

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

24 .06 .2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Оптоэлектроника

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки: «Физика лазерных и спектральных технологий»

3. Квалификация выпускника: Высшее образование (бакалавр)

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Оптики и спектроскопии

6. Составители программы:

Смирнов Михаил Сергеевич, д.ф.-м.н., доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 23.06.22 г. протокол № 6
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2025 / 2026

Семестр(-ы): 1

9.Цели и задачи учебной дисциплины: Курс "Оптоэлектроника" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся на кафедре оптики и спектроскопии по бакалаврской программе "Оптика и спектроскопия", в области физических основ построения приборов для обработки, хранения, передачи оптической информации, основанных на процессах взаимодействия оптического излучения с веществом.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: 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-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	<p>Знать: физические основы построения приборов для обработки, хранения, передачи оптической информации, основанных на процессах взаимодействия оптического излучения с веществом.</p> <p>Уметь: описывать процессы взаимодействия оптического излучения с веществом.</p>
ПК-5	Способен проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства приборов и исследование параметров наноструктурных материалов спектральными методами	ПК-5.4 ПК-5.5	<p>Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники</p> <p>Согласовывает технические требования к параметрам разрабатываемых изделий, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации</p>	<p>Владеть: базовыми знаниями по квантовой механике, физике твёрдого тела, физике конденсированного состояния для описания процессов взаимодействия оптического излучения с веществом.</p>
ПК-6	Способен разрабатывать оптимальные спецификации для производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе	ПК-6.1	Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов	

наноструктурных материалов по данным экспериментальных исследований и результатам анализа коммерческой информации	ПК-6.3	Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники
---	--------	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) —
3 / 108.

Форма промежуточной аттестации: зачет

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 7
Аудиторные занятия		72	72
в том числе:	лекции	36	36
	практические		
	лабораторные	36	36
Групповые консультации		8	8
Самостоятельная работа		28	28
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>			
Итого:		108	108

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
01	<i>Введение в оптоэлектронику. Оптические характеристики вещества.</i>	<i>Введение в оптоэлектронику. Уравнения Максвелла и материальные уравнения для вещества. Волновое уравнение для э/м волны в веществе. Действительная и мнимая часть комплексного показателя преломления соотношения Крамерса-Кронига. Формулы Френеля.</i>
02	<i>Оптические характеристики анизотропных кристаллов.</i>	<i>Тензор диэлектрической проницаемости. Оптическая индикатриса. Двулучепреломление. Вектор Умова-Пойнтинга и направление распространения фазы.</i>

03	Теория дисперсии показателя преломления и поглощения	Модель гармонического осциллятора. Главный показатель поглощения, комплексный показатель преломления. Дисперсионные соотношения
04	Электрооптические, магнитооптические, упругооптические эффекты.	Модель ангармонического осциллятора. Эффект Покельса, Керра. Эффект Фарадея. Фотоупругость, пьезооптические коэффициенты.
05	Оптические переходы в полупроводниках.	Фундаментальное поглощение в полупроводниках, дипольное приближение, прямые и непрямые переходы, рождение экситона. Примесное поглощение излучения. Поглощение решёткой. Поглощение свободными носителями заряда.

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	
01	Введение в оптоэлектронику. Оптические характеристики вещества.	6		8	1	4	18
02	Оптические характеристики анизотропных кристаллов.	6		8	1	4	18
03	Теория дисперсии показателя преломления и поглощения	12			2	6	18
04	Электрооптические, магнитооптические, упругооптические эффекты.	12			2	7	19
05	Оптические переходы в полупроводниках.			20	2	7	27
	Итого	36		36	8	28	108

