

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



подпись

Овчинников О.В.

21.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02 Акустооптика

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки/специализация: Перспективные материалы и устройства фотоники

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Овчинников Олег Владимирович, д.ф.-м.н., профессор

7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол №6 от 20.06.2023

8. Учебный год: 2023-2024

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Курс "Акустооптика" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области фундаментальных основ современных акустооптических систем.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основы акустооптического взаимодействия,
- рассмотреть основные проявления и эффекты акустооптики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.1), блок Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК – 1	Способен к анализу состояния научно-технической проблемы и постановке цели и задач проводимых научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ПК – 1.1.	Составляет план поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники	Знать: основные научно-технические базы данных и основные правила составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники Уметь: составлять планы поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники Владеть: навыками составления планов поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники
		ПК – 1.2.	Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники	Знать: основные научно-технические базы данных и правила проведения поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники. Уметь: проводить поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники. Владеть: навыками проведения поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники.
		ПК – 1.3.	Представляет информацию в систематизированном виде, оформляет научно-технические отчеты	Знать: правила представления информации в систематизированном виде и правила оформления научно-технических отчетов. Уметь: представлять информацию в систематизированном виде, оформлять научно-технические отчеты. Владеть: навыками представления информации в систематизированном виде и оформления научно-технических отчетов.
ПК –	Способен	ПК –	Формулирует	Знать: основные подходы к выявлению

2	экспериментально исследовать перспективные материалы и моделировать процессы в устройствах фотоники	2.1.	задачи для выявления принципов и путей создания перспективных материалов, моделирует процессы в устройствах фотоники	<p>принципов и путей создания перспективных материалов, моделированию процессов в устройствах фотоники.</p> <p>Уметь: формулировать задачи для выявления принципов и путей создания перспективных материалов, моделировать процессы в устройствах фотоники.</p> <p>Владеть: навыками формулирования задач для выявления принципов и путей создания перспективных материалов, моделирования процессы в устройствах фотоники.</p>
		ПК – 2.2.	Осуществляет подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывает методики оптических и фотонных исследований	<p>Знать: правила подбора оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, подходы к разработке методик оптических и фотонных исследований.</p> <p>Уметь: осуществлять подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывать методики оптических и фотонных исследований.</p> <p>Владеть: навыками осуществлять подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разработки методик оптических и фотонных исследований.</p>
		ПК – 2.3.	Проводит, обрабатывает и анализирует результаты исследований, составляет научно-исследовательские отчеты	<p>Знать: правила проведения, обработки и анализа результатов исследований, составления научно-исследовательских отчетов.</p> <p>Уметь: проводить, обрабатывать и анализировать результаты исследований, составляет научно-исследовательские отчеты.</p> <p>Владеть: навыками проведения, обработки и анализа результатов исследований, составления научно-исследовательских отчетов.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 ЗЕТ / 108 ч.

