

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра микро- и нанoeлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Могильная Е.П.

« 04 »

2025 года



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине (практике)

Квантовая и оптическая электроника

(наименование учебной дисциплины, практики)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Электронные приборы и устройства

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик (разработчики):

доцент

(должность)



(подпись)

Савицкий И.В.

Фос рассмотрен и одобрен на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники
от « 03 » 03 2025 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой



(подпись)

Войтенко В.А.

(ФИО)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Квантовая и оптическая электроника»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Чем определяется изменение энергии внешнего поля излучения в единичном объеме квантовой системы?

А) Разностью энергий, излучаемых и поглощаемых при индивидуальных переходах

Б) Суммой энергий, излучаемых и поглощаемых при индивидуальных переходах

В) Общей энергией, излучаемой при индивидуальных переходах

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.1)

2. Выберите один правильный ответ

Когда происходит увеличение плотности поля внешнего излучения в квантовой системе?

А) Когда распределение населенностей инвертировано

Б) Когда наступает вырождение распределения населенностей

В) Когда населенность уровней не подчинена распределению Ферми-Дирака

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.1)

3. Выберите один правильный ответ

Чем характеризуются системы с инверсией населенностей?

А) Отрицательным поглощением

Б) Положительным поглощением

В) Отрицательной абсолютной температурой

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.2)

4. Выберите один правильный ответ

Какие системы квантовых частиц называют системами с инверсией населенностей?

А) Системы, в которых хотя бы для двух уровней энергии более высоко расположенный уровень населен сильнее нижнего уровня

Б) Системы, в которых каждый более высоко расположенный уровень населен сильнее нижнего уровня

В) Системы, в которых энергии более высоко расположенных уровней меньше энергии нижних уровней

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.3)

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие между индексами m , n и q в обозначении колебательной моды TEM_{mnq} конфокального резонатора и связанными величинами. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Индекс	Связанная величина
1)	m	А) Изменение поля в направлении x
2)	n	Б) Изменение поля в направлении y
3)	q	В) Число полуволн, укладываемых вдоль оси z

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-10 (ПК-10.1)

2. Установите правильные соответствия между оптическими явлениями и условиями их возникновения. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Оптическое явление	Условия возникновения
1)	Дифракционное расхождение	А) Возникает, когда каждый участок волнового фронта рассматривается как элементарный источник вторичного излучения, которое распространяется во все стороны
2)	Геометрическое расхождение	Б) Может быть обусловлена тем, что на отверстие диаметром D падает сферическая волна с радиусом кривизны R , после чего получается конусный пучок с угловыми размерами $\alpha = D/R$
3)	Каустика	В) Возникает при отражении или преломлении изогнутой поверхностью или объектом световых лучей, или проецировании полученной таким образом световой оболочки на другую поверхность

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.3)

3. Установите правильные соответствия между принципами дифракции и их описанием. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Принцип дифракции	Описание
1)	Дифракция Фраунгофера	А) Случай дифракции, при которой дифракционная картина наблюдается на значительном расстоянии от отверстия или преграды
2)	Дифракция Френеля	Б) Дифракционная картина, которая наблюдается на небольшом расстоянии от препятствия, по условиям, когда основной вклад в интерференционную картину дают границы экрана
3)	Принцип Гюйгенса	В) Каждая точка фронта (поверхности, достигнутой волной) является вторичным (то есть новым) источником сферических волн

Правильный ответ:

1	2	3
А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.2)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Расположите в правильной логической последовательности.

При измерении диаметра проволоки по дифракционной технологии производятся следующие действия:

А) создается пучок монохроматического излучения;

Б) луч света, обходя проволоку, создаёт дифракционный силуэт;

В) многоэлементный приёмник преобразует дифракционную картину в электронные сигналы;

Г) пересчет изображения дифракционной картины в значение диаметра.

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.3)

2. Расположите в правильной логической последовательности.

Эволюция дифракционной картины рассеянного сигнала в течение действия лазерного импульса при измерении динамики рассеянного излучения в зоне Фраунгофера происходит в следующем порядке:

А) возникает интенсивное диффузное рассеяние в телесном угле 40° ;

Б) на фоне диффузного рассеяния появляется рефлекс в виде креста;

В) на ранее образованную картину накладывается "крест", повернутый относительно предыдущего изображения на угол 45° ;

Г) формируется стационарная картина рефлексов.

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.2)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Нормальные моды конфокального линзового световода _____ с модами конфокального резонатора.

Правильный ответ: совпадают

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.1)

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Резонатор устойчив, когда при попеременном отражении от зеркал резонатора происходит такая периодическая фокусировка распространяющегося в нем излучения, что в приближении геометрической оптики энергия излучения _____ из резонатора.

Правильный ответ: не выходит

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.3)

3. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

В квантовой электронике индуцированное излучение активной среды используется для когерентного _____ электромагнитных волн, для создания квантовых усилителей и генераторов.

Правильный ответ: усиления

Компетенции (индикаторы): ПК-10 (ПК-10.1)

4. Напишите пропущенное слово (словосочетание).

Характерной особенностью развития квантовой электроники, связанного с освоением областей, затрагивающих новый диапазон длин волн начинается с появления _____.

Правильный ответ: генераторов

Компетенции (индикаторы): ПК-10 (ПК-10.1)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. В системах с дискретными уровнями энергии, кроме индуцированных и спонтанных переходов существенную роль играют и _____.

Правильный ответ: релаксационные / безызлучательные переходы

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.1)

2. Классическим примером неоднородного уширения полосы излучения является _____, характерное для газов при малых давлениях или высоких частотах.

Правильный ответ: доплеровское уширение / эффект Доплера

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.3)

3. Термин «Неоднородное уширение» возник в спектроскопии ЯМР, в которой уширение этого типа происходило из-за неоднородности _____.

Правильный ответ: внешнего намагничивающего поля в пределах исследуемого образца

Компетенции (индикаторы): ПК-10 (ПК-10.1)

4. Исследование динамики дифракционной картины в процессе лазерной обработки полупроводникового материала позволяет _____.

Правильный ответ: проследить за процессом самомодификации поверхности полупроводника и определить ее механизм.

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Какие свойства йода-127 позволили использовать его в качестве поглотителя для стабилизации частоты лазерного излучения?

Время выполнения – 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Свойства йода-127, которые позволили использовать его в качестве поглотителя для стабилизации частоты лазерного излучения:

Значительная населённость нижнего состояния. Среди требований к поглотителю в лазере можно выделить длительное время жизни возбуждённого состояния и большая относительная молекулярная масса.

Наличие линий поглощения в области перестройки частоты лазерных диодов даёт возможность использовать их в качестве реперных линий для стабилизации частоты излучения.

Стабильное положение центральной частоты кривой поглощения. Спектр поглощения йода-127 в видимой области состоит из переходов из основного состояния X в состояния с большей энергией. Начало этого спектра находится в красной области и соответствует диссоциации молекулы на два атома в нормальных состояниях $^2P_{3/2}^+$, $^2P_{3/2}$. Если электронно-колебательный переход происходит на достаточно высокие колебательные уровни, то молекула йода может диссоциировать на атом в нормальном состоянии $^2P_{3/2}$ и на возбуждённый атом $^2P_{1/2}$. Граница схождения системы полос поглощения соответствует диссоциации молекулы на два таких атома. Расстояние от первой границы сплошного спектра в красной области до второй границы равно энергии возбуждения атомного состояния $^2P_{3/2}$.

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.1)

2. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите условие возникновения интерференции.

Время выполнения – 15 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Если на экран приемника попадают одновременно две произвольные электромагнитные волны E_1 и E_2 , то согласно принципу суперпозиции, напряженность результирующего поля равна $E=E_1+E_2$. Для перехода к энергетическому описанию, возведем это равенство в квадрат

$$E^2=(E_1+E_2)^2=E_1^2+E_2^2+2E_1E_2$$

Известно, что инерционность измерительной аппаратуры значительно превышает частоту колебаний оптического диапазона. Воспользуемся гипотезой Гиббса, которая предполагает, что средние по времени значения физических величин, характеризующих систему, равны их средним статистическим значениям. Усредним по времени данное выражение и с данными опыта будем сравнивать значение среднего квадрата напряженности стационарного эргодического поля

$$\langle E^2 \rangle = \langle (E_1 + E_2)^2 \rangle = \langle E_1^2 \rangle + \langle E_2^2 \rangle + 2\langle E_1 E_2 \rangle.$$

В зависимости от того, что получается при усреднении произведения

$\langle E_1 E_2 \rangle$, названного интерференционным членом, реализуются два случая:

1) если $\langle E_1 E_2 \rangle = 0$, то $\langle E^2 \rangle = \langle E_1^2 \rangle + \langle E_2^2 \rangle$, $I = I_1 + I_2$, т.е. складываются интенсивности, интерференция отсутствует;

2) если $\langle E_1 E_2 \rangle \neq 0$, то $I \neq I_1 + I_2$, происходит перераспределение потока энергии в пространстве.

Неравенство

$$\langle E_1 E_2 \rangle \neq 0$$

является необходимым условием возникновения интерференции.

Компетенции (индикаторы): ПК-10 (ПК-10.1)

3. Дайте развернутый ответ на вопрос.

Опишите работу схемы измерения динамики локальной тепловой деформации с помощью динамической двухлучевой интерферометрии.

Время выполнения – 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению:

Излучение лазера на стекле с неодимом фокусируется на мишень. Зондирующий луч рубинового лазера раздваивается путем отражения от двух поверхностей стеклянной пластины. Оба пучка направляются на мишень. Толщина стеклянной пластины и угол наклона рассчитываются так, что один из лучей освещает нагреваемый неодимовым лазером участок мишени, а другой освещает участок вне зоны нагрева. Объектив с большой апертурой проецирует на экран скоростного фоторегистратора изображение нагретого участка и изображение холодного участка мишени. Чтобы их совместить, в отраженный от холодного участка пучок вводится оптический клин. На экране возникает интерференционная картина в виде параллельных полос.

Компетенции (индикаторы): ПК-8 (ПК-8.2)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки / специальности 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению / специальности.

Председатель учебно-методической комиссии
института

 Ясуник С.Н.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)