

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

21.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.01 Современные методы исследования материалов 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/ специализация/ магистерская программа:**

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

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

**7. Рекомендована:** НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 20.06.2023

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)*

**8. Учебный год:** 2026/2027

**Семестр(-ы):** 7, 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся по направлению "Фотоника и оптоинформатика", в области освоения различных современных оптических и спектроскопических методов исследования оптических материалов.

### *Задачи учебной дисциплины:*

- научиться решать научно-исследовательские задачи по разработке новых материалов и их технологий;
- научиться решать практические инженерные задачи в области фотоники;
- сформировать навыки обработки, описания, оформления и документирования результатов экспериментальных исследований параметров однородных, композиционных и наноструктурированных материалов;
- сформировать умения оценивать достоверность результатов прямых и косвенных измерений.

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

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ПК-6	Способен создавать базы данных о физических свойствах и технологических особенностях наноструктурных материалов	ПК-6.1	Осуществляет подготовку реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов	<p><b>Знать:</b> реестр допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять подготовку реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками подготовки реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов</p>
ПК-7	Способен проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства приборов и исследование параметров наноструктурных материалов в соответствии с утвержденной методикой	ПК-7.1	Организует и контролирует экспериментальные проверки разработанных технологических процессов	<p><b>Знать:</b> принципы контроля экспериментальных проверок технологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> организовывать проведение экспериментальной проверки разработанных технологических процессов.</p> <p><b>Владеть:</b> владеть навыками организации проверки технологических процессов.</p>
		ПК-7.2	Разрабатывает программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов	<p><b>Знать:</b> утвержденную методику проверки технологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать программы проведения экспериментов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки.</p>
		ПК-7.3	Составляет перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых	<p><b>Знать:</b> перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления перечня параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении</p>

			материалов	технологических процессов и анализе используемых материалов.
--	--	--	------------	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.** (в соответствии с учебным планом) — 11/396.

**Форма промежуточной аттестации:** зачёт, зачёт с оценкой

### 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		№ 7	№ 8
Аудиторные занятия	156	78	78
в том числе:	лекции		
	практические		
	лабораторные	156	78
Самостоятельная работа	240	138	102
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет, зачет с оценкой</i>		зачет	зачет с оценкой
Итого:	396	216	180

### 13.1 Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Эмиссионный качественный спектральный анализ стекол (лабораторная работа № 1)	Этапы спектрального аналитического процесса. Основы современной теории излучения света атомами. Методы качественного спектрального анализа.
3.2	Изучение спектроскопии пропускания и отражения прозрачных и светорассеивающих веществ на примере полированных и матированных стекол (лабораторная работа № 2)	Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Применение электронных спектров поглощения для качественного и количественного анализа. Явление отражения света. Соотношение Крамерса-Кронига. Формула Френеля. Отражение в поглощающих средах. Диффузное отражение света. Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).
3.3	Качественный анализ состава стекол по ИК спектрам поглощения (лабораторная работа № 3)	Молекулярные спектры поглощения в ИК области. Характеристики молекулярных спектров. Колебания 2-ух атомной молекулы. Идентификация вещества по ИК спектрам. Таблица характеристических частот. Приборы для ИК спектроскопии.
3.4	Спектры комбинационного рассеяния стекол и ситаллов. (лабораторная работа № 4)	Классическая теория комбинационного рассеяния света (КРС). Основы квантовой теории КРС. Резонансное комбинационное рассеяние света. Качественный и количественный анализ по КР-спектрам.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Эмиссионный качественный спектральный анализ стекол			40	60	100
2.	Изучение спектроскопии пропускания и отражения				60	102

	прозрачных и светорассеивающих веществ на примере полированных и матированных стекол			42		
3.	Качественный анализ состава стекол по ИК спектрам поглощения			32	60	92
4.	Спектры комбинационного рассеяния стекол и ситаллов.			42	60	102
	Итого			156	240	396

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Чтение основной и дополнительной литературы.
- Самостоятельное изучение материала по литературным источникам.
- Подготовка к лабораторным занятиям, подготовка отчетов.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Ландсберг, Г.С. Оптика : учебное пособие / Г.С. Ландсберг. - 6-е изд., стереот. - М. : Физматлит, 2010. - 848 с. - ISBN 978-5-9221-0314-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=82969">https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=82969</a> .
2.	Бутиков, Е.И. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <a href="http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=2764">http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=2764</a>
3.	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 539 с. — Режим доступа: <a href="http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=684">http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=684</a>

Контингент: 12 чел.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. [Электронный ресурс] / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/71735">http://e.lanbook.com/book/71735</a>
5.	Ефимов, А.М. Оптические свойства материалов и механизмы их формирования. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2008. — 103 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43671">http://e.lanbook.com/book/43671</a>
6.	Борн, М. Основы оптики. / М.Борн, Э.Вольф. - М.: Наука, 1970. - 855 с. (8 экземпляров)
7.	Ефимов, А.М. Оптические свойства материалов и механизмы их формирования. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2008. — 103 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43671">http://e.lanbook.com/book/43671</a>
8.	Ефимов, А.М. Оптические свойства материалов и механизмы их формирования. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2008. — 103 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/43671">http://e.lanbook.com/book/43671</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интернет
9.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" – <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
10.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" – <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
11.	Электронно-библиотечная система "Лань" – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
12.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
13.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> – Зональная научная библиотека ВГУ

#### 16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	Учебно-методические указания к лабораторным занятиям дисциплины "Современные методы исследования материалов фотоники"
2	Электронный учебный курс "Современные методы исследования материалов"

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические 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., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

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.