Форма промежуточной аттестации: зачёт с оценкой.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 2
Аудиторные занятия		48	48
в том числе:	лекции	32	32
	практические	-	-
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		60	60
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-
Форма промежуточной аттестации		-	<i>Зачет с оценкой</i>
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Электромагнитные и упругие волны в анизотропных средах. Упругооптический эффект	Бескоординатное представление тензоров и тензорных функций. Плоские электромагнитные волны в кристаллах. Плоские упругие волны в кристаллах. Упругооптический эффект.	+
1.2	Изотропная дифракция света.	Система дифференциальных уравнений, описывающих изотропное акустооптическое взаимодействие. Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга. Дифракция света в области, промежуточной между режимами Рамана-Ната и Брэгга. Методы общего решения уравнений дифракции. Дифракция света на двух бегущих акустических волнах и на стоячей волне. Дифракция расходящейся световой волны на произвольной акустической волне. Дифракция света на поверхностной акустической волне.	
1.3	Дифракция света в анизотропной среде	Акустооптическое взаимодействие в анизотропной среде. Общее решение задачи о дифракции света в анизотропной среде. Анизотропная дифракция Брэгга. Особенности геометрии взаимодействия для кристаллов различных классов. Многократное брэгговское рассеяние в анизотропных средах. Изотропная дифракция в анизотропной среде и особенности дифракции света в изотропном твердом теле. Коллинеарное взаимодействие света и звука. Анизотропная дифракция света в среде с искусственной анизотропией	
1.4	Анализ акустооптического взаимодействия	Экстремумы упругооптического эффекта. Общее определение экстремумов акустооптического взаимодействия. Экстремумы изотропной дифракции. Экстремумы анизотропной дифракции и коллинеарного взаимодействия. Акустооптические материалы. Основные типы акустооптических устройств.	
2. Лабораторные занятия			
2.1	Акустооптический дефлектор	Основные характеристики дифракционных дефлекторов. Влияние затухания ультразвука на характеристики АОД. Дефлекторы с изотропной дифракцией света. Расширение полосы рабочих частот с помощью фазированных решеток преобразователей. Дефлекторы с анизотропной дифракцией света. Другие возможности улучшения характеристик АОД. Особенности работы АОД в режиме линейного сканирования. Сканирование изображений.	
2.12	Расчет разрешающей способности акустооптического дефлектора	Разрешающая способность акустооптического дефлектора. Расчет разрешающей способности акустооптического дефлектора	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Электромагнитные и	8			10	18

	упругие волны в анизотропных средах. Упругооптический эффект					
2.	Изотропная дифракция света.	8			10	18
3.	Дифракция света в анизотропной среде	8			10	18
4.	Анализ акустооптического взаимодействия	8			10	18
5.	Расчет разрешающей способности акустооптического дефлектора			6	10	16
6.	Акустооптический дефлектор			7	10	17
	Итого:	32		13	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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.	Панов, М. Ф. Физические основы фотоники : учебное пособие / М. Ф. Панов, А. В. Соломонов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-2319-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169030 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2.	Основы оптоинформатики : учебное пособие. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019 — Часть 2 : Оптическая обработка сигналов — 2019. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/180200 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Теория и практика современной акустооптики : монография / В. Я. Молчанов, Ю. И. Китаев, А. И. Колесников [и др.]. — Москва : МИСИС, 2015. — 459 с. — ISBN 978-5-87623-483-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/116526 — Режим доступа: для авториз. Пользователей.
4.	Корпел, А. Акустооптика : Пер. с англ. / А. Корпел. — М. : Мир, 1993. — 238, [2] с. : ил. — ISBN 5030025987 : 700.00. — ISBN 082477891X.
5.	Балахший, В.И. Физические основы акустооптики / В. И. Балахший, В. Н. Парыгин, Л. Е. Чирков. — М. : Радио и связь, 1985. — 279 с. : ил.

6.	Физика и техника акустооптики / под ред. Е. С. Коваленко, А. В. Пуговкина .— Томск : Изд-во Том. ун-та, 1987 .— 122,6,[1] с. : ил. — Библиогр. в конце ст.
----	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
7.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
8.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – http://www.studentlibrary.ru/
9.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
10.	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – https://urait.ru/
11.	Зональная научная библиотека ВГУ – http://www.lib.vsu.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Бобрешов, А.М. Магнитооптика. Акустооптика [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. старших курсов физ. фак. ; для направления 03.03.03 - Радиофизика] / А.М. Бобрешов, И.С. Коровченко, А.А. Потапов ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Режим доступа: для зарегистрированных читателей ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-239.pdf >.
2.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в магистратуре по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, И.Г. Гревцева ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: 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.

