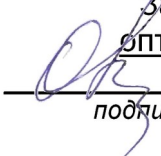


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

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

24. 06. 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.31 Оптическое материаловедение
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: Смирнов Михаил Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 23.06.2022

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2024/2025 **Семестр(-ы):** 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: изучение основных классов оптических материалов и особенностей их применения в фотонике и оптоинформатике, физико-химических и технологических особенностей различных типов оптических кристаллов и стёкол, современных представлений о природе оптических и физических свойств материалов, определяющих сферу их применения в фотонике и оптоинформатике, принципов разработки оптических материалов с новыми свойствами, основных представлений о современных технологиях синтеза оптических кристаллов и стёкол, тенденций развития современного оптического материаловедения.

Задачи учебной дисциплины:

- сформулировать цели и задачи научных исследований по оптическому материаловедению;
- сформировать способность использовать современные фундаментальные знания по оптическому материаловедению;
- сформировать умение использовать основные законы оптического материаловедения в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: обязательная часть блока 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 инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики	ОПК-1.2	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, применяемыми в инженерной практике.
		ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности	Знать: принципы применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности. Уметь: применять общеинженерные знания в инженерной деятельности Владеть: общеинженерными знаниями в инженерной деятельности
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	Знать: принципы определения степени результатов экспериментальных исследований. Уметь: составлять реестр параметров наноструктурных материалов. Владеть: навыками определения степени достоверности результатов экспериментальных исследований.

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

Форма промежуточной аттестации: *зачёт, зачёт с оценкой*

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 6
Аудиторные занятия		32	32
в том числе:	лекции	16	16
	практические	16	16
	лабораторные		
Самостоятельная работа		40	40
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>экзамен</i>		36	экзамен - 36
Итого:		108	108

13.1 Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение. Роль оптического материаловедения в развитии фотоники и оптоинформатики.	Предмет, цели и задачи курса. Оптические материалы и их роль в фотонике и оптоинформатике. Классификация оптических материалов. Свойства оптических материалов
1.2	Прохождение оптического излучения через материалы.	Классификация оптических материалов. Распространение оптического излучения при прохождении через вещество. Отражение, преломление, поглощение и пропускание. Оптические явления на границе двух сред. Поляризация света при отражении от диэлектриков. Закон Брюстера. Рассеяние света материалами. Люминесценция.
1.3	Кристаллические оптические материалы.	Определение понятия —кристалл. Трансляционная и точечная симметрия и физические свойства кристаллов. Кристаллические классы. Классификация дефектов в кристаллах. Вакансии. Пластическая деформация, скольжение и дислокации. Экспериментальные методы наблюдения дислокаций. Кристаллические блоки. Дислокационная модель границ блоков. Выращивание кристаллов из растворов. Метод пересыщения раствора. Методы выращивания кристаллов из газовой фазы. Выращивание из расплава. Метод зонной плавки. Метод направленной кристаллизации. Метод Стокбаргера. Метод Чохральского. Распространение света в кристаллах. Двойное лучепреломление в прозрачных кристаллах. Молекулярная теория двойного лучепреломления. Кристаллы, поглощающие свет. Поглощение света в одноосных кристаллах.
1.4	Классические стекла, их строение	Строение стекла по данным дифракционных исследований: ближний, средний и дальний порядки. Понятие структурной единицы стекла примеры структурных единиц силикатных и боратных стекол. Температура стеклования и ее связь с температурой плавления вещества и прочностью химических связей структурных единиц. Что такое «длина стекла», как она связана с его структурой. Структура стекла и основы механизма проводимости. Принцип формирования профиля показателя преломления в элементах градиентной оптики. Химическая устойчивость стекол. Влияние компонентов стекла на химическую устойчивость. Твердость, прочность и хрупкость стекла. Модель Гриффитса. Статистический подход к прочности стекол.

1.5	Силикатные стекла и основы технологии их получения	Стеклообразный кремнезем: два основных технологических принципа получения стеклообразного кремнезема, отличие оптических свойств стекол, получаемых этими методами. Типы и марки бесцветного оптического стекала. Классификация стекол по типам. Диаграмма Аббе. Спектральная область пропускания силикатных стекол. Физико-химические свойства стекол. Основные виды дефектов оптических материалов. Диаграмма состояния и структура кварцевого стекла. Боросиликатные кроны, специфика их свойств и основы технологии. Общая характеристика практических составов стекол, области применения в оптике. Стекла группы флинтгов, специфика их свойств и основы технологии. Общая характеристика практических составов стекол, области применения в оптике. Фосфатные стекла, специфика их свойств и основы технологии. Общая характеристика практических составов стекол, области применения в оптике. Двухкомпонентные щелочно-силикатные системы. Свойства силикатных кронов. Свойства силикатных флинтгов. Боросиликатные стекла и особенности их свойств.
1.6	Несиликатные стекла и технологии их получения.	Фторосодержащие оптические стекла. Стекла на основе фторидов металлов и других галогенидов. Стекла для инфракрасной оптики (халькогенидные). Двойные системы: S – Se, S – As, Se – As, Se – Ge. Области стеклообразования и общая характеристика физико-химических свойств. Германатные, теллуритные, ванадатные и другие стекала. Стекла на основе органических соединений. Общая характеристика свойств оптически низко- и высокомолекулярных стекол. Полимерные стекла в линзовой оптике, волоконной оптике и в самофокусирующихся оптических элементах.
1.7	Люминесцирующие кристаллы. Лазерные стекла. Композиты оптических материалов.	Люминофоры и способы их приготовления. Люминесцирующие кристаллы. Активаторы люминесценции. Лазерные стекла. Композиты оптических материалов.
2. Практические занятия		
2.1	Прохождение оптического излучения через материалы.	Практическое занятие: «Прохождение оптического излучения через материалы».
2.2	Классические стекла, их строение	Практическое занятие: «Классические стекла, их строение»
2.3	Силикатные стекла и основы технологии их получения	Практическое занятие: «Силикатные стекла и основы технологии их получения»
2.4	Оптическая керамика.	Оптические ситаллы. Оптическая керамика. Практическое занятие: «Оптическая керамика»
2.5	Люминесцирующие кристаллы. Лазерные стекла. Композиты оптических материалов.	Практическое занятие: «Люминесцирующие кристаллы»
2.6	Понятие о феноменологических, нормируемых и справочных характеристиках оптического материала (практические занятия)	Оптические характеристики, используемые для феноменологического описания оптических материалов в диапазоне их прозрачности. Главный показатель преломления, средняя дисперсия и коэффициент дисперсии (число Аббе). Хроматическая аберрация. Выбор пар стекол для исправления хроматических аберраций в линзовых системах. Нормируемые характеристики бесцветного оптического стекла: главный показатель преломления, средняя дисперсия, однородность партии заготовок по этим характеристикам, бессвильность, двойное лучепреломление, пузырность, интегральный показатель ослабления.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1.	Введение. Роль оптического материаловедения в развитии фотоники и оптоинформатики.	1	0	0	0	4	5
2.	Прохождение оптического излучения через материалы.	3	2	0	5	4	14

3.	Кристаллические оптические материалы.	2	0	0	5	4	11
4.	Классические стекла, их строение	2	2	0	5	4	13
5.	Силикатные стекла и основы технологии их получения	2	2	0	5	4	13
6.	Несиликатные стекла и технологии их получения.	4	0	0	5	4	13
7.	Оптическая керамика.		2	0	5	4	11
8.	Люминесцирующие кристаллы. Лазерные стекла. Композиты оптических материалов.	2	2	0	5	4	13
9.	Понятие о феноменологически х, нормируемых и справочных характеристиках оптического материала		6	0	5	4	15
	Итого	16	16		40	36	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Работа с текстом конспекта лекции.
- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка рефератов.
- Подготовка к практическим занятиям, оформление 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: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=82969
2.	Бутиков, Е.И. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=2764
3.	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 539 с. — Режим доступа: http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=684

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Шангина, Л.И. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Л.И. Шангина. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 303 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208584
5.	Новотный, Л. Основы нанооптики / Л. Новотный. - М.: Физматлит, 2009. - 482 с. (2 экземпляра)
6.	Пасынков, Владимир Васильевич. Материалы электронной техники : Учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые и микроэлектронные приборы" .— М. : Высшая школа, 1980 .— 406 с. : ил., табл. — 16.00. (2 экземпляра)
7.	Борн, М. Основы оптики. / М. Борн, Э. Вольф. - М.: Наука, 1970. - 855 с. (4 экземпляра)

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интернет
8.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
9.	ЭБС "Издательства "Лань" https://e.lanbook.com
10.	ЭБС "Университетская библиотека online" https://biblioclub.lib.vsu.ru
11.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" https://rucont.ru

16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	Учебно-методические указания к практическим занятиям дисциплины "Оптическое материаловедение".
2	Учебно-методические указания к подготовке рефератов по дисциплине "Оптическое материаловедение".

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.

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:

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.

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)
ОПК-1.2.	Знать: принципы применения знания		КИМ

Применяет знания естественных наук в инженерной практике	естественных наук в инженерной практике. Уметь: применять знания естественных наук в инженерной практике. Владеть: знаниями естественных наук, применяемыми в инженерной практике.	Все разделы	
ОПК-1.3. Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности	Знать: принципы применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности. Уметь: применять общеинженерные знания в инженерной деятельности Владеть: общеинженерными знаниями в инженерной деятельности	Все разделы	КИМ
ПК-6.1. Определяет степень достоверности результатов экспериментальных исследований и составление реестра параметров наноструктурных материалов	Знать: принципы определения степени результатов экспериментальных исследований. Уметь: составлять реестр параметров наноструктурных материалов. Владеть: навыками определения степени достоверности результатов экспериментальных исследований.	Все разделы	КИМ
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен			КИМ

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

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 ниже.

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 оптическом материаловедении;
- 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.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы. 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.</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>

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 экзамену:**

1. Распространение света в веществе.
2. Оптические явления на границе двух сред
3. Отражение, преломление, поглощение и пропускание света.
4. Поляризация света при отражении от диэлектрика.
5. Закон Брюстера.
6. Понятие «кристалла». Трансляционная и точечная симметрия кристаллов.
7. Физические свойства кристаллов.
8. Классификация дефектов в кристаллах.
9. Экспериментальные методы наблюдения дислокаций.
10. Выращивание кристаллов из растворов.
11. Распространение света в кристаллах.
12. Двойное лучепреломление в прозрачных кристаллах.
13. Строение стекла: ближний, средний и дальний порядки.
14. Температура стеклования и ее связь с температурой плавления вещества.
15. Твердость, прочность и хрупкость стекла.
16. Химическая устойчивость стекла.

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 23.06.2022 г.