибГУТИ)	<b>Экзаменационный билет</b> № <u>4</u>  по дисциплине «Физические основы квантовой оптики»	УТВЕРЖДАЮ: Зав. кафедрой ВМиФ <hr/> « <u>04</u> » <u>сентября</u> 2019 г.
--	--	---

Направление 11.03.02 ИКТиСС Профиль Технологии и системы оптической связи  
Уровень Бакалавриат Факультет ИИиУ  
курс 2 семестр 3

1. Квантовая природа света: тепловое излучение, законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана, смещения Вина; формулы Релея-Джинса, Планка.

*Задача.* Мощность излучения АЧТ равна 10 КВт. Найти величину излучающей поверхности тела, если известно, что длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности его энергетической светимости, равна  $7 \cdot 10^{-7}$  м.

2. Спектры атомов. Линейчатый спектр атома водорода. Формула Бальмера.

*Задача.* Определить длину волны спектральной линии, соответствующую переходу электрона в атоме водорода с шестой боровской орбиты на вторую. К какой серии относится эта линия? Которая она по счёту?

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_ Ильиных Н.И.

6. Перечень вопросов для устных экзаменов:

***Электромагнитные волны***

Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.

Скорость распространения электромагнитных возмущений.

Значение теории Максвелла.

Существование электромагнитных волн как следствие теории Максвелла.

Генерация электромагнитных волн.

Уравнение плоской гармонической электромагнитной волны.

Волновое уравнение для электромагнитных волн.

Свойства электромагнитных волн.

Скорость распространения электромагнитных волн.

Перенос энергии электромагнитными волнами. Вектор Пойнтинга.

Давление электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

***Интерференция света.***

Когерентные световые волны. Пространственная и временная когерентность.

Способы получения когерентных световых волн.

Явление интерференции света.

Расчет интерференционной картины. Условия минимумов и максимумов.

Интерференция света в тонких пленках. Кольца Ньютона.

Практическое применение интерференции света.

Интерферометр Майкельсона. Многолучевая интерферометрия.

***Дифракция света.***

Принцип Гюйгенса-Френеля.

Метод зон Френеля для расчета дифракционной картины.

Расчет дифракционной картины за круглым отверстием и экраном.

Дифракция Фраунгофера. Расчет дифракционной картины за одной щелью.

Дифракционная решетка. Дифракция на пространственной решетке.

Рентгеновское излучение. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга.

Основы голографии.

***Поляризация света.***

Естественный и поляризованный свет.

Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера.

Поляризация при двойном лучепреломлении.

Поляроиды. Закон Малюса.

Элементы Фурье-оптики.

***Элементы кристаллооптики.***

Распространение света в оптически прозрачных кристаллах.

Оптическая ось кристалла.

Двойное лучепреломление света.

Обыкновенный и необыкновенный лучи.

Прохождение света через одноосные кристаллы. Искусственная оптическая анизотропия.

Вращение плоскости поляризации.

Эффекты Фарадея и Керра.

***Тепловое излучение и его характеристики.***

Закон Кирхгофа.

Квантовая гипотеза излучения Планка.

Абсолютно черное тело.

Законы Стефана-Больцмана и Вина.

***Корпускулярно-волновой дуализм материи.***

Волны де Бройля. Экспериментальное доказательство волновых свойств материи.

Соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Корпускулярно волной дуализм света.

Фотоны. Энергия, масса, импульс фотона.

***Фотоэффект:*** Внешний фотоэффект и его законы. Уравнение Эйнштейна для

фотоэффекта. Внутренний фотоэффект.

Эффект Комптона.

Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

**Модели строения атомов.**

Модели атома Томсона и Резерфорда. Недостатки этих моделей.

Закономерности в спектрах испускания атомарного водорода.

Теория атома Бора. Постулаты Бора.

Вывод формулы Бальмера-Ридберга из теории атома Бора.