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:

Лекционная аудитория: Проектор BenQ MS 612ST, Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Учебно-научная лаборатория для проведения лабораторных занятий: акустооптический дефлектор, Генератор EXGVectorSignal 9 кГц-3 ГГц.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитория для самостоятельной работы: 15 комп. III поколения, объединенных в сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Перечень необходимого программного обеспечения:

WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acadmc. 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 Total Academic Headcount–25. 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. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Электромагнитные и упругие волны в анизотропных средах. Упругооптический эффект	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
2.	Изотропная дифракция света.	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
3.	Дифракция света в анизотропной среде	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
4.	Анализ акустооптического взаимодействия	ПК-1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
5.	Расчет разрешающей способности акустооптического дефлектора	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Типовые задания к лабораторным работам, опрос
6.	Акустооптический дефлектор	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Типовые задания к лабораторным работам, опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторных работ. Критерии оценивания приведены ниже. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на экзамене учитываются следующие показатели:

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

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Посещаемость лекционных занятий. Проверка преподавателем конспектов по пройденному материалу.
2. Выполнение лабораторных работ.

20.2 Промежуточная аттестация

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Зачет с оценкой

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных и лабораторных занятий. Успешное выполнение лабораторных работ. Полный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы.</i>	<i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	<i>отлично</i>
<i>Посещение большинства лекционных и лабораторных занятий. Преимущественное выполнение лабораторных работ. Неполный ответ на</i>	<i>Хороший базовый и пороговый уровни</i>	<i>хорошо</i>

<i>контрольно – измерительный материал во время экзамена. Частичный ответ на дополнительные вопросы.</i>		
<i>Неполное посещение лекционных и лабораторных занятий. Фрагментарное выполнение лабораторных работ. Отсутствие или неполный ответ на основные и дополнительные вопросы.</i>	<i>Низкий уровень</i>	<i>удовлетворительно</i>
<i>Систематический пропуск лекционных и лабораторных занятий без уважительной причины. Невыполнение лабораторных работ. Неумение давать ответы на вопросы контрольно – измерительных материалов.</i>	-	<i>неудовлетворительно</i>

Перечень вопросов к зачету с оценкой:

1. Бескоординатное представление тензоров и тензорных функций.
2. Плоские электромагнитные волны в кристаллах.
3. Плоские упругие волны в кристаллах. Упругооптический эффект.
4. Система дифференциальных уравнений, описывающих изотропное акустооптическое взаимодействие.
5. Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга.
6. Дифракция света в области, промежуточной между режимами Рамана-Ната и Брэгга.
7. Методы общего решения уравнений дифракции.
8. Дифракция света на двух бегущих акустических волнах и на стоячей волне.
9. Дифракция расходящейся световой волны на произвольной акустической волне.
10. Дифракция света на поверхностной акустической волне.
11. Акустооптическое взаимодействие в анизотропной среде.
12. Общее решение задачи о дифракции света в анизотропной среде.
13. Анизотропная дифракция Брэгга.
14. Особенности геометрии взаимодействия для кристаллов различных классов.
15. Многократное брэгговское рассеяние в анизотропных средах.
16. Изотропная дифракция в анизотропной среде и особенности дифракции света в изотропном твердом теле.
17. Коллинеарное взаимодействие света и звука.
18. Анизотропная дифракция света в среде с искусственной анизотропией
19. Экстремумы упругооптического эффекта.
20. Общее определение экстремумов акустооптического взаимодействия.
21. Экстремумы изотропной дифракции.
22. Экстремумы анизотропной дифракции и коллинеарного взаимодействия.
23. Акустооптические материалы.
24. Основные типы акустооптических устройств.
25. Основные характеристики дифракционных дефлекторов.
26. Влияние затухания ультразвука на характеристики АОД.
27. Дефлекторы с изотропной дифракцией света.
28. Расширение полосы рабочих частот с помощью фазированных решеток преобразователей.
29. Дефлекторы с анизотропной дифракцией света.

30. Другие возможности улучшения характеристик АОД.
31. Особенности работы АОД в режиме линейного сканирования.
32. Сканирование изображений.