

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии
(Овчинников О.В.)
подпись, расшифровка подписи

14.06.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.32 Основы фотоники

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:
12.03.03 – Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки/специализации:
Фотоника и оптоинформатика
3. Квалификация (степень) выпускника: Высшее образование (бакалавр)
4. Форма образования: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:
кафедра оптики и
спектроскопии
6. Составители программы: Возгорькова Екатерина Александровна
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры оптики и спектроскопии
7. Рекомендована: НМС физического факультета от 13.06.24 г. протокол № 6
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)
8. Учебный год: 2026 /2027 Семестр(-ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся по кафедре оптики и спектроскопии, в области физических основ различных элементов и устройств фотоники, которые широко применяются в оптоэлектронике и других областях наукоемких технологий.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать знания о единицах измерения фотометрических величин, классификации, принципах работы оптических элементов и узлов источников и приемников излучения, параметрах и характеристиках устройств фотоники; методиках выбора источника и приемника излучения с требуемыми характеристиками для исследования характеристик материалов и сред, предельных параметрах приборов, при которых еще возможно их использование в условиях эксперимента, классификации, принципах работы оптических элементов и узлов источников и приемников излучения, параметрах и характеристиках устройств фотоники.

- проанализировать основные параметры и характеристики источников излучения;

- объяснить закономерности между параметрами регистрируемого излучения и сигналом на выходе фотоприемника;

- сформировать знания об основных оптических схемах для исследования пространственно-временных характеристик источников и приемников излучения, о методах экспериментальных исследований характеристик источников, приемников и устройств отображения информации при разных режимах их эксплуатации.

- овладеть терминологией фотоники, математическим аппаратом преобразования излучения оптико-электронным трактом, модельными приближениями, используемыми при описании источников и приемников излучения, методикой количественной обработки экспериментальных данных, методикой расчета основных параметров и характеристик источников излучения различной степени когерентности и фотоприемников, мерами предосторожности при работе с источниками излучения.

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок Б1.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|-------|---|---------|--|---|
| ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в | ОПК-1.1 | Применяет знания естественных наук в инженерной практике | Знать: принципы применения знания естественных наук в инженерной практике. Уметь: применять знания естественных наук в инженерной практике. Владеть: знаниями естественных наук, |

| | | | | |
|-------|---|---------|--|--|
| | инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики | | | применяемыми в инженерной практике. |
| | | ОПК-1.3 | Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности | <p>Знать: принципы применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности.</p> <p>Уметь: применять общеинженерные знания в инженерной деятельности</p> <p>Владеть: общеинженерными знаниями в инженерной деятельности</p> |
| ОПК-3 | Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах фотоники и оптоинформатики | ОПК-3.1 | Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений | <p>Знать: современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений.</p> <p>Уметь: проводить экспериментальные исследования и измерения на современном оборудовании.</p> <p>Владеть: навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений</p> |
| | | ОПК-3.2 | Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов | <p>Знать: принципы обработки экспериментальных данных.</p> <p>Уметь: представлять полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов.</p> <p>Владеть: навыками работы с экспериментальными данными.</p> |
| ПК-2 | Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики | ПК-2.1 | Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому | <p>Знать: принципы поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптоэлектронному прибору.</p> <p>Уметь: проводить поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к</p> |

| | | | | |
|--|--|--------|--|---|
| | | | <p>мому оптико-электронному прибору</p> | <p>разрабатываемому оптико-электронному прибору.</p> <p>Владеть: навыками поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптико-электронному прибору.</p> |
| | | ПК-2.2 | <p>Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора</p> | <p>Знать: исходные требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.</p> <p>Уметь: проводить анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.</p> <p>Владеть: навыками анализа исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.</p> |
| | | ПК-2.3 | <p>Согласовывает технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации</p> | <p>Знать: технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.</p> <p>Уметь: согласовывать технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.</p> <p>Владеть: навыками согласования технических требований к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.</p> |
| | | ПК-2.4 | <p>Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора</p> | <p>Знать: требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.</p> <p>Уметь: уточнять и корректировать требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора.</p> <p>Владеть: навыками планирования корректировки требований к параметрам</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | разрабатываемого опико-электронного прибора. |
|--|--|--|--|--|

12. Структура и содержание учебной дисциплины:

Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 5/180.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) зачет, экзамен

13. Виды учебной работы:

| Вид учебной работы | | Трудоемкость | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Всего | По семестрам |
| | | | № 6 |
| Аудиторные занятия | | 64 | 64 |
| в том числе: | лекции | 32 | 32 |
| | практические | 0 | 0 |
| | лабораторные | 32 | 32 |
| Самостоятельная работа | | 80 | 80 |
| в том числе: курсовая работа (проект) | | | |
| зачет, экзамен | | 36 | 36 |
| Итого: | | 180 | 180 |

13.1 Содержание разделов дисциплины:

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|------------------|---|---|
| 1. Лекции | | |
| 1.1 | <i>Введение. Предмет и задачи курса "Основы фотоники"</i> | <i>Введение. Объекты фотоники. Современное состояние элементной базы фотоники.</i> |
| 1.2 | <i>Основы фотоники молекул</i> | <i>Основные положения спектроскопии, эмпирические правила. Правило Каша, закон зеркальной симметрии Левшина, закон Стокса-Ломмеля, закон Вавилова, универсальное соотношение Степанова. Вероятности переходов, правила отбора. Основные параметры спектров поглощения и люминесценции и информация, получаемая из измерений спектров.</i> |
| 1.3 | <i>Основы фотоники конденсированных сред</i> | <i>Элементы зонной теории. Энергетический спектр кристалла. Понятие эффективной массы электрона. Экситонные эффекты.</i> |
| 1.4 | <i>Источники некогерентного оптического излучения.</i> | <i>Классификация, параметры и характеристики источников излучения. Тепловые источники излучения (лампы накаливания, ртутные лампы, глобар). Измерение параметров и определение характеристик источников излучения при помощи фотометрического шара. Искусственные источники излучения – черное тело, лампа накаливания, галогенная лампа. Устройство и принцип действия. Излучение серых тел. Селективные излучатели. Закон Планка. Максимальное значение спектральной плотности энергетической</i> |

| | | |
|-------------------------------|---|--|
| | | светимости. Приведенная формула Планка. Эквивалентные температуры. Полупроводниковые излучающие диоды, параметры и характеристики. Физические процессы в светодиодах. Способы повышения эффективности светоизлучающих приборов. Спектры излучения и диаграммы направленности светодиодов. Люминесцентные и газоразрядные источники излучения. Приборы некогерентного излучения: основные параметры и характеристики светоизлучающих диодов. Светодиодные источники повышенной яркости и белого света. |
| 1.5 | Источники когерентного оптического излучения. | Источники когерентного излучения: лазеры, волоконно-оптические усилители, светоизлучающие диоды для волоконно-оптических систем. Сравнительная характеристика лазеров и светодиодов. |
| 1.6 | Детекторы излучения | Классификация приемников излучения. Параметры и характеристики приемников излучения (пороговые и шумовые параметры, временные параметры). Специальные виды тепловых приемников излучения. Фотозлектрические приемники излучения (на внешнем и внутреннем фотоэффекте): фоторезисторы, фотодиоды, фототиристоры, фотозлектронный умножитель, электронно-оптические преобразователи. Принцип действия приемников излучения на внутреннем фотоэффекте. Принцип действия, параметры и характеристики приборов с зарядовой связью (ПЗС) и КМОП приемников. Матричные приемники излучения. |
| 1.7 | Компоненты оптоэлектронных приборов и систем. | Понятие оптрона: устройство и принцип действия. Классификация и параметры оптронов. Компоненты активных оптических систем. Модуляторы, дефлекторы, затворы, перестраиваемые фильтры, селективные отражатели, конвертеры частоты и волнового фронта. Особенности оптических систем связи. Компоненты волоконно-оптических систем передачи. Оптические соединители. Электронные компоненты систем оптической связи. |
| 3. Лабораторные работы | | |
| 3.1 | Источники когерентного оптического излучения. | Исследование основных параметров полупроводникового лазера (лабораторная работа): изучение принципов работы полупроводникового лазера; определение его основных параметров; исследование зависимости интенсивности выходного излучения полупроводникового лазера, а также степени линейной поляризации от величины тока, протекающего через р-п переход. |
| 3.2 | Детекторы излучения | Полупроводниковые фотодиоды (лабораторная работа): устройство и характеристики. |

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Виды занятий (часов) | | | | | |
|-------|--|----------------------|--------------|--------------|------------------------|----------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Контроль | Всего |
| 1. | Введение. Предмет и задачи курса "Основы фотоники" | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | 9 |
| 2. | Основы фотоники молекул | 8 | 0 | 0 | 14 | 5 | 27 |
| 3. | Основы фотоники конденсированных сред | 5 | 0 | 0 | 20 | 5 | 30 |
| 4. | Источники некогерентного оптического излучения. | 5 | 0 | 0 | 11 | 5 | 21 |
| 5. | Источники когерентного оптического излучения. | 4 | 0 | 16 | 11 | 5 | 36 |
| 6. | Детекторы излучения | 4 | 0 | 16 | 11 | 5 | 36 |
| 7. | Компоненты оптоэлектронных | 4 | 0 | 0 | 11 | 6 | 21 |

| | | | | | | | |
|--|--------------------|----|--|----|----|----|-----|
| | приборов и систем. | | | | | | |
| | Итого | 32 | | 32 | 80 | 36 | 180 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Работа с текстом конспекта лекции.
- Чтение основной и дополнительной литературы. Самостоятельное изучение материала по литературным источникам.
- Подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчета.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения лабораторных 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. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов литературы)

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1. | Салех, Б.Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Деброва .— Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект" — 2012 .— 759 с. |
| 2. | Салех, Б.Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Деброва .— Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект" — 2012 .— 759 с. |
| 3. | Рождественская, Н.Б. Основы молекулярной оптики / Н.Б. Рождественская. - СПб : Алетейя, 2012. - 271 с. - ISBN 978-5-91419-612-4. - URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=100125 |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 4. | Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Электроника и наноэлектроника" и "Телекоммуникации"] / А.Н. Игнатов .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011 .— 538 с. |
| 5. | Гребнев, А.К. Оптоэлектронные элементы и устройства / К.Гребнев, В.Н.Гридин, В.П.Дмитриев ; Под ред. Ю.В.Гуляева .— М. : Радио и связь, 1998 .— 336 с. |
| 6. | Фотоника / под ред. М. Балкански и П. Лалемана; пер с англ. и франц. под ред. М.И. Елинсона .— М. : Мир , 1978 .— 415,[1] с. |
| 7. | Ляпидевский, В.К. Методы детектирования излучений : учебное пособие для студ. физ. и инж.-физ. спец. вузов / В. К. Ляпидевский .— М. : Энергоатомиздат, 1987 .— 404,[1] с. |
| 8. | Шуберт, Ф.Е. Светодиоды / Фред Е. Шуберт; пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича .— 2-е изд. — |

| | |
|-----|---|
| | <i>М. : Физматлит, 2008 .— 495 с.</i> |
| 9. | <i>Гулаков, И.Р. Метод счета фотонов в оптико-физических измерениях / И. Р. Гулаков, С. В. Холондырев .— Минск : Университетское, 1989 .— 254,[2] с.</i> |
| 10. | <i>Скляр, О.К. Современные волоконно-оптические системы передачи, аппаратуры и элементы / О.К.Скляр .— М. : СОЛОН-Р, 2001 .— 237 с.</i> |
| 11. | <i>Кавецкая, И.В. Источники излучения для волоконно-оптических линий связи : Пособие / Воронеж. гос. ун-т. сост. И.В. Кавецкая, Латышев А.Н., Леонова Л.Ю., Шульгин В.А. — Воронеж, 2004 .— 34 с.</i> |
| 12. | <i>Янг, М. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы / Матт Янг ; пер. с англ. Н.А. Липуновой [и др.]; под ред. В.В. Михайлина .— М. : Мир, 2005 .— 541 с.</i> |
| 13. | <i>Айхлер, Ю. Лазеры. Исполнение, управление, применение / Ю. Айхлер, Г.-И. Айхлер ; пер. с нем. Л. Н. Казанцевой .— М. : Техносфера, 2008 .— 438 с.</i> |
| 14. | <i>Носов, Ю.Р. Оптроны и их применение / Ю. Р. Носов, А. С. Сидоров.— М. : Радио и связь, 1981 .— 279 с.</i> |
| 15. | <i>Теренин, А.Н. Фотоника молекул красителей и родственных органических соединений / А.Н. Теренин ; АН СССР; Науч. совет по комплексной проблеме "Фотосинтез" .— Л. : Наука, 1967 .— 615 с.</i> |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 16. | <i>Поисковая система e-library.ru</i> |
| 17. | <i>Поисковая система google.ru</i> |
| 19. | <i>Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/</i> |
| 20. | <i>Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/</i> |
| 21. | <i>Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/</i> |
| 22. | <i>Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mexmat.ru</i> |

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

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | <i>Учебно-методические указания к лабораторной работе " Источники когерентного оптического излучения".</i> |
| 2 | <i>Учебно-методические указания к практическим занятиям дисциплины " Детекторы излучения".</i> |
| 3 | <i>Электронный учебный курс "Основы фотоники".</i> |

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

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции, практические и лабораторные 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 др., разработка презентаций, сообщений и докладов, 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.

Организационная структура лабораторного занятия: 1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов. 2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами. 3. Выполнение экспериментальной части работы. 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Организационная структура практического занятия - решение задач или семинар: 1. Проверка готовности студентов к занятию - их теоретическая готовность к выполнению заданий. 2. Основная часть занятия, где студенты выполняют задания, а контроль их исполнения (полнота и качество) и помощь осуществляет преподаватель. 3. Заключительная часть - подведение преподавателем итогов занятия, получение студентами заданий на самостоятельную работу.

Содержание семинара, формируется так, чтобы оно способствовало поиску дополнительных источников знаний и развитию творческого мышления, умению находить пути решения и ответы на проблемные вопросы. По некоторым темам в задание можно включать подготовку 1 -2 докладов (сообщений) по наиболее сложным вопросам, заблаговременно назначив докладчиков.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

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, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

| | |
|----|---|
| 1. | Пакет офисных программ LibreOffice (https://ru.libreoffice.org/) |
| 2. | Программное обеспечение ПЗС-линейки CCD Tool |
| 3. | Программное обеспечение спектрометра USB-2000+ SpectraSuite |
| 4. | система компьютерной алгебры Maxima (http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html) |
| 5. | средство построения графиков Gnuplot (http://www.gnuplot.info/); система |
| 6. | компьютерной верстки LaTeX (https://www.latex-project.org/) |

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100*200. Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS

Upgrd OLP NL Acadmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acadmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

Учебная лаборатория кафедры оптики и спектроскопии для проведения лабораторных занятий: рефрактометр ИРФ-454.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций. Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)

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 | <i>Введение. Предмет и задачи курса “Основы фотоники”</i> | ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 | Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос |
| 2 | <i>Основы фотоники молекул</i> | ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 | Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос |
| 3 | <i>Основы фотоники конденсированных сред</i> | ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 | Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос |
| 4 | <i>Источники некогерентного оптического излучения.</i> | ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 | Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос |
| 5 | <i>Источники когерентного оптического излучения.</i> | ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 | Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос. Отчет по лабораторной работе. |
| 6 | <i>Детекторы излучения</i> | ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 | Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос. Отчет по лабораторной работе. |
| 7 | <i>Компоненты оптоэлектронных приборов и систем.</i> | ОПК-1 ОПК-3 ПК-2 | ОПК-1.1 ОПК-1.3 ОПК-3.1 | Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос. |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|--|----------------|-------------------------------------|--------------------|
| | | | ОПК-3.2 ПК-2.1 ПК-2.2 | |
| Промежуточная аттестация форма контроля – <i>зачет, экзамен</i> | | | | Комплект КИМ |

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. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторных работ; оценки результатов практической деятельности (решение задач, работа на семинарах). Критерии оценивания приведены ниже. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на экзамене учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами волновых явлений;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований в оптике;
- 4) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов
- 5) владение понятийным аппаратом и умение применять теоретические знания для решения практических задач .

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Посещаемость лекционных занятий. Проверка преподавателем конспектов по пройденному материалу.
2. Выполнение практических заданий.

Примерный перечень практических заданий (проверочная работа):

1. В чем суть адиабатического приближения, используемого при рассмотрении молекулярной задачи?
Ответ:
2. Расположите в порядке убывания три составляющие энергии молекулы.
Ответ: $E_{эл} > E_{колеб} > E_{вращ}$
3. Укажите вид уравнения Шредингера для молекулы в адиабатическом приближении.
 - а) $\hat{H}_e \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R}) = E_{mol} \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R})$
 - б) $(\hat{T}_e + \hat{T}_\alpha + \hat{V}_{e,\alpha}) \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R}) = E_{mol} \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R})$
 - в) $(\hat{T}_\alpha + \hat{V}_{e,\alpha}) \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R}) = E_{mol} \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R})$
 - г) $(\hat{T}_e + \hat{T}_\alpha) \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R}) = E_{mol} \Psi_{mol}(\vec{r}, \vec{R})$
 Ответ: б)
4. Правила отбора для спектроскопических переходов в ИК-поглощении в рамках модели гармонического осциллятора имеют вид:

$$\begin{aligned}
 \text{а) } d_{v'v''}(q) &= \begin{cases} \sqrt{M\omega/2\hbar v''}, & v' + 1 = v'' \\ \sqrt{M\omega/2\hbar(v'' + 1)}, & v' - 1 = v'' \end{cases} \\
 \text{б) } d_{v'v''}(q) &= \begin{cases} \sqrt{M\omega/2\hbar v''}, & v' + 1 = v'' \\ \sqrt{2\hbar(v'' + 1)/M\omega}, & v' - 1 = v'' \end{cases} \\
 \text{в) } d_{v'v''}(q) &= \begin{cases} \sqrt{2\hbar v''/M\omega}, & v' + 1 = v'' \\ \sqrt{2\hbar(v'' + 1)/M\omega}, & v' - 1 = v'' \end{cases} \\
 \text{г) } d_{v'v''}(q) &= \begin{cases} \sqrt{2\hbar v''/M\omega}, & v' + 1 = v'' \\ \sqrt{M\omega/2\hbar(v'' + 1)}, & v' - 1 = v'' \end{cases}
 \end{aligned}$$

Ответ: в)

5. Вид потенциальной энергии в модели гармонического осциллятора

$$\text{а) } U = \frac{1}{2} k_{vibr}(\rho - \rho_e)$$

$$\text{б) } U = \frac{1}{2} k_{vibr}(\rho - \rho_e)^2$$

$$\text{в) } U = \frac{1}{2} k_{vibr}(\rho - \rho_e)^3$$

$$\text{г) } U = \frac{1}{2} k_{vibr}(\rho - \rho_e)^4$$

Ответ: б)

