

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии


подпись

Овчинников О.В.

21.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.08 Современные проблемы фотоники и оптоинформатики

1. Код и наименование направления подготовки: 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки: Перспективные материалы и устройства фотоники
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: оптики и спектроскопии
6. Составители программы: Овчинников Олег Владимирович, д. ф.–м. н., профессор
7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол №6 от 20.06.2023

8. Учебный год: 2023-2024

Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является:

сформировать систему представлений и знаний о развитии о современных направлениях Фотоника и оптоинформатика актуальных и острых проблем в области фотонных технологий, физических основ построения разнообразных устройств на основе новых материалов, в том числе наноструктур, метаматериалов, фотонных кристаллов, плазмонных наночастиц, основных перспективах развития технологий приема, обработки, хранения и передачи информации с помощью лазерного излучения.

Задачи учебной дисциплины:

- сформулировать на математическом языке принципы построения математических моделей, отражающих формирование фотонных технологиях, базирующихся на оптических свойствах квантовых точек, квантовых ям, эпитаксиальных наногетероструктур, фотонных кристаллов;
- представить и проанализировать основные научные и технологические тренды развития технологий фотоники и оптоинформатики;
- сформировать понимание принципов разработки технологий и создания новых устройств передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации использовать;
- овладеть навыками использования в работе современных информационных технологий.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина Б1.О.08 «Современные проблемы фотоники и оптоинформатики» относится к обязательной части блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК – 1	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки приборов и систем, технологий производства оптических сред, материалов и устройств фотоники и оптоинформатики	ОПК – 1.1.	Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы исследований и разработки оптических материалов и устройств фотоники и оптоинформатики	Знать: основные методы анализа научно-технической литературы, включая поиск публикаций по проблемам фотоники и оптоинформатики на основании сведений из реферативных и научно-технических журналов, монографий, сборников статей, с использованием глобальных систем поиска информации; Уметь: обоснованно планировать направления своей деятельности в области фотоники и оптоинформатики на основе анализа научно-технической литературы; Владеть: навыками анализа научно-технической литературы, проведения
		ОПК – 1.2.	Формулирует задачи, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора и методов защиты интеллектуальной деятельности при исследованиях и создании материалов и устройств фотоники и оптоинформатики	Знать: цели и задачи современных научных исследований в области фотоники и оптоинформатики Уметь: ориентироваться в многообразии современных методов научных исследований и использовать их в своей профессиональной деятельности. Владеть: навыками оформления отчетов и статей на базе современных требований; разработки технических заданий и технологии производства приборов фотоники и оптоинформатики.

ОПК – 2	Способен организовывать проведение научного исследования и разработку новых оптических систем и технологий, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и фотонных исследований	ОПК – 2.1.	Организует проведение научного исследования и разработку перспективных материалов и технологий создания устройств фотоники	<p>Знать: прикладные пакеты для моделирования приборов фотоники и оптоинформатики;</p> <p>Уметь: проводить оптимизацию при компьютерном моделировании объектов фотоники; планировать направления своей деятельности в области фотоники и оптоинформатики;</p> <p>Владеть: приемами практического решения задач выбора и оценки эффективности различных структурных решений при компьютерном моделировании устройств фотоники и оптоинформатики.</p>
		ОПК – 2.2.	Представляет и аргументированно защищает полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и фотонных исследований	<p>Знать: проблемы, техническое задание, цели и задачи проводимых научных исследований;</p> <p>Уметь: составлять план отчета и аргументированно защищать полученный результат;</p> <p>Владеть: навыками представление информации в систематизированном виде, оформление научно-технических отчетов</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 ЗЕТ / 108 ч.

