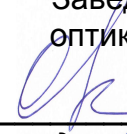


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



подпись

Овчинников О.В.

24.06.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.03.01 Акустооптические устройства

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки/специализация: Материалы и устройства фотоники
и оптоинформатики

3. Квалификация выпускника: высшее образование (магистр)

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Овчинников О. В., д. ф.-м. н., профессор

Звягин А. И., к.ф.-м.н., преподаватель

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 13.06.2024

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование профессиональной компетенции в области фундаментальных основ современных акустооптических систем.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основы акустооптического взаимодействия,
- рассмотреть основные проявления и эффекты акустооптики;
- изучить основные принципы конструирования устройств акустооптики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: относится к вариативной части блока Б1, дисциплины по выбору

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 – 3	Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств фотоники и оптоинформатики	ПК – 3.1	Проводит научные исследования в области фотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	Знать: основы акустооптического взаимодействия, основные проявления и эффекты акустооптики; основные принципы конструирования устройств акустооптики Уметь: проводить поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области фундаментальных основ современных акустооптических систем. Владеть: навыками научных исследований в области фотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки
		ПК-3.2	Применяет знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания наноматериалов и устройств фотоники и оптоинформатики.	

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

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 2
Аудиторные занятия	48	48
в том числе:	лекции	32
	практические	
	лабораторные	16
Самостоятельная работа	24	24
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации <i>экзамен</i>	36	36
Итого:	108	108

13.1. Содержание дисциплины

N п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
Лекции			
1	Начала акустооптики	Акустооптическая дифракция. Основы акустооптического взаимодействия. Дифракция Рамана – Ната. Дифракция Брэгга. Акустооптические методы управления оптическим лучом в пространстве.	
2	Акустооптическая ячейка как фильтр пространственных частот	Пространственная модуляция света акустическими волнами. Передаточная функция акустооптической ячейки. Дифракция светового пучка конечной ширины на монохроматической акустической волне. Взаимодