

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.ДВ.06.02 Оптические покрытия и фильтры  
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, Овчинников Олег Владимирович, 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: 2025/2026 Семестр(-ы): 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* формирование знаний классических и квантовых основ теории и практики слоёв и покрытий различной природы, применяемых в современной фотонике, изучение их строения и свойств, получение информации относительно физических основ распространения и преобразования световых волн в многослойных диэлектрических средах, освоение методов расчета амплитудных и энергетических коэффициентов отражения и пропускания многослойных структур.

### *Задачи учебной дисциплины:*

- изучить основы электромагнитной теории диэлектрических пленочных структур, их граничные условия и характеристические матрицы;
- научиться применять полученные знания при разработке и расчетах пленочных структур, таких как отражающие и просветляющие покрытия, поляризаторы света, полосовые и интерференционные светофильтры.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** *часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.6), блок Б1.*

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики	ПК-2.1	Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемого опто-электронного прибора	<b>Знать:</b> требования к параметрам разрабатываемого опто-электронного прибора. <b>Уметь:</b> уточнять и корректировать требования к параметрам разрабатываемого опто-электронного прибора. <b>Владеть:</b> навыками планирования корректировки требований к параметрам разрабатываемого опто-электронного прибора.
		ПК-2.2	Согласовывает технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации	<b>Знать:</b> технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации. <b>Уметь:</b> согласовывать технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации. <b>Владеть:</b> навыками согласования технических требований к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.
		ПК-2.3	Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому опто-электронному прибору	<b>Знать:</b> принципы поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому опто-электронному прибору. <b>Уметь:</b> проводить поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому опто-электронному прибору. <b>Владеть:</b> навыками поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому опто-электронному прибору.
		ПК-2.4	Производит анализ	<b>Знать:</b> исходные требования к параметрам

			исходных требований к параметрам разрабатываемого оптического прибора	разрабатываемого оптического прибора. <b>Уметь:</b> проводить анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптического прибора. <b>Владеть:</b> навыками анализа исходных требований к параметрам разрабатываемого оптического прибора.
ПК-3	Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях	ПК-3.1	Разрабатывает конструкторскую документацию на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности	<b>Знать:</b> конструкторскую документацию на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности. <b>Уметь:</b> разрабатывать конструкторскую документацию на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности. <b>Владеть:</b> навыками разработки конструкторской документации на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности.
		ПК-3.2	Разрабатывает документацию по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных, оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов	<b>Знать:</b> документацию по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных, оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов. <b>Уметь:</b> разрабатывать документацию по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных, оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов. <b>Владеть:</b> навыками разработки документации по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных, оптических и оптоэлектронных приборов и комплексов
		ПК-3.3	Согласовывает разрабатываемую проектную конструкторскую, рабочую конструкторскую документацию	<b>Знать:</b> разрабатываемую проектную конструкторскую, рабочую конструкторскую документацию. <b>Уметь:</b> согласовывать разрабатываемую проектную конструкторскую, рабочую конструкторскую документацию. <b>Владеть:</b> навыками согласования разрабатываемой документации.
		ПК-3.4	Разрабатывает эксплуатационно-техническую документацию на оптоэлектронные приборы и комплексы	<b>Знать:</b> эксплуатационно-техническую документацию на оптоэлектронные приборы и комплексы. <b>Уметь:</b> разрабатывать эксплуатационно-техническую документацию на оптоэлектронные приборы и комплексы. <b>Владеть:</b> навыками разработки эксплуатационно-технической документации.
		ПК-3.5	Разрабатывает функциональные и структурные схемы	<b>Знать:</b> функциональные и структурные схемы оптоэлектронных приборов и комплексов.

		оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы	<p><b>Уметь:</b> разрабатывать функциональные и структурные схемы оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками определения физических принципов действия устройств, их структур и навыками установления технических требований.</p>
	ПК-3.6	Разрабатывает технические задания на проектирование и конструирование оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов	<p><b>Знать:</b> принципы разработки технического задания на проектирование и конструирование оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками разработки технического задания на проектирование и конструирование оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 5/180.**

**Форма промежуточной аттестации:** *экзамен*

**13. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 8
Аудиторные занятия		64	64
в том числе:	лекции	38	38
	практические	26	26
	лабораторные		
Самостоятельная работа		80	80
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>экзамен</i>		36	36
Итого:		180	180

**13.1 Содержание дисциплины:**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
-----	---------------------------------	-------------------------------

<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение.	Введение. Предмет и задачи курса, его связь с другими курсами профиля.
1.2	Основы электромагнитной теории однородных слоистых структур.	Однородные слоистые структуры. Компоненты электромагнитного поля и их связь. ТЕ- и ТМ- поляризация. Волновые уравнения, их общие решения, граничные условия. Метод характеристических матриц слоёв. Комплексный характер коэффициентов отражения и преломления. Нахождение модулей и фаз комплексных коэффициентов отражения и преломления света в диапазоне углов падения плоских волн. Зависимости отражательной и пропускательной способности слоёв от их толщины. Четвертьволновые и полуволновые слои и их оптические характеристики.
1.3	Оптические фильтры	Полное внутреннее отражение в однородном диэлектрическом слое. Зависимость отражательной и пропускательной способности слоя от длины волны. Спектральные свойства прозрачного слоя и их зависимость от его толщины. Полосовые и нейтральные светофильтры. Оптические стекла и их устройства.
1.4	Основы теории многослойных сред.	Определение многослойных диэлектрических сред. Характеристические унимодулярные матрицы и их свойства. Коэффициенты отражения и пропускания света, отражательная и пропускательная способности.
1.5	Эпитаксиальные и просветляющие слои.	Просветление оптики. Оптические свойства эпитаксиальных слоев, люминесценция в ИК и видимом диапазонах. Оптические свойства. Островковые плёнки. Эффективные показатели преломления и поглощения. Просветляющее покрытие. Отражающее, поляризующее, светоделительное и дихроичное покрытие.
1.6	Периодические слоистые системы.	Методы описания прохождения света через периодические слоистые среды. Характеристическая матрица. Двухмерные фотонные кристаллы. Зависимость отражательной и пропускательной способности многослойных сред от количества слоёв. Нарушения периодичности («дефекты»). Теория и технологии создания интерференционных фильтров. Предельные параметры интерференционных фильтров.
1.7	Микрорезонаторы	Теория, свойства, применение микрорезонаторов.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Введение.	Введение. Предмет и задачи курса, его связь с другими курсами профиля.
2.2	Основы электромагнитной теории однородных слоистых структур.	Однородные слоистые структуры. Компоненты электромагнитного поля и их связь. ТЕ- и ТМ- поляризация. Волновые уравнения, их общие решения, граничные условия. Метод характеристических матриц слоёв. Комплексный характер коэффициентов отражения и преломления. Нахождение модулей и фаз комплексных коэффициентов отражения и преломления света в диапазоне углов падения плоских волн. Зависимости отражательной и пропускательной способности слоёв от их толщины. Четвертьволновые и полуволновые слои и их оптические характеристики.
2.3	Оптические фильтры	Полное внутреннее отражение в однородном диэлектрическом слое. Зависимость отражательной и пропускательной способности слоя от длины волны. Спектральные свойства прозрачного слоя и их зависимость от его толщины. Полосовые и нейтральные светофильтры. Оптические стекла и их устройства.
2.4	Основы теории многослойных сред.	Определение многослойных диэлектрических сред. Характеристические унимодулярные матрицы и их свойства. Коэффициенты отражения и пропускания света, отражательная и пропускательная способности.
2.5	Эпитаксиальные и просветляющие слои.	Просветление оптики. Оптические свойства эпитаксиальных слоев, люминесценция в ИК и видимом диапазонах. Оптические свойства. Островковые плёнки. Эффективные показатели преломления и поглощения. Просветляющее покрытие. Отражающее, поляризующее, светоделительное и дихроичное покрытие.
2.6	Периодические слоистые системы.	Методы описания прохождения света через периодические слоистые среды. Характеристическая матрица. Двухмерные фотонные кристаллы. Зависимость отражательной и пропускательной способности многослойных сред от количества слоёв. Нарушения периодичности («дефекты»). Теория и технологии создания интерференционных фильтров. Предельные параметры интерференционных фильтров.

2.7	Микрорезонаторы	Теория, свойства, применение микрорезонаторов.
-----	-----------------	--

### 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 в волноводную фотонику	2	2		12	5	21
2.	Физика распространения электромагнитных волн в оптическом волокне и планарных оптических волноводах.	6	2		12	5	25
3.	Многослойные плоские волноводы.	6	4		12	5	27
4.	Брэгговский планарный волновод.	6	4		12	5	27
5.	Механизмы потерь в оптических волноводах.	6	4		12	5	27
6.	Измерение параметров элементов волноводной фотоники.	6	4		12	5	27
7.	Устройства согласования в волноводной фотонике.	6	6		10	6	26
	Итого	38	26		80	36	180

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

- *Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.*
- *Работа с текстом конспекта лекции.*
- *Подготовка к лабораторным занятиям, составление отчетов.*
- *Подготовка докладов.*

### 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.	Путилин, Э.С. Оптические покрытия [Электронный ресурс] : учебник / Э.С. Путилин, Л.А. Губанова. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <a href="http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=72995">http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=72995</a>

**Контингент: 12 чел.**

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
4.	Латышев, А.Н. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом : учебное пособие / А.Н. Латышев, В.Н. Селиванов ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Воронеж.гос. ун-т, 2005. — 106 с. (2 экземпляра)
5.	Дичберн, Р. Физическая оптика / Р. Дичберн ; под ред. И.А. Яковлева ; пер. Л.А. Вайнштейн, О.А. Шустин. - М. : Изд-во "Наука", 1965. - 634 с. - ISBN 978-5-4458-4531-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=213844">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=213844</a>
6.	<b>Зайдель, А.Н.</b> Техника и практика спектроскопии / А.Н. Зайдель, Г.В. Островская, Ю.И. Островский .

	— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Наука : Физматлит, 1976. — 392 с. (8 экземпляров)
7.	Барсуков, В.И. Физика: волновая и квантовая оптика : учебное пособие / В.И. Барсуков, О.С. Дмитриев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 134 с. : граф., схем., ил. - ISBN 978-5-8265-1122-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437071
8.	Оптические свойства кристаллов / А.Ф. Константинова [и др.] ; Акад. наук СССР, Ин-т кристаллографии ; Акад. наук Беларуси, Ин-т физики. — Минск : Навука і тэхніка, 1995. — 302,[2]с. (2 экземпляра)
9.	Волькенштейн, М.В. Молекулярная оптика / М.В. Волькенштейн. - М.; - Л. : Гос. изд.-во технико-теор. лит., 1951. – 744 с. (4 экземпляра)

#### в)информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интренет
10.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
11.	ЭБС "Издательства "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
12.	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru">https://biblioclub.lib.vsu.ru</a>
13.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>

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

№ п/п	Источник
1	<i>Учебно-методические указания к лабораторным занятиям дисциплины "Оптические покрытия и фильтры".</i>
2	<i>Электронный учебный курс "Оптические покрытия и фильтры".</i>

### 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 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)
ПК-2.1. Уточняет и корректирует требования к параметрам разрабатываемого оптоэлектронного прибора	<p><b>Знать:</b> требования к параметрам разрабатываемого оптоэлектронного прибора.</p> <p><b>Уметь:</b> уточнять и корректировать требования к параметрам разрабатываемого оптоэлектронного прибора.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками планирования корректировки требований к параметрам разрабатываемого оптоэлектронного прибора.</p>	Все разделы	КИМ
ПК-2.2. Согласовывает технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации	<p><b>Знать:</b> технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.</p> <p><b>Уметь:</b> согласовывать технические требования к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками согласования технических требований к параметрам разрабатываемого изделия и прибора, сроки выполнения этапов разработки, перечня и объема документации.</p>	Все разделы	КИМ
ПК-2.3. Проводит поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптоэлектронному прибору	<p><b>Знать:</b> принципы поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптоэлектронному прибору.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить поиск научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптоэлектронному прибору.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками поиска научно-технической информации для определения комплекса требований к разрабатываемому оптоэлектронному прибору.</p>	Все разделы	КИМ
ПК-2.4. Производит анализ исходных требований к	<p><b>Знать:</b> исходные требования к параметрам разрабатываемого оптоэлектронного прибора.</p>	Все разделы	КИМ