Ограниченность теории Бора.

Современные модели строения атомов.

**Многоэлектронные атомы. Излучение атомами электромагнитных волн.**

Квантовые числа для электронов в атомах.

Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек.

Квантовые переходы в атоме.

Оптические и рентгеновские спектры.

Закон Мозли.

Принцип работы лазера.

Основы лазерной связи ВОЛС.

**Взаимодействие электромагнитного поля с веществом**

Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.

Диэлектрическая проницаемость агрегатных состояний вещества в переменном электромагнитном поле.

Дисперсия света. Объяснение дисперсии на основе классической электронной теории.

Фазовая и групповая скорости. Связь между ними.

Скорость переноса энергии.

Спектральный анализ.

Анизотропия.

Поглощение (адсорбция) света.

Рассеяние света.

Излучение Вавилова-Черенкова.

Распространение волн в неоднородных и анизотропных средах.

Циклотронный резонанс.

Усиление электромагнитного поля в среде с отрицательными потерями, «инверсия» квантовых состояний в веществе, принцип работы лазеров.

### **Примерные задачи:**

1. Плоская электромагнитная волна распространяется в однородной изотропной среде с  $\varepsilon = 2$  и  $\mu = 1$ . Амплитуда напряженности электрического поля волны  $E_0 = 12$  В/м. Определить: а) фазовую скорость волны; б) амплитуду напряженности магнитного поля волны
2. АЧТ находится при температуре  $T_1 = 2900$  К. В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости изменилась на  $\Delta\lambda = 9$  мкм. До какой температуры  $T_2$  охладили тело?
3. Определить для фотона с длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм: 1) его массу ( $m$ ); 2) энергию ( $\varepsilon$ ); 3) импульс ( $p$ ).
4. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна  $2,75 \cdot 10^{-7}$  м. Найти: работу выхода электронов из этого металла; максимальную скорость электронов, вырываемых из этого металла светом с длиной волны  $1,8 \cdot 10^{-7}$  м.
5. Фотон с длиной волны  $\lambda = 5$  пм испытал комптоновское рассеяние под углом  $\theta = 90^\circ$  на первоначально покоившемся свободном электроне. Определить энергию и импульс электрона отдачи.
6. Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов  $U = 200$  В, имеет длину волны де Бройля  $2,02$  пм. Найти массу частицы, если ее заряд численно равен заряду электрона.

7. Время жизни атома в возбужденном состоянии  $t = 10$  нс. Учитывая, что постоянная Планка  $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$  эВ·с, определите ширину энергетического уровня (в эВ).
8. Определить длину волны спектральной линии, соответствующую переходу электрона в атоме водорода с шестой боровской орбиты на вторую. К какой серии относится эта линия? Которая она по счёту?
9. Учитывая принцип запрета Паули, определите максимальное число электронов, которые могут находиться на энергетическом уровне с  $n = 5$ .
10. Заполненной электронной оболочке соответствует главное квантовое число  $n=4$ . Определите число электронов на этой оболочке, которые имеют одинаковое магнитное квантовое число  $m_l = 0$ .

**5. Банк контрольных заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации**

Представлен в электронной информационно-образовательной среде по URI:  
<https://eios.sibsutis.ru/>, [https://ndo.sibsutis.ru/Teachers\\_Page/courses.aspx](https://ndo.sibsutis.ru/Teachers_Page/courses.aspx).



Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ВМиФ

19.05.2021 г.      Протокол № 9

Заведующий кафедрой (разработчика)

  
подпись

В.Т. Куанышев  
инициалы, фамилия

19.05.2021 г.

Оценочные средства рассмотрены и утверждены на заседании кафедры [ВМиФ]

19.05.2021 г.      Протокол № 9

Заведующий кафедрой (разработчика)

\_\_\_\_\_  
подпись

В.Т. Куанышев  
инициалы, фамилия

19.05.2021 г.