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Щапова, И.А. Основы оптоэлектроники и лазерной техники : учебное пособие / И.А. Щапова. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ФЛИНТА, 2017. – 235 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103827 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-0040-4. – Текст : электронный.
2	Коровченко И. С. Оптоэлектроника [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. старших курсов физ. фак.; для направления 03.03.03 - Радиофизика] / И.С. Коровченко, А.А. Потапов, Г.К. Усков ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. — Загл. с титул. экрана. — Свободный доступ из интранета ВГУ. — Текстовые файлы. — Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-241.pdf >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Электроника и наноэлектроника" и "Телекоммуникации"] / А.Н. Игнатов. — Санкт-Петербурге ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. — 538 с. // Издательство "Лань": Электр. – библио. система. – URL: http://e.lanbook.com
4	Оптоэлектроника / О.Н. Ермаков [и др.] .— М. : Янус-К, 2010. — (Электроника в техническом университете. Прикладная электроника / под общ. ред. И.Б. Федорова) .— ISBN 978-5-8037-0505-5.
5	Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: учеб. пособие / А.Н. Игнатов. — Москва : Эко-трендз, 2006. — 272 с. : ил.,
6	Носов, Юрий Романович. Оптоэлектроника / Ю. Р. Носов. — М. : Советское радио, 1977. — 230,[2] с.
7	Карих Е.Д. Оптоэлектроника: Учеб. пособие для студ. специальностей "Радиофизика", "Физическая электроника" вузов / Е.Д. Карих. — Минск : БГУ, 2000. — 262, [1] с. — ISBN 985-445-277-8 : 30.00.
8	Носов, Юрий Романович. Оптоэлектроника / Ю. Р. Носов. — М. : Советское радио, 1977. — 230,[2] с.
9	Страховский Г.М., Основы квантовой электроники / Г.М. Страховский, А.В. Успенский - М. : Высшая школа, 1973. - 312 с.
10	Ярив А. Квантовая электроника / А. Ярив - М. : Советское радио, 1980. - 488 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
9	Поисковая система e-library.ru
10	Поисковая система google.ru
11	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
12	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
13	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
14	ЭБС "Издательства "Лань" https://e.lanbook.com
15	ЭБС "Университетская библиотека online" https://biblioclub.lib.vsu.ru
16	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" https://rucont.ru
17	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ
18	Виртуальная обучающая среда Moodle < https://edu.vsu.ru >

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 «Введение в оптоэлектронику»: https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=6189
2.	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. 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 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.

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.	система компьютерной алгебры Maxima (http://maxima.sourceforge.net/ru/index.html)
3.	средство построения графиков Gnuplot (http://www.gnuplot.info/); система
4.	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 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.

Аудитория для проведения лабораторных работ: набор оптоволоконного оборудования в составе: ромб Френеля FR600QM; измеритель мощности PM120VA; S120-FC адаптер;

адаптер S120-SMA; волокно многомодовое M72L02; Волокно многомодовое M72L05; Модульный учебный комплекс МУК-ОВ (Волновая оптика): механический блок БМО1, электронный блок ОВ1, лампа накаливания (12 В, 10 Вт); операционная система Windows 10 для образовательных учреждений (Лицензия действует до 01.05.2021, дог. 3010-15/207-19 от 30.04.2019); система математических вычислений и имитационного моделирования MathWorksTotalAcademicHeadcount (Лицензия до 31.01.2022, сублиц. контракт 3010-07/01-19 от 09.01.19

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)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ПК-4.1. Осуществляет подготовку реестра допустимых значений физических воздействий на прошедшие испытания материалы и комплектующие для разработки технологических процессов	<p>Знать: физические основы построения приборов для обработки, хранения, передачи оптической информации, основанных на процессах взаимодействия оптического излучения с веществом.</p> <p>Уметь: описывать процессы взаимодействия оптического излучения с веществом.</p> <p>Владеть: базовыми знаниями по квантовой механике, физике твёрдого тела, физике конденсированного состояния для описания процессов взаимодействия оптического излучения с веществом</p>	<p><i>Этапы 01-05</i></p> <p><i>Введение оптоэлектронику. Оптические характеристики вещества.</i></p> <p><i>Оптические характеристики анизотропных кристаллов.</i></p> <p><i>Теория дисперсии показателя преломления и поглощения</i></p> <p><i>Электрооптические, магнитооптические, уругооптические эффекты.</i></p> <p><i>Оптические переходы в полупроводниках.</i></p>	<p>Устный опрос. Отчет о выполнении лабораторной работы</p>
ПК-5.4. Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники			
ПК-5.5. Согласовывает технические требования к параметрам разрабатываемых изделий, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации			
ПК-6.1. Производит анализ исходных требований к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов			
ПК-6.3. Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемых приборов квантовой электроники и фотоники			
Промежуточная аттестация (зачет)			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 дисциплины;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение описывать основные характеристики приборов для обработки, хранения, передачи оптической информации;
- 4) владение знаниями о взаимодействия оптического излучения с веществом.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Посещение лабораторных занятий. Правильно и вовремя выполненные лабораторные задания. Правильные ответы на контрольные вопросы во время зачета.	Повышенный базовый и пороговый уровни	зачтено
Систематические пропуски занятий без уважительных причин. Невыполненные лабораторные задания. Неверно сформулированные ответы на контрольные вопросы во время зачета.	–	незачтено