параметрам разрабатываемого оптического прибора	<b>Уметь:</b> проводить анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптического прибора. <b>Владеть:</b> навыками анализа исходных требований к параметрам разрабатываемого оптического прибора.		
ПК-3.1. Разрабатывает конструкторскую документацию на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности	<b>Знать:</b> конструкторскую документацию на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности. <b>Уметь:</b> разрабатывать конструкторскую документацию на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности. <b>Владеть:</b> навыками разработки конструкторской документации на оптические, оптоэлектронные, механические блоки, узлы и детали в соответствии с требованиями технического задания, стандартов и технологичности.	Все разделы	КИМ
ПК-3.2. Разрабатывает документацию по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных приборов и комплексов	<b>Знать:</b> документацию по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных приборов и комплексов. <b>Уметь:</b> разрабатывать документацию по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных приборов и комплексов. <b>Владеть:</b> навыками разработки документации по обеспечению качества, надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла оптоэлектронных приборов и комплексов	Все разделы	КИМ
ПК-3.3. Согласовывает разрабатываемую проектную конструкторскую, рабочую конструкторскую документацию	<b>Знать:</b> разрабатываемую проектную конструкторскую, рабочую конструкторскую документацию. <b>Уметь:</b> согласовывать разрабатываемую проектную конструкторскую, рабочую конструкторскую документацию. <b>Владеть:</b> навыками согласования разрабатываемой документации.	Все разделы	КИМ
ПК-3.4. Разрабатывает эксплуатационно-техническую документацию на оптоэлектронные приборы и комплексы	<b>Знать:</b> эксплуатационно-техническую документацию на оптоэлектронные приборы и комплексы. <b>Уметь:</b> разрабатывать эксплуатационно-техническую документацию на оптоэлектронные приборы и комплексы. <b>Владеть:</b> навыками разработки эксплуатационно-технической документацию.	Все разделы	КИМ
ПК-3.5. Разрабатывает	<b>Знать:</b> функциональные и структурные схемы оптоэлектронных приборов и комплексов	Все разделы	КИМ

<p>функциональные и структурные схемы оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы</p>	<p>электронных приборов и комплексов.  <b>Уметь:</b> разрабатывать функциональные и структурные схемы оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов с определением физических принципов действия устройств, их структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы.  <b>Владеть:</b> навыками определения физических принципов действия устройств, их структур и навыками установления технических требований.</p>		
<p>ПК-3.6.          Разрабатывает технические задания на проектирование и конструирование оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов</p>	<p><b>Знать:</b> принципы разработки технического задания на проектирование и конструирование оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.  <b>Уметь:</b> разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.  <b>Владеть:</b> навыками разработки технического задания на проектирование и конструирование оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов</p>	<p>Все разделы</p>	<p>КИМ</p>
<p>Промежуточная аттестация          форма контроля – экзамен</p>			<p>КИМ</p>

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

*Для оценивания результатов обучения на экзамене 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 спектральных приборов;*
- 4) *владение знаниями о теоретических основах и современных методах молекулярной спектроскопии.*

**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. Однородные слоистые структуры. Компоненты электромагнитного поля и их связь. ТЕ- и ТМ-поляризация. Волновые уравнения, их общие решения, граничные условия.
2. Теория и технологии создания интерференционных фильтров. Предельные параметры интерференционных фильтров
3. Комплексный характер коэффициентов отражения и преломления. Нахождение модулей и фаз комплексных коэффициентов отражения и преломления света в диапазоне углов падения плоских волн.
4. Зависимость отражательной и пропускательной способности многослойных сред от количества слоёв. Нарушения периодичности («дефекты»).
5. Зависимости отражательной и пропускательной способности слоёв от их толщины. Четвертьволновые и полуволновые слои и их оптические характеристики.
6. Двухмерные фотонные кристаллы.
7. Полное внутреннее отражение в однородном диэлектрическом слое.
8. Методы описания прохождения света через периодические слоистые среды. Характеристическая матрица.
9. Зависимость отражательной и пропускательной способности слоя от длины волны.
10. Отражающее, поляризующее, светоделительное и дихроичное покрытие.
11. Спектральные свойства прозрачного слоя и их зависимость от его толщины.
12. Эффективные показатели преломления и поглощения. Просветляющее покрытие.
13. Полосовые и нейтральные светофильтры. Оптические стекла и их устройства.
14. Островковые плёнки и их оптические свойства.
15. Определение многослойных диэлектрических сред. Коэффициенты отражения и пропускания света, отражательная и пропускательная способности.
16. Оптические свойства эпитаксиальных просветляющих слоёв, люминесценция в ИК и видимом диапазонах.
17. Характеристические унимодулярные матрицы и их свойства.
18. Просветление оптики.