6. Потенциал Морза имеет вид:

$$\text{а) } U(\rho) = D_e [1 + \exp(-\alpha_{vibr}(\rho - \rho_e))]^2$$

$$\text{б) } U(\rho) = D_e [(1 - \exp(\alpha_{vibr}(\rho - \rho_e)))]^2$$

$$\text{в) } U(\rho) = D_e [1 - \exp(-\alpha_{vibr}(\rho - \rho_e))]^2$$

$$\text{г) } U(\rho) = D_e [1 - \exp(-\alpha_{vibr}(\rho - \rho_e))]^2$$

Ответ: г)

7. Посчитайте приведенную массу электрон-ядро и ядро-ядро для молекулы

а)

б)

в)

г)

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если при выполнении практических заданий решены задачи без замечаний;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если при выполнении практических заданий правильно решены задачи с некоторыми замечаниями;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если при выполнении практических заданий правильно решены половина задач;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если при выполнении практических заданий предлагаемые задачи решены не были.

3. Выполнение лабораторных работ

Примерный перечень лабораторных работ:

- Лабораторная работа №1

«Оптическая рефрактометрия»

Студент должен ознакомиться с порядком выполнения задания, при помощи преподавателя выполнить практическую часть работы, представить полученные результаты преподавателю, оформить работу и сформулировать выводы.

Примеры контрольных вопросов к отчету по лабораторным работам

1. Что такое свет?
2. Электромагнитная природа света? Световой вектор?

3. Каковы видимый и оптический диапазоны электромагнитных волн?
4. Какова скорость распространения света в изотропных средах?
5. Что такое абсолютный показатель преломления?
6. Какова связь между оптическими, электрическими и магнитными свойствами среды?
7. Сформулируйте законы геометрической оптики. Каковы границы применимости законов геометрической оптики?
8. Что называется предельным углом преломления?
9. В чем заключается явление полного отражения?
10. Что называется предельным углом полного отражения?
11. Опишите устройство и назначение основных деталей рефрактометра.
12. Каков порядок выполнения работы?
13. Каковы правила использования рефрактометра?
14. Какое уравнение называют волновым?
15. Какая волна называется гармонической?
16. Что такое волновой фронт? Волновая поверхность? Какие волны называют плоскими? Сферическими?
17. Сформулируйте принцип Гюйгенса. Используя принцип Гюйгенса, получите законы отражения и преломления света.
18. Что такое призма? Преломляющий угол призмы? Угол отклонения луча, прошедшего через призму?
19. Что такое дисперсия света?
20. Какие явления возникают как следствие дисперсии света?
21. Какая дисперсия называется нормальной? В каком случае дисперсию считают аномальной?
22. Какие величины используют для характеристики дисперсии вещества?
23. Что такое рефрактометрия? Каковы ее преимущества перед другими методами исследования вещества?
24. С какой целью применяется рефрактометр в медико-биологических исследованиях и фармации?
25. Назовите методы рефрактометрии и укажите их особенности.
26. Расскажите о методах определения показателя преломления, основанных на явлениях предельного преломления и полного внутреннего отражения света.
27. Начертите ход лучей в рефрактометре при определении показателя преломления жидкости методом скользящего луча и методом полного внутреннего отражения.
28. Для чего грани A_1B_1 и AC осветительной и измерительной призм рефрактометра (рис. 11, 12) делают матовыми?
29. Каково устройство и назначение компенсатора переменной дисперсии?
30. Какая физическая величина называется объемной плотностью энергии? В каких единицах она измеряется?
31. Поток энергии электромагнитной волны?
32. Плотность потока энергии волны?
33. Что такое вектор Пойнтинга? Каков его модуль и направление?
34. Какую величину называют интенсивностью электромагнитной волны?
35. Как рассчитать среднее по времени значение плотности потока энергии электромагнитной волны?
36. Что такое луч?
37. Как определить неизвестную концентрацию C_x раствора? Как рассчитать абсолютную погрешность ΔC_x ?
38. Какую величину называют фактором показателя преломления? Как ее определить для $NaCl$?