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 Фонд контрольно-измерительных материалов

УТВЕРЖДАЮ

_____.____.20__г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика

Дисциплина Оптоэлектроника

Форма обучения очная

Вид контроля зачет

Вид аттестации промежуточная

19. Контрольно-измерительный материал № 1

1. Введение в оптоэлектронику. Уравнения Максвелла и материальные уравнения для вещества.

2. Поглощение свободными носителями заряда. Фононное поглощение.

.....

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ

___. ___. 20__ г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика

Дисциплина Оптоэлектроника

Форма обучения очная

Вид контроля зачет

Вид аттестации промежуточная

20. Контрольно-измерительный материал № 2

1. Волновое уравнение для э/м волны в веществе.
2. Примесное поглощение излучения. Поглощение решёткой.

.....

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ

____.____.20__г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика
Дисциплина Оптоэлектроника
Форма обучения очная
Вид контроля зачет
Вид аттестации промежуточная

21. Контрольно-измерительный материал № 3

1. Действительная и мнимая часть комплексного показателя преломления соотношения Крамерса-Кронига.
2. Фундаментальное поглощение в полупроводниках, рождение экситона, прямые и не прямые переходы.

.....

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ

____.____.20__г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика
Дисциплина Оптоэлектроника
Форма обучения очная
Вид контроля зачет
Вид аттестации промежуточная

22. Контрольно-измерительный материал № 4

1. Формулы Френеля.
2. Фотоупругость, пьезооптические коэффициенты.

.....

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ

____.____.20__г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика
Дисциплина Оптоэлектроника
Форма обучения очная
Вид контроля зачет
Вид аттестации промежуточная

23. Контрольно-измерительный материал № 5

1. Тензор диэлектрической проницаемости. Оптическая индикатриса.
2. Эффект Покеельса, Керра. Эффект Фарадея.

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ

____.____.20__г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика
Дисциплина Оптоэлектроника
Форма обучения очная
Вид контроля зачет
Вид аттестации промежуточная

24. Контрольно-измерительный материал № 6

1. Двулучепереломление. Вектор Умова-Пойнтинга и направление распространения фазы.
2. Дисперсионные соотношения

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ

_____.____.20__г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика

Дисциплина Оптоэлектроника

Форма обучения очная

Вид контроля зачет

Вид аттестации промежуточная

25. Контрольно-измерительный материал № 7

1. Модель гармонического осциллятора.
2. Фотоупругость, пьезооптические коэффициенты.

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ

_____.____.20__г.

Направление подготовки / специальность 03.03.02 Физика

Дисциплина Оптоэлектроника

Форма обучения очная

Вид контроля зачет

Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 8

1. Главный показатель поглощения, комплексный показатель преломления.
2. Фундаментальное поглощение в полупроводниках, рождение экситона, прямые и не прямые переходы.

.....

Преподаватель _____
подпись расшифровка подписи

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); оценки результатов практической деятельности (выполнение лабораторных работ). 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 вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

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

Составители:

Смирнов Михаил Сергеевич,
кандидат физико-математических наук, доцент



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

протокол от 23.06.2022 № 6