### 19.3.6 Темы докладов

1. Одномерные фотонные кристаллы.
2. Двумерные фотонные кристаллы.
3. Трехмерные фотонные кристаллы.
4. Алгоритм расчета интерференционного фильтра.
5. Технологии получения и назначение нейтральных светофильтров.
6. Оптические стекла, активированные квантовыми точками.
7. Современные технологии фильтрации излучения.
8. Процедура просветления оптики.
9. Технология нанесения оптических покрытий.
- 10 Математическое моделирование оптических покрытий.
- 11 Вакуумные технологии нанесения оптических покрытий.

### 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.

# Фонд контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

## Контрольно-измерительный материал № 1

1. *Однородные слоистые структуры. Компоненты электромагнитного поля и их связь. ТЕ- и ТМ-поляризация. Волновые уравнения, их общие решения, граничные условия.*

2. *Теория и технологии создания интерференционных фильтров. Предельные параметры интерференционных фильтров*

Преподаватель \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

\_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

## Контрольно-измерительный материал № 2

1. *Комплексный характер коэффициентов отражения и преломления. Нахождение модулей и фаз комплексных коэффициентов отражения и преломления света в диапазоне углов падения плоских волн.*

2. *Зависимость отражательной и пропускательной способности многослойных сред от количества слоёв. Нарушения периодичности («дефекты»).*

.....

Преподаватель \_\_\_\_\_  
*подпись    расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ  
 Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
*подпись, расшифровка подписи*

\_\_\_. \_\_. 20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. *Зависимости отражательной и пропускательной способности слоёв от их толщины. Четвертьволновые и полуволновые слои и их оптические характеристики.*

2. *Двухмерные фотонные кристаллы.*

Преподаватель \_\_\_\_\_  
*подпись    расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ  
 Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
*подпись, расшифровка подписи*

\_\_\_. \_\_. 20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 4

1. *Полное внутреннее отражение в однородном диэлектрическом слое...*

2. *Методы описания прохождения света через периодические слоистые среды. Характеристическая матрица.*

Преподаватель \_\_\_\_\_  
*подпись    расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_.\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. *Зависимость отражательной и пропускательной способности слоя от длины волны.*
2. *Отражающее, поляризирующее, светоделительное и дихроичное покрытие.*

.....

Преподаватель \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

\_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_.\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 6

1. *Спектральные свойства прозрачного слоя и их зависимость от его толщины.*
2. *Эффективные показатели преломления и поглощения. Просветляющее покрытие.*

Преподаватель \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 7

1. Полосовые и нейтральные светофильтры. Оптические стекла и их устройства.
2. Островковые плёнки и их оптические свойства.

Преподаватель \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_

Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 8

1. Определение многослойных диэлектрических сред. Коэффициенты отражения и пропускания света, отражательная и пропускательная способности.
2. Оптические свойства эпитаксиальных просветляющих слоев, люминесценция в ИК и видимом диапазонах.

Преподаватель \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
подпись, расшифровка подписи

\_\_\_.\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.03.03 - Фотоника и оптоинформатика  
Дисциплина \_\_\_\_\_ Оптические покрытия и фильтры \_\_\_\_\_  
Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_  
Вид контроля \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_  
Вид аттестации \_\_\_\_\_ промежуточная \_\_\_\_\_

### Контрольно-измерительный материал № 9

1. *Характеристические унимодулярные матрицы и их свойства.*
2. *Просветление оптики.*

Преподаватель \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи