



- изучить основы теории преобразования электромагнитных волн при распространении в веществе;

- сформировать представления о современных актуальных проблемах и методах их решения в области физики лазерных и спектральных технологий.

**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
ПК-1	Способен анализировать существующие технические решения для реализации параметров разрабатываемых лазерных устройств	ПК-1.1	Демонстрирует глубокие современные знания в области технологий приборов квантовой электроники и фотоники на основе наногетероструктур	<b>Знать:</b> основные положения и принципы современной оптической физики, включая классические основы теории процессов взаимодействия света с веществом, интерференции и дифракции световых волн и использования их в различных устройствах.
		ПК-1.2	Способен критически оценивать и интерпретировать новейшие достижения теории и практики физических исследований для решения задач в области лазерных технологий	<b>Уметь:</b> описывать процессы взаимодействия света с веществом, интерференции и дифракции световых волн.
		ПК-1.3	Умеет осуществлять поиск лазеров с близкими характеристиками в литературе и в других современных источниках информации согласно составленному плану, определять по результатам анализа литературных данных и других источников информации конструкции и технологии	<b>Владеть:</b> основами теории преобразования электромагнитных волн при распространении в веществе; основами классической теории дисперсии; процессов поглощения, рассеяния и отражения и преломления в однородных средах.

			изготовления разрабатываемых лазерных устройств	
ПК-4	Способен создавать базы данных о физических свойствах и технологических особенностях наноструктурных материалов	ПК-4.1	Осуществляет подготовку реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов	
ПК-5	Способен проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства приборов и исследование параметров наноструктурных материалов спектральными методами	ПК-5.4	Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники	

## 12. Структура и содержание учебной дисциплины:

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

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) экзамен.

## 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 5
Аудиторные занятия		84	84
в том числе:	лекции	34	34
	практические	34	34
	лабораторные	16	16

Самостоятельная работа	60	60
в том числе: курсовая работа (проект)		
экзамен	36	36
Итого:	180	180

### 13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекционные занятия</b>			
1	<i>Введение. Предмет и задачи курса "Современные проблемы физики лазерных и спектральных технологий".</i>	<i>Актуальность курса "Современные проблемы физики лазерных и спектральных технологий". Постановка задачи.</i>	<p>Онлайн курс «Физика лазерных и спектральных технологий»  <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11565">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11565</a></p>
2	<i>Феноменологическое описание взаимодействия электромагнитных волн с телами.</i>	<i>Модель сплошной среды. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Классификация сред. Плоская монохроматическая световая волна в линейной однородной изотропной среде. Комплексная диэлектрическая проницаемость, линейная оптическая восприимчивость и комплексный показатель преломления среды.</i>	
3	<i>Отражение и преломление электромагнитной волны на границе раздела двух диэлектриков</i>	<i>Отражение и преломление света на границе раздела. Граничные условия для электромагнитного поля. Геометрия отражения и преломления. Закон Снеллиуса. Полное внутреннее отражение. Нарушение полного внутреннего отражения. Энергетика отражения и преломления. Формулы Френеля.</i>	
4	<i>Классическая теория дисперсии света.</i>	<i>Классическая теория дисперсии света. Зависимость оптических констант от частоты. Соотношения Крамерса и Кронига. Нормальная и аномальная дисперсия света. Временная и пространственная дисперсия света.</i>	
5	<i>Отражение и преломление электромагнитной волны на поверхности металла. Распространение электромагнитных волн в проводнике.</i>	<i>Затухание электромагнитной волны в проводящих телах, скин-эффект. Выражение Хагена и Рубенса. Отражение света от поверхности металла (нормальное падение). Стоячие волны.</i>	
6	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с веществом в области его прозрачности</i>	<i>Рассеяние электромагнитной волны однородной средой. Акустические и оптические моды колебаний. Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Комбинационное рассеяние света.</i>	
7	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с телами в области решеточного поглощения</i>	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с телами в области решеточного поглощения. Поляритоны. Учет эффектов запаздывания.</i>	

8	Электромагнитные волны на поверхности тел	Дисперсионные соотношения для поверхностных электромагнитных волн	
<b>2. Практические занятия</b>			
1	Феноменологическое описание взаимодействия электромагнитных волн с телами.	Модель сплошной среды. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения. Классификация сред. Плоская монохроматическая световая волна в линейной однородной изотропной среде. Комплексная диэлектрическая проницаемость, линейная оптическая восприимчивость и комплексный показатель преломления среды.	Онлайн курс «Физика лазерных и спектральных технологий» <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11565">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11565</a>
2	Отражение и преломление электромагнитной волны на границе раздела двух диэлектриков	Отражение и преломление света на границе раздела. Граничные условия для электромагнитного поля. Геометрия отражения и преломления. Закон Снеллиуса. Полное внутреннее отражение. Нарушение полного внутреннего отражения. Энергетика отражения и преломления. Формулы Френеля. Эффект Брюстера.	
3	Классическая теория дисперсии света.	Классическая теория дисперсии света. Зависимость оптических констант от частоты. Соотношения Крамерса и Кронига. Нормальная и аномальная дисперсия света. Временная и пространственная дисперсия света.	
4	Отражение и преломление электромагнитной волны на поверхности металла. Распространение электромагнитных волн в проводнике.	Затухание электромагнитной волны в проводящих телах, скин-эффект. Выражения Хагена и Рубенса. Отражение света от поверхности металла (нормальное падение). Стоячие волны.	
<b>3. Лабораторные работы</b>			
1	Оптическая рефрактометрия	Дисперсия света. Элементарная теория дисперсии. Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления, их комплексность. Главный показатель экстинкции света. Показатель преломления вещества и его дисперсия. Зависимость действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости, показателей преломления и экстинкции от частоты: аналитические и графические зависимости. Дисперсия света в призме. Угол наименьшего отклонения. Угловая дисперсия, как характеристика системы. Стандартизованные рефрактометрические понятия. Методики оптической рефрактометрии (реализации рефрактометров). Компенсатор дисперсии. Зависимость рефрактометрических данных от температуры и давления. Устройство рефрактометра ИРФ 454	

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№	Наименование	Виды занятий (часов)
---	--------------	----------------------

п/п	раздела дисциплины	Лекции	ПР	Лаб	СР	Контроль	Всего
1	<i>Введение. Предмет и задачи курса "Современные проблемы физики лазерных и спектральных технологий".</i>	2	-		5	4	11
2	<i>Феноменологическое описание взаимодействия электромагнитных волн с телами.</i>	4	10		5	4	23
3	<i>Отражение и преломление электромагнитной волны на границе раздела двух диэлектриков</i>	6	8		5	4	23
4	<i>Классическая теория дисперсии света.</i>	4	8		5	4	21
5	<i>Отражение и преломление электромагнитной волны на поверхности металла. Распространение электромагнитных волн в проводнике.</i>	6	8		5	4	23
6	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с веществом в области его прозрачности</i>	4	-		5	4	13
7	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с телами в области решеточного поглощения</i>	4	-		5	4	13
8	<i>Электромагнитные волны на поверхности тел</i>	4	-		5	4	13
9	<i>Оптическая рефрактометрия</i>		-	16	20	4	40
	<i>Итого</i>	34	34	16	60	36	180

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка к лабораторным занятиям.

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.	Штанько, А.Е. Когерентная оптика : учебник : [12+] / А.Е. Штанько. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 93 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=598679">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=598679</a>
2.	Колпачёв, А.Б. Волновая оптика: дифракция и дисперсия света / А.Б. Колпачёв, О.В. Колпачёва ; Министерство науки и высшего образования РФ, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 92 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=499702">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=499702</a>
3.	Киреев, С. В. Современные методы оптической спектроскопии технологических сред : учебное пособие для вузов / С. В. Киреев, С. Л. Шнырев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 147 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-11020-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/442568">https://urait.ru/bcode/442568</a>
4.	Спектральные методы анализа : учебное пособие / Е.В. Пашкова, Е. Волосова, А.Н. Шипуля и др. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 56 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007</a> . – Библиогр.: с. 44-45. – Текст : электронный.
5.	Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг. – 7-е изд., стер. – Москва : Физматлит, 2017. – 852 с. : табл., граф., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485257">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485257</a> . – ISBN 978-5-9221-1742-5. – Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6.	Лабораторный практикум по оптике : учебное пособие / Л. П. Нестеренко, О. В. Овчинников, М. С. Смирнов [и др.] ; Воронежский государственный университет. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. 218, [1] с. : ил., табл. ; 20 см. ISBN 978-5-9273-3399-8.
7.	Теория, техника и практика оптической рефрактометрии : учебное пособие / [О.В. Овчинников и др.] ; Воронеж. гос. ун-т. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. 65, [2] с. : ил., табл. ISBN 978-5-9273-2371-5.
8.	Стрэтт Дж.В. (лорд Рэлей). Волновая теория света / Дж.В. Стрэтт (лорд Рэлей). Едиториал УРСС, 2010 г.
9.	Трофимова Т.И. Основы физики. Книга 4. Волновая и квантовая оптика. М. Высшая школа. 2007г. 215с.
10.	Клищенко А.П. Оптика: Курс лекций / А.П. Клищенко. 2004
11.	Физическая оптика : Учебник для вузов по направлению и специальности "Физика" / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 655 с.
12.	Фотонная оптика / А. В. Сечкарев. — СПб. : С.-Петербург.гос.ин-т точной механики и оптики, 2000. — 217,[2]с.
13.	Борн М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. - М. : Наука, 1978. - 719 с.
14.	Соколов А.В. Оптические свойства металлов / А.В. Соколов. - М. : Физматгиз, 1961. – 464 с.
15.	Оптика : учебное пособие для студ. физ. спец. вузов / Е.И. Бутиков ; под ред. Н.И. Калитеевского. — М. : Высшая школа, 1986. — 511,[1] с.
16.	Интерференция и дифракция света. Основы теории и применения. Учебное пособие для вузов / Нагибина И. М. - Машиностроение. Лен.отд. 1974. – 360 с.
17.	Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М. : Наука, 1959. С. 361-365.

18.	Королев Ф.А. Теоретическая оптика / Ф.А. Королёв. - М. : Высшая шк., 1966. – 555 с.
-----	---

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Поисковая система e-library.ru
2	Поисковая система google.ru
3	Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
6	ЭБС "Издательства "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
7	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru">https://biblioclub.lib.vsu.ru</a>
8	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>
9	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ
10	Виртуальная обучающая среда Moodle < <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> >

## 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	Электронный курс для дистанционного обучения «Современные проблемы физики лазерных и спектральных технологий»: < <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11565">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=11565</a> >
2	Инструкция «Общие рекомендации по оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ» И ВГУ 2.1.13 – 2016 <a href="http://www.law.vsu.ru/education/acts/i2.1.13_2016.pdf">http://www.law.vsu.ru/education/acts/i2.1.13_2016.pdf</a>
3	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в бакалавриате по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4-го курса направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, Л.В. Титова ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.

## 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 ( <a href="https://ru.libreoffice.org/">https://ru.libreoffice.org/</a> )
2.	Программное обеспечение ПЗС-линейки CCD Tool
3.	Программное обеспечение спектрометра USB-2000+ SpectraSuite
4.	система компьютерной алгебры Maxima ( <a href="http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html">http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html</a> )
5.	средство построения графиков Gnuplot ( <a href="http://www.gnuplot.info/">http://www.gnuplot.info/</a> ); система
6.	компьютерной верстки LaTeX ( <a href="https://www.latex-project.org/">https://www.latex-project.org/</a> )

### **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 Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). 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 "Современные проблемы физики лазерных и спектральных технологий".</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос
2	<i>Феноменологическое описание взаимодействия электромагнитных волн с телами.</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос
3	<i>Отражение и преломление электромагнитной волны на границе раздела двух диэлектриков</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным, практическим и лабораторным занятиям, индивидуальные задания, опрос, отчеты по лабораторным работам
4	<i>Классическая теория дисперсии света.</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным, практическим и лабораторным занятиям, индивидуальные задания, опрос, отчеты по лабораторным работам
5	<i>Отражение и преломление электромагнитной волны на поверхности металла. Распространение электромагнитных волн в проводнике.</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным, практическим и лабораторным занятиям, индивидуальные задания, опрос, отчеты по лабораторным работам
6	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с веществом в области его прозрачности</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос.
7	<i>Взаимодействие электромагнитных волн с телами в области решеточного поглощения</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос.
8	<i>Электромагнитные волны на поверхности тел</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Типовые задания к лекционным и практическим занятиям, индивидуальные задания, опрос.
9	<i>Оптическая рефрактометрия</i>	ПК-1 ПК-4 ПК-5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-4.1 ПК-5.4	Отчет по лабораторной работе.
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет, экзамен				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 (тесты):

#### **1. Выберите три основных подхода к описанию явлений, связанных с взаимодействием оптического излучения с веществом:**

- 1) классический;
- 2) эмпирический;
- 3) полуклассический;
- 4) теоретический;
- 5) квантово-механический.

Ответ: 1,3,5

#### **2. При классическом описании взаимодействия оптического излучения с веществом:**

- 1) поле электромагнитного излучения описывают уравнениями Максвелла, а при описании материального объекта используют квантово-механические представления;
- 2) электромагнитных волн, а вещество – в виде непрерывной среды, характеризующейся определенными оптическими макропараметрами.
- 3) излучение и вещество рассматривают как единую квантовую систему.

Ответ: 2

#### **3. При полуклассическом описании взаимодействия оптического излучения с веществом:**

- 1) поле электромагнитного излучения описывают уравнениями Максвелла, а при описании материального объекта используют квантово-механические представления;
- 2) электромагнитных волн, а вещество – в виде непрерывной среды, характеризующейся определенными оптическими макропараметрами.
- 3) излучение и вещество рассматривают как единую квантовую систему.

Ответ: 1

**4. При квантово-механическом описании взаимодействия оптического излучения с веществом:**

- 1) поле электромагнитного излучения описывают уравнениями Максвелла, а при описании материального объекта используют квантово-механические представления;
- 2) электромагнитных волн, а вещество – в виде непрерывной среды, характеризуемой определенными оптическими макропараметрами.
- 3) излучение и вещество рассматривают как единую квантовую систему.

Ответ: 3

**5. Электромагнитное поле характеризуется четырьмя основными векторными величинами E; D; H; B. Сопоставьте обозначение этих векторов с их названием:**

- 1) электрической индукцией;
- 2) напряженность электрического поля;
- 3) магнитной индукцией;
- 4) напряженностью магнитного поля.

Ответ: E-2; D-1; H-4; B-3.

**6. Определите формулировку первого уравнения Максвелла:**

- 1) магнитное поле создается как токами проводимости (направленным движением зарядов), так и токами смещения (переменным электрическим полем);
- 2) с переменным магнитным полем неразрывно связано вихревое индуцируемое электрическое поле;
- 3) Поток электрической индукции через замкнутую поверхность пропорционален величине свободного заряда, находящегося в объеме, ограниченном этой поверхностью;
- 4) Поток магнитной индукции через замкнутую поверхность равен нулю (магнитные заряды не обнаружены)

Ответ: 2

**7. Определите формулировку второго уравнения Максвелла:**

- 1) магнитное поле создается как токами проводимости (направленным движением зарядов), так и токами смещения (переменным электрическим полем);
- 2) с переменным магнитным полем неразрывно связано вихревое индуцируемое электрическое поле;
- 3) Поток электрической индукции через замкнутую поверхность пропорционален величине свободного заряда, находящегося в объеме, ограниченном этой поверхностью;
- 4) Поток магнитной индукции через замкнутую поверхность равен нулю (магнитные заряды не обнаружены)

Ответ: 1

**8. Введение комплексной диэлектрической проницаемости позволяет:**

- 1) рассматривать непроводящие среды;
- 2) рассматривать непроводящие среды по аналогии с проводящими;
- 3) формально рассматривать проводящие среды по аналогии с непроводящими.

Ответ: 3

**9. Дисперсией электромагнитной волны или дисперсией света в световом диапазоне называют:**

- 1) Зависимость величины  $n$  от температуры;
- 2) Зависимость величины  $\epsilon, \mu, \sigma$ , а также  $n$  и  $\eta$ , характеризующих свойства вещества, от частоты электромагнитного излучения;
- 3) Зависимость величины  $\epsilon, \mu, \sigma$ , а также  $n$  и  $\eta$ , характеризующих свойства вещества, от окружающей среды.

Ответ: 2

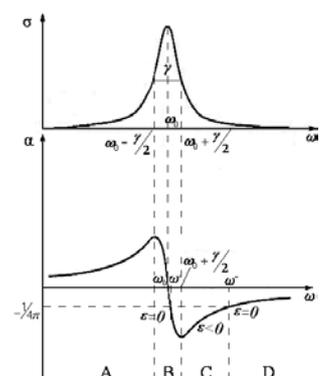
**10. Плазменной (Лэнгмюровской) частотой называют частоту, которая**

...

- 1) характеризует частоту колебаний электромагнитной волны;
- 2) характеризует собственные колебания электрона;
- 3) характеризует свободные колебания "электронного" газа.

Ответ: 3

**11. Сопоставьте четыре оптические области связанные с линией поглощения (A, B, C, D, приведенные на рисунке) с их названием:**



- 1) Область прозрачности;
- 2) Область поглощения;
- 3) Область металлического отражения;
- 4) Область рассеяния.

Ответ: А-1, В-2, С-3, D-1.

**12. Скин-эффект – это ...**

- 1) изменение частоты волны излучения, воспринимаемой приёмником, вследствие движения источника излучения относительно приёмника;
- 2) экспоненциальное убывание амплитуды электромагнитной волны по мере прохождения ее вглубь вещества;
- 3) зависимость показателя преломления вещества от частоты падающего электромагнитного излучения.

Ответ: 2

**13. Рассеяние оптического излучения конденсированными средами (твёрдыми телами и жидкостями) в результате его взаимодействия с собственными упругими колебаниями этих сред называют:**

- 1) комбинационным рассеянием;
- 2) рассеяние Мандельштама-Бриллюэна;
- 3) рассеяние Рэлея.

Ответ: 2

**14. Неупругое рассеяние оптического излучения на молекулах вещества (твёрдого, жидкого или газообразного), сопровождающееся заметным изменением частоты излучения называют:**

- 1) комбинационным рассеянием;
- 2) рассеяние Мандельштама-Бриллюэна;
- 3) рассеяние Рэлея.

Ответ: 1

**15. Фазовая скорость электромагнитной волны – это ...**

- 1) скорость движения волны;
- 2) скорость движения огибающей светового импульса;
- 3) скорость перемещения поверхности равной фазы, фазы равной некоторой постоянной величине.

Ответ: 3

**16. В результате поглощения, интенсивность света, при прохождении через вещество...**

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) остаётся прежней;
- г) пропадает.

Ответ: а

**17. Полное внутреннее отражение может происходить при:**

- а) переходе из оптически менее плотной среды в оптически более плотную;
- б) переходе из оптически более плотной среды в оптически менее плотную;
- в) движении луча внутри одной прозрачной среды, не достигая границы раздела.

Ответ: б

**18. Зависимость показателя преломления среды от частоты световой волны – это ...**

- а) поляризации;
- б) дисперсия;
- в) дифракция.

Ответ: б

**19. Волны, имеющую одинаковую частоту и постоянную разность фаз их колебаний – это ...**

- а) продольные волны
- б) поперечные волны
- в) когерентные волны

Ответ: в

**20. Световые волны – это ...**

- а) поперечные волны
- б) продольные волны
- в) когерентные волны

Ответ: а

**21. Волны, распространяющиеся вдоль границы раздела двух разнородных сред и существующие одновременно в них обеих называются - ...**

- а) стоячие волны;
- б) когерентные волны;
- в) поверхностные волны.

Ответ: в

**22. Выберите материальные уравнения Максвелла:**

а)  $\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ ;

б)  $\vec{D} = \varepsilon \vec{E}$ ;

в)  $\vec{B} = \mu \vec{H}$ ;

г)  $\operatorname{div} \vec{B} = 0$ ;

д)  $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ .

Ответ: б, в, д

**23. Мнимая часть комплексного показателя преломления  $\eta$  называется ...**

- а) коэффициентом поглощения;
- б) главным показателем затухания (экстинкции);
- в) коэффициентов отражения.

Ответ: б

**24. Аномальная дисперсия — это ...**

- а) вид дисперсии света, при которой показатель преломления среды не изменяется с увеличением частоты световых колебаний;
- б) вид дисперсии света, при которой показатель преломления среды увеличивается с увеличением частоты световых колебаний;
- в) вид дисперсии света, при которой показатель преломления среды уменьшается с увеличением частоты световых колебаний.

Ответ: в

**25. Нормальная дисперсия — это ...**

- а) вид дисперсии света, при которой показатель преломления среды не изменяется с увеличением частоты световых колебаний;
- б) вид дисперсии света, при которой показатель преломления среды увеличивается с увеличением частоты световых колебаний;
- в) вид дисперсии света, при которой показатель преломления среды уменьшается с увеличением частоты световых колебаний.

Ответ: б

Примерный перечень практических заданий (задачи):

1. В вакууме вдоль оси  $x$  распространяются две плоские одинаково поляризованные волны, электрические составляющие которых изменяются по гармоническому закону.
2. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна частоты  $(J)$ , для которой среднее значение плотности потока энергии равно  $(S)$ . Найти амплитудное значение плотности тока смещения в этой волне.

3. В вакууме существует электромагнитное поле, гармонически изменяющееся во времени. В некоторой точке пространства вектор  $E = 130 \cos(2\pi \cdot 10^{10} t)$ .
4. Показать, что из уравнений Максвелла для вакуума следует известное *волновое уравнение*

$$\Delta \vec{E} = \frac{\epsilon \mu}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$$

И др.

#### 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  $AB_1$  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  $\Delta C_x$ ?
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. Феноменологическое описание электромагнитных волн в телах.
2. Комплексная диэлектрическая проницаемость, показатель преломления, поглощения.
3. Отражение и преломление электромагнитной волны на границе раздела двух диэлектриков.
4. Формулы Френеля.
5. Полное внутреннее отражение
6. Дисперсия проводимости (вывод, графическое представление и описание)
7. Дисперсия диэлектрической проницаемости (вывод, графическое представление и описание)
8. Дисперсия показателя преломления (вывод, графическое представление и описание).
9. Понятие временной и пространственной дисперсии.
10. Затухание электромагнитной волны в проводящих телах, скин-эффект, глубина скин-слоя.
11. Вывод выражения Хагена и Рубенса.
12. Оптические и акустические колебания в кристаллах.
13. Комбинационное рассеяние света
14. Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
15. Поляритоны. Соотношение Лиддейна-Закса-Теллера.
16. Эффекты запаздывания и дисперсия поляритонных ветвей.
17. Поверхностные электромагнитные волны и условия их существования.
18. Дисперсионные соотношения для поверхностных электромагнитных волн.

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
<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>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<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>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<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>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

Составители:

Гревцева Ирина Геннадьевна,  
кандидат физико-математических наук,  
старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рекомендована НМС физического факультета  
(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол от 20.06.2023 № 6