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если задание выполнено и даны правильные ответы на большинство вопросов к работе;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задание не выполнено или выполнено с существенными замечаниями.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к КИМ:

1. Объекты фотоники. Современное состояние элементной базы фотоники.

2. Основные положения спектроскопии, эмпирические правила. Правило Каша, закон зеркальной симметрии Левшина, закон Стокса-Ломмеля, закон Вавилова, универсальное соотношение Степанова.
3. Вероятности переходов, правила отбора.
4. Основные параметры спектров поглощения и люминесценции и информация, получаемая из измерений спектров.
5. Элементы зонной теории. Энергетический спектр кристалла.
6. Понятие эффективной массы электрона. Экситонные эффекты.
7. Классификация, параметры и характеристики источников излучения.
8. Тепловые источники излучения (лампы накаливания, ртутные лампы, глобар).
9. Измерение параметров и определение характеристик источников излучения при помощи фотометрического шара.
10. Искусственные источники излучения – черное тело, лампа накаливания, галогенная лампа. Устройство и принцип действия.
11. Излучение серых тел. Селективные излучатели. Закон Планка.
12. Максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости. Приведенная формула Планка. Эквивалентные температуры.
13. Полупроводниковые излучающие диоды, параметры и характеристики.
14. Физические процессы в светодиодах. Способы повышения эффективности светоизлучающих приборов. Спектры излучения и диаграммы направленности светодиодов.
15. Люминесцентные и газоразрядные источники излучения.
16. Приборы некогерентного излучения: основные параметры и характеристики светоизлучающих диодов.
17. Источники когерентного излучения: лазеры, волоконно-оптические усилители, светоизлучающие диоды для волоконно-оптических систем.
18. Сравнительная характеристика лазеров и светодиодов.
19. Классификация приемников излучения. Параметры и характеристики приемников излучения (пороговые и шумовые параметры, временные параметры).
20. Специальные виды тепловых приемников излучения.
21. Фотоэлектрические приемники излучения (на внешнем и внутреннем фотоэффекте): фоторезисторы, фотодиоды, фототиристоры, фотоэлектронный умножитель, электронно-оптические преобразователи.
22. Принцип действия приемников излучения на внутреннем фотоэффекте.
23. Принцип действия, параметры и характеристики приборов с зарядовой связью (ПЗС) и КМОП приемников. Матричные приемники излучения.
24. Понятие оптрона: устройство и принцип действия. Классификация и параметры оптронов.
25. Компоненты активных оптических систем. Модуляторы, дефлекторы, затворы, перестраиваемые фильтры, селективные отражатели, конвертеры частоты и волнового фронта.
26. Особенности оптических систем связи. Компоненты волоконно-оптических систем передачи.
27. Оптические соединители. Электронные компоненты систем оптической связи.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация по дисциплине – оценка. В приложение к диплому вносится оценка.

Экзамен проводится в письменной форме. Каждый билет включает два теоретических вопроса. Обучающийся готовит ответы на вопросы КИМа и отвечает преподавателю.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Оценка уровня освоения дисциплины «*Современные проблемы физики лазерных и спектральных технологий*» осуществляется по следующим показателям:

- предварительная оценка качества работы на лекционных, практических и лабораторных занятиях;

- полнота ответов на вопросы экзаменационного билета.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

Критерии оценки работы обучающихся, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| <p><i>Посещение лекционных, лабораторных и практических занятий. Правильно выполненные задания практических и лабораторных работ. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы по основным оптическим явлениям и методам их исследования. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области оптики.</i></p> | <p><i>Повышенный уровень</i></p> | <p><i>Отлично</i></p> |
| <p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины..</i></p> | <p><i>Базовый уровень</i></p> | <p><i>Хорошо</i></p> |
| <p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление...о теоретических основах., допускает существенные ошибки...</i></p> | <p><i>Пороговый уровень</i></p> | <p><i>Удовлетворительно</i></p> |
| <p><i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i></p> | <p><i>–</i></p> | <p><i>Неудовлетворительно</i></p> |