Форма промежуточной аттестации: *зачет с оценкой*.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 1
			ч.
Аудиторные занятия		30	30
в том числе:	лекции	30	30
	практические		
	лабораторные		
Самостоятельная работа		78	78
Форма промежуточной аттестации <i>Зачет с оценкой</i>			
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.	Введение.	Структура курса, основные направления развития технологий в области фотоники и оптоинформатики
2.	Новые материалы фотоники и оптоинформатики.	Материалы для источников и детекторов фотонов. Проблема источника одиночных фотонов для коммуникации квантовой криптографии. Квантовые ямы и квантовые точки. Гетероструктуры. Фотонные кристаллы: типы, строение, методы изготовления и применение. Метаматериалы: среды с отрицательным преломлением, структурные элементы метаматериала. Применения метаматериалов. Суперлинза. Материал-невидимка.
3.	Устройства передачи, приема, обработки, хранения и отображения	Лазерно-информационные технологии. Элементы интегральной оптики. Волноводы. Мультиплексоры и ответвители. Методы интеграции оптических компонентов.
4.	Фотоприемные устройства	Идеология прогресса в области фотоэлектрических приемников излучения (на внешнем и внутреннем фотоэффекте. Принцип действия, параметры и характеристики приборов с зарядовой связью (ПЗС) и КМОП приемников. Особенности детектирования ИК излучения: передовые технологии и материалы. Наноматериалы для пассивных устройств управления параметрами лазерного излучения. Технологии матричных приемников излучения.
5.	Фотонные технологии нанообъектов (нанооптика)	Взаимодействие света с нанометровыми объектами. Проблема преодоления дифракционного предела в оптике. Плазмонные системы передачи и фокусировки света. Плазмонные оптические явления. Плазмонные наночастицы, как нанорезонаторы. Проблема нанолазера.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практ.	Лаб. раб.	Сам. работа	Всего
1.	Введение.	2				
2.	Новые материалы фотоники и оптоинформатики	10			6	9
3.	Устройства передачи, приема, обработки, хранения и отображения	8			24	33
4.	Фотоприемные устройства	4			24	33
5.	Фотонные технологии нанообъектов (нанооптика)	6			24	33
	Итого:	30			78	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются: Основными этапами освоения дисциплины являются:

- 1) Лекции.** В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
- 2) Самостоятельная работа студента.** Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- 3) Подготовка к аттестации.** В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется: изучить конспекты лекции, учебную литературу, ознакомиться с основными методами решения задач, самостоятельно решить задачи, использовать электронный образовательный портал Moodle (электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации). Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в

компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Панов, М. Ф. Физические основы фотоники: / М. Ф. Панов, А. В. Соломонов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-2319-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169030

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2.	Навотный Л. Основы нанооптики / Л. Навотный. - М. : Физматлит, 2009. - 482 с.
3.	Ландау Л.Д. Квантовая механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М. : Физматлит, 2001. – 803 с.
4.	Физика низкоразмерных систем / А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин, С.А. Рыков. - СПб. : Наука, 2001. - с.
5.	Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. - М. : Техносфера, 2004. - 328 с.
6.	Рогов, С. А. Основы оптоинформатики. Оптические методы и устройства обработки информации : учебное пособие / С. А. Рогов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2017. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/180196
7.	Кручинин, В. В. Компьютерные технологии в научных исследованиях и индустрии фотоники и оптоинформатики : учебное пособие / В. В. Кручинин. — Москва : ТУСУР, 2012. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/11373 .
8.	Климов, В. В. Наноплазмоника / В. В. Климов. – Москва : Физматлит, 2010. – 479 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69490
9.	Неверов В.Н. Физика низкоразмерных систем: Учебное пособие. / В.Н. Неверов, А.Н. Титов. - Екатеринбург : Уральский гос. ун-т, 2008. - 232 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
10.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
11.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
12.	Зональная научная библиотека ВГУ – http://www.lib.vsu.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Начала оптики наночастиц [Электронный ресурс] : учебное пособие / [О.В. Овчинников и др.] ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. — Загл. с титула экрана. — Свободный доступ из интрасети ВГУ. — Текстовый файл. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-242.pdf >.
2.	Основы оптики и спектроскопии квантовых точек : учебно-методическое пособие для вузов : [для проведения специального физ. практикума студ. 1 к. магистратуры, обуч. по программам "Физика опт. явлений" и "Оптика наноструктурированных материалов" на каф. оптики и спектроскопии физ. фак. Воронеж. гос. ун-та для направления 010700 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост. : О.В. Овчинникови др.] .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. — 80 с. : ил. — Библиогр.: с.78-80. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-155.pdf >.
3.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в магистратуре по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, И.Г. Гревцева ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются традиционные и дистанционные образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и

групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorks TotalAcademicHeadcount

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.1	Введение.	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	вопросы, тесты, задачи
1.2	вопросы, тесты, задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	вопросы, тесты, задачи
1.3	вопросы, тесты, задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	вопросы, тесты, задачи
1.4	вопросы, тесты, задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	вопросы, тесты, задачи
1.5	вопросы, тесты, задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2	вопросы, тесты, задачи
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				вопросы, тесты, задачи

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы, тесты, задачи. Типовые задания теста, вопросы и задачи для проведения аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

20.1. Текущая аттестация

Текущая аттестация Письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример контрольно-измерительный материала для текущей аттестации:

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. Укажите правильные ответы.

1. Для реализация отрицательных значений показателя преломления необходимо, чтобы:

- а) $\epsilon < 0$, $\mu < 0$; б) $\epsilon > 0$, $\mu > 0$; в) $\epsilon > 0$, $\mu < 0$; г) $\epsilon < 0$, $\mu > 0$.

2. Квантовые точки отличает:

- а) дискретный энергетический спектр, зависящий от размера наночастиц;
б) непрерывный энергетический спектр, зависящий от размера наночастиц;
в) независимый от размера энергетический спектр;
г) дискретный энергетический спектр, определенный размерной-зависимой электропроводимостью.

3. Выбирая различные размеры и форму квантовых точек, можно добиться того, что они будут:

- а) излучать или поглощать свет заданной длины волны;
б) излучать свет одного и того же спектра;
в) излучать свет заданной поляризации;
г) усиливать интенсивность падающего на них излучения.

4. Спектральные свойства металлических наночастиц существенно зависят от их размера и формы. Оптические свойства таких наночастиц определяются:

- а) электрической проводимостью материала;
б) структурой энергетического спектра;
в) типом кристаллической решетки;
г) возбуждением плазмонов.

5. Светоизлучающий диод может быть сформирован

- а) только на основе р-п-перехода;
б) как на основе р-п-перехода, так и гетероперехода;
в) только на основе гетероперехода;
г) на основе полупроводника р- или п-типа.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Плазмонные системы передачи и фокусировки света.

Задание 3. Решите задачу: Определить теоретическую дифракционную расходимость излучения неодимового лазера Nd:YAG ($\lambda = 1,06$ мкм), считая распределение интенсивности равномерным в пределах заданного диаметра пучка $D = 5$ мм.

Задание 4. Решите задачу: Черное тело нагрето до температуры $T=1000$ К. На какой длине волны мощность излучения максимальна? ($b = 2,9 \cdot 10^{-3}$ м·К).

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения письменных заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);

- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретический вопрос:

• 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за работу, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
балл	от 13 до 15	от 10 до 12	от 5 до 9	от 0 до 4

20.2. Промежуточная аттестация

3 семестр

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет с оценкой. Оценки вносятся в аттестационную ведомость по результатам работы обучающихся в течение семестра на заключительном занятии.

Промежуточная аттестация: письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример контрольно-измерительный материала для текущей аттестации.

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. Укажите правильные ответы.

1. Для реализации отрицательных значений показателя преломления необходимо, чтобы диэлектрическая (ϵ) и магнитная (μ) проницаемости сред одновременно имели значения:

- а) $\epsilon < 0, \mu < 0$; б) $\epsilon > 0, \mu > 0$; в) $\epsilon > 0, \mu < 0$; г) $\epsilon < 0, \mu > 0$.

2. Квантовые точки отличает:

- а) дискретный энергетический спектр, зависящий от размера наночастиц;
 б) непрерывный энергетический спектр, зависящий от размера наночастиц;
 в) независящий от размера энергетический спектр;
 г) дискретный энергетический спектр, определенный размерной-зависимой электропроводимостью

3. Выбирая различные размеры и форму квантовых точек, можно добиться того, что они будут:

- а) излучать или поглощать свет заданной длины волны;
 б) излучать свет одного и того же спектра;
 в) излучать свет заданной поляризации;
 г) усиливать интенсивность падающего на них излучения.

4. Спектральные свойства металлических наночастиц существенно зависят от их размера и формы. Оптические свойства таких наночастиц определяются:

- а) электрической проводимостью материала;
- б) структурой энергетического спектра;
- в) типом кристаллической решетки;
- г) возбуждением плазмонов.

5. Светоизлучающий диод может быть сформирован

- а) только на основе р-п-перехода;
- б) как на основе р-п-перехода, так и гетероперехода;
- в) только на основе гетероперехода;
- г) на основе полупроводника р- или п-типа.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Плазмонные системы передачи и фокусировки света.

Задание 3. Решите задачу: Определить теоретическую дифракционную расходимость излучения неодимового лазера Nd:YAG ($\lambda = 1,06$ мкм), считая распределение интенсивности равномерным в пределах заданного диаметра пучка $D = 5$ мм.

Задание 4. Решите задачу: Черное тело нагрето до температуры $T=1000$ К. На какой длине волны мощность излучения максимальна? ($b = 2,9 \cdot 10^{-3}$ м·К).

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения письменных заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретический вопрос:

- ___ 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- _1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- _ 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за работу, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

оценка	«5»	«4»	«3»	«2»
балл	от 13 до 15	от 10 до 12	от 5 до 9	от 0 до 4

Итоговая оценка выставляется по результатам текущей и промежуточной аттестации:

Средняя оценка за письменные работы		Итоговая оценка
минимальная	максимальная	
4,5	5	«отлично» «хорошо» «удовлетворительно» «неудовлетворительно»
3,6	4,4	
2,5	3,5	
2	2,4	

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Перечень типовых заданий для проведения текущих и промежуточных аттестаций

Примерные тестовые задания для текущего и промежуточного контроля знаний

1. Для реализации отрицательных значений показателя преломления необходимо, чтобы диэлектрическая (ϵ) и магнитная (μ) проницаемости сред одновременно имели значения:

- а) $\epsilon < 0, \mu < 0$; б) $\epsilon > 0, \mu > 0$; в) $\epsilon > 0, \mu < 0$; г) $\epsilon < 0, \mu > 0$.

2. Квантовые точки отличает:

- а) дискретный энергетический спектр, зависящий от размера наночастиц;
б) непрерывный энергетический спектр, зависящий от размера наночастиц;
в) независящий от размера энергетический спектр;
г) дискретный энергетический спектр, определенный размерной-зависимой электропроводимостью

3. Выбирая различные размеры и форму квантовых точек, можно добиться того, что они будут:

- а) излучать или поглощать свет заданной длины волны;
б) излучать свет одного и того же спектра;
в) излучать свет заданной поляризации;
г) усиливать интенсивность падающего на них излучения.

4. Спектральные свойства металлических наночастиц существенно зависят от их размера и формы.

Оптические свойства таких наночастиц определяются:

- а) электрической проводимостью материала;
б) структурой энергетического спектра;
в) типом кристаллической решетки;
г) возбуждением плазмонов.

5. Светоизлучающий диод может быть сформирован

- а) только на основе р-п-перехода;
б) как на основе р-п-перехода, так и гетероперехода;
в) только на основе гетероперехода;
г) на основе полупроводника р- или п-типа.

6. Фотонные кристаллы по характеру изменения коэффициента преломления можно разделить на

- а) одномерные, двумерные, трёхмерные;
б) объёмные и поверхностные;
в) проводники, полупроводники, диэлектрики
г) резонансные и нерезонансные.

7. Существуют следующие усилители оптического сигнала в ВОЛС:

- а) усилители на полупроводниковых транзисторах;
б) усилители на легированном волокне;
в) усилители на газовых лазерах;
г) усилители на лазерных диодах.

8. Элементом информации в ПЗС-матрице является:

- а) сила тока; б) напряжение; в) заряд; г) мощность.

9. Фотоэлектрические датчики хорошо подходят для измерений:

- а) параметров импульсных лазеров;
б) малых мощностей непрерывного излучения;
в) энергии длинных лазерных импульсов;
г) средней мощности импульсного излучения.

10. Какое явление лежит в основе работы ПЗС (прибора с зарядовой связью)?

- а) эффект Комптона;
- б) фотоэффект;
- в) эффект Поккельса;
- г) эффект Зеебека.

11. В случае взаимодействия света длиной волны $\lambda=500$ нм с поверхностью золота, электромагнитная волна проникает внутрь на малую глубину, порядка:

- а) 1 мкм
- б) 5 нм
- в) 1 мм
- г) 50 нм

12. Отрицательным преломлением, или аномальной рефракцией называется ситуация, когда:

- а) преломленный луч отклоняется в другую сторону от нормали, что и падающий луч;
- б) преломленный луч отклоняется в ту же сторону от нормали, что и падающий луч;
- в) падающий луч возвращается в исходную среду;
- г) при переходе в более плотную среду угол преломления превышает угол падения.

13. Как зависят уровни энергии электрона и дырки от размеров квантовой точки d ?

- а) $\sim d^2$;
- б) $\sim d^1$;
- в) $\sim d^2$;
- г) $\sim d$

14. Экситон какого типа формируется в твёрдом теле при возбуждении валентного электрона?

- а) Френкеля;
- б) Ванье-Мотта;
- в) Гросса;
- г) Каррьева.

15. Метод теории возмущений, используемый Брюсом при выводе поправки на кулоновское взаимодействие квазичастиц в полупроводниковых наночастицах, применим в приближении:

- а) сильного конфайнмента;
- б) промежуточного конфайнмента;
- в) слабого конфайнмента;
- г) всегда применим для нульмерных наносистем.

16. Какие физические свойства проявляют метаматериалы (укажите все правильные ответы)?

- а) отрицательный коэффициент преломления;
- б) сверхтекучесть;
- в) сверхпроводимость;
- г) обратный эффект Доплера.

17. Дифракционный предел – это

- а) максимальное значение размера пятна (пятно рассеяния), которое можно получить, фокусируя электромагнитное излучение;
- б) минимальное значение размера пятна (пятно рассеяния), которое можно получить, фокусируя электромагнитное излучение;
- в) среднее значение размера пятна (пятно рассеяния), которое можно получить, фокусируя электромагнитное излучение.
- г) предельное значение для диафрагмы объектива, когда фотоаппарат ещё может снимать полученное изображение без искажений.

18. Какие волноводы используются в волноводных газовых лазерах?

- а) полые диэлектрические;
- б) фотоннокристаллические;
- в) полые металлические;
- г) плазмонные.

19. К оптическим параметрам волокна относится:

- а) числовая апертура;
- б) эллиптичность сердцевинки;
- в) критическая длина волны;
- г) критическая частота.

20. С какой скоростью происходит передача информации с помощью оптических технологий?

- а) $3 \cdot 10^{10}$ см/с; б) $1 \cdot 10^6$ м/с; в) $3 \cdot 10^8$ см/с; г) $1 \cdot 10^{10}$ см/с

21. Локализованные поля существуют в ограниченных частях пространства, однако интенсивности таких полей могут быть значительны. Это приводит к:

- а) возникновению нелинейно-оптических явлений;
б) разрушению нанообъекта;
в) возникновению плазмонов;
г) возникновению фононов.

22. Формула Планка, описывающая спектральную плотность излучения, которое создаётся абсолютно чёрным телом определённой температуры, имеет вид:

а) $\rho_\nu = 8\pi\nu^2 kT/c^3$; б) $\rho_\nu = \frac{8\pi\nu^2 kT}{c^3} \cdot \frac{h\nu}{\exp(\frac{h\nu}{kT})}$; в) $\rho_\nu = \frac{8\pi\nu^2 kT}{c^3} \cdot \frac{h\nu}{\exp(\frac{h\nu}{kT}) - 1}$; г) $E=h\nu$.

23. Как зависит от температуры, длина волны, на которую приходится максимум в спектре излучения тела?

- а) $\sim T^{-2}$; б) $\sim T^{-1}$; в) $\sim T$; г) $\sim T^{1/2}$

Примеры задач для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. На сколько градусов нагреется кровь массой $m = 10$ г под действием CO_2 -лазера мощностью $P=40$ Вт действующего на нее в течении $\Delta t = 5$ сек. Поглощательную способность крови в данном диапазоне излучения принять равной $A=0,8$, удельная теплоемкость крови $c = 3220$ Дж/кг·К. Ответ округлите до целых.

2. На сколько градусов нагреется вода массой $m = 10$ г под действием CO_2 -лазера мощностью $P=40$ Вт действующего на нее в течении $\Delta t = 5$ сек. Поглощательную способность воды в данном диапазоне излучения принять равной $A=0,8$, удельная теплоемкость крови $c = 4183$ Дж/кг·К. Ответ округлите до десятых.

3. На сколько градусов нагреется медь массой $m = 20$ г под действием CO_2 -лазера мощностью $P=40$ Вт действующего на нее в течении $\Delta t = 1$ сек. Удельная теплоемкость крови $c = 385$ Дж/кг·К. Ответ округлите до целых.

4. На сколько градусов нагреется сталь массой $m = 5$ г под действием CO_2 -лазера мощностью $P=40$ Вт действующего на нее в течении $\Delta t = 2$ сек. Удельная теплоемкость крови $c = 477$ Дж/кг·К. Ответ округлите до целых.

5. На сколько градусов нагреется кровь массой $m = 5$ г под действием CO_2 -лазера мощностью $P=40$ Вт действующего на нее в течении $\Delta t = 10$ сек. Поглощательную способность крови в данном диапазоне излучения принять равной $A=0,8$, удельная теплоемкость крови $c = 3220$ Дж/кг·К. Ответ округлите до целых.

6. Определить скорость сканирования пучка излучения непрерывного лазера при фокусировке его излучения в пятно диаметром $d = 100$ мкм, при которых время эффективного воздействия $t = 10^{-3}$ с.

7. Определить скорость сканирования пучка излучения непрерывного лазера при фокусировке его излучения в пятно диаметром $d = 10$ мкм, при которых время эффективного воздействия $t = 10^{-6}$ с.

8. Определить скорость сканирования пучка излучения непрерывного лазера при фокусировке его излучения в пятно диаметром $d = 10$ мкм, при которых время эффективного воздействия $t = 10^{-3}$ с.

9. Определить скорость сканирования пучка излучения непрерывного лазера при фокусировке его излучения в пятно диаметром $d = 10$ мкм, при которых время эффективного воздействия $t = 10^{-5}$ с.

10. Определить скорость сканирования пучка излучения непрерывного лазера при фокусировке его излучения в пятно диаметром $d = 100$ мкм, при которых время эффективного воздействия $t = 10^{-6}$ с.

11. Определить теоретическую дифракционную расходимость излучения неодимового лазера Nd:YAG ($\lambda = 1,06$ мкм), считая распределение интенсивности равномерным в пределах заданного диаметра пучка $D = 5$ мм.
12. Определить теоретическую дифракционную расходимость излучения лазера на парах меди Cu ($\lambda = 0,5$ мкм), считая распределение интенсивности равномерным в пределах заданного диаметра пучка $D = 3$ мм. Ответ запишите в стандартном виде с точностью до целых.
13. Определить теоретическую дифракционную расходимость излучения азотного лазера N_2 ($\lambda = 0,34$ мкм), считая распределение интенсивности равномерным в пределах заданного диаметра пучка $D = 0,3$ мм. Ответ запишите в стандартном виде с точностью до двух значащих цифр.
14. Определить теоретическую дифракционную расходимость излучения He-Ne лазера ($\lambda = 0,63$ мкм), считая распределение интенсивности равномерным в пределах заданного диаметра пучка $D = 0,3$ мм. Ответ запишите в стандартном виде с точностью до двух значащих цифр.
15. Определить теоретическую дифракционную расходимость излучения углекислотного лазера CO_2 ($\lambda = 10,6$ мкм), считая распределение интенсивности равномерным в пределах заданного диаметра пучка $D = 5$ мм. Ответ запишите в стандартном виде с точностью до двух значащих цифр.
16. Черное тело нагрето до температуры $T = 1000$ К. На какой длине волны мощность излучения максимальна? ($b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$)
17. Абсолютно черное тело имеет температуру $T_1 = 2900$ К. В результате остывания тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на 9 мкм. До какой температуры T_2 охладилось тело? ($b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$)
18. Как и во сколько раз изменится мощность излучения черного тела, если максимум энергии излучения сместится от красной границы ($\lambda_k = 0,76$ мкм) к его фиолетовой границе ($\lambda_f = 0,38$ мкм)?
19. На какую длину волны (мкм) приходится максимум в спектре теплового излучения человеческого тела ($36,6^\circ\text{C}$)? ($b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$). Ответ запишите с точностью до двух значащих цифр.
20. В излучении абсолютно черного тела максимум энергии приходится на длину волны 680 нм. Какова температура этого тела (К)? ($b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$). Ответ округлите до целого

Вопросы:

1. Материалы для источников и детекторов фотонов.
2. Квантовые ямы и квантовые точки.
3. Гетероструктуры.
4. Фотонные кристаллы: типы, строение, методы изготовления и применение.
5. Метаматериалы: среды с отрицательным преломлением, структурные элементы метаматериала.
6. Применения метаматериалов. Суперлинза. Плащ-невидимка.
7. Лазерно-информационные технологии.
8. Элементы интегральной оптики.
9. Волноводы.
10. Мультиплексоры и ответвители.
11. Методы интеграции оптических компонентов.
12. Идеология прогресса в области фотоэлектрических приемников излучения (на внешнем и внутреннем фотоэффекте).
13. Принцип действия, параметры и характеристики приборов с зарядовой связью (ПЗС) и КМОП приемников.
14. Особенности детектирования ИК излучения: передовые технологии и материалы. Технологии матричных приемников излучения.
15. Взаимодействие света с нанометровыми объектами.
16. Проблема преодоления дифракционного предела в оптике.
17. Плазмонные системы передачи и фокусировки света.
18. Плазмонные оптические явления.
19. Плазмонные наночастицы, как нанорезонаторы.
20. Проблема нанолазера.