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.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебно-научная аудитория, оснащенная оборудованием для проведения лабораторных занятий: ИВС-29, PGS-2PGS-2 с ПЗС-линейкой фирмы Toshiba TCD1304AP, компьютер Р-4, проектор AserX110 DLP 2500 LumensSVGA (800\*600), Оптический стол, Учебный волоконно-оптический спектрально-люминесцентный комплекс (Oceanoptics), Инфракрасный Фурье спектрометр Tensor 37, Лазер с гауссовым резонатором LS-2132UTF, МДР-23, Модуль ФЭУ в составе: ФЭУ РМС-100-20 с контроллером управления DCC-100, преобразовательBecker&Hickl; детектор для ИК области InGaAs;KitKIT-IF-25C, преобразовательMicroPhotonDevices; Импульсный источник излучения; PICOPOWERLD 375, преобразовательAlphas; прецизионный, полностью автоматический спектрофлуориметр на базе монохроматора МДР-4 и ФЭУ-79, работающий в режиме счета фотонов; прецизионный, полностью автоматический спектрофлуориметр на базе монохроматора МДР-23 и ФЭУР955P (Hamamatsu), работающим в режиме счета фотонов; компьютер для обработки данных с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Перечень необходимого программного обеспечения:

- WinPro 8 RUSUpgrdOLPNLAcdmс;
- 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 - MathWorksTotalAcademicHeadcount – 25
- Система инженерного моделирования ANSYSHF AcademicResearch
- Пакет ПО для управления спектрофотометром USB 2000+ (OceanOptics), для анализа и обработки данных
- Пакет русскоязычного ПО для управления спектрометром Tensor 37 (BrukerOptics) анализа и обработки данных
- Пакет ПО для управления спектрометрическим комплексом на базе монохроматора МДР-41 (ОКБ Спектр)

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-6.1. Осуществляет подготовку реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов	<p><b>Знать:</b> реестр допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять подготовку реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками подготовки реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов</p>	<p>Этапы 1-4:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Эмиссионный качественный спектральный анализ стекол</li> <li>- Изучение спектроскопии пропускания и отражения прозрачных и светорассеивающих веществ на примере полированных и матированных стекол</li> <li>- Качественный анализ состава стекол по ИК спектрам поглощения</li> <li>- Спектры комбинационного рассеяния стекол и ситаллов.</li> </ul>	Отчеты лабораторных работ
ПК-7.1. Организует и контролирует экспериментальные проверки разработанных технологических процессов	<p><b>Знать:</b> принципы контроля экспериментальных проверок технологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> организовывать проведение экспериментальной проверки технологических процессов.</p> <p><b>Владеть:</b> владеть навыками организации проверки технологических процессов.</p>		
ПК-7.2. Разрабатывает программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов	<p><b>Знать:</b> утвержденную методику проверки технологических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать программы проведения экспериментов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки.</p>		
ПК-7.3 Составляет перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов	<p><b>Знать:</b> перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками составления перечня параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов.</p>		
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет, зачет с оценкой			КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

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

**Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.**

**Зачет:**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лабораторных занятий. Полный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы.</i>	<i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	<i>зачтено</i>
<i>Систематические пропуски лабораторных занятий без уважительной причины. Неумение давать ответы на вопросы</i>	-	<i>не зачтено</i>

**Зачет с оценкой:**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение всех лабораторных занятий. Выполнение всех заданий. Полный ответ на КИМ зачетного занятия. Правильные ответы на дополнительные вопросы.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Посещение лабораторных занятий. Выполнение заданий с незначительными замечаниями. Полный ответ на КИМ зачетного занятия. Неполные, неправильные ответы на ряд дополнительных вопросов.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Пропуски лабораторных занятий. Выполнение заданий с существенными замечаниями. Неполный ответ на КИМ зачетного занятия. Неполные, неправильные ответы на ряд дополнительных вопросов.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Пропуски большинства лабораторных занятий, не выполнение заданий. Неправильный ответ на КИМ зачетного занятия. Отсутствие ответов на большинство дополнительных вопросов.</i>	-	<i>Неудовлетворительно</i>

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**19.3.1 Перечень вопросов к зачету:**

1. Основные этапы спектрально-аналитического процесса.
2. Принцип действия источников возбуждения, применяемых в атомном эмиссионном спектральном анализе.
3. Принципы действия спектральных приборов, применяемых в атомном эмиссионном спектральном анализе.
4. Принципы действия приемников излучения, применяемых в атомном эмиссионном спектральном анализе.
5. Методы качественного спектрального анализа.
6. Закон Бугера-Ламберта-Бэра.
7. Применение электронных спектров поглощения для качественного и количественного анализа.
9. Явление отражения света.
10. Соотношение Крамерса-Кронига.
11. Формула Френеля.
12. Отражение в поглощающих средах.
13. Диффузное отражение света.
14. Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО).

**Перечень вопросов к зачету с оценкой:**

1. Молекулярные спектры поглощения в ИК области.
2. Характеристики молекулярных спектров.
3. Колебания двухатомной молекулы.
4. Идентификация вещества по ИК спектрам. Таблица характеристических частот.
5. Приборы для ИК спектроскопии.
6. Классическая теория комбинационного рассеяния света (КРС).
7. Основы квантовой теории КРС.
8. Резонансное комбинационное рассеяние света.
9. Качественный и количественный анализ по КР-спектрам.

**19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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, фронтальная беседа); тестирования; оценки результатов практической деятельности. Критерии оценивания приведены выше.

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.

При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

Программа рекомендована \_\_\_\_\_ НМС физического факультета ВГУ \_\_\_\_\_

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 6 от 20.06.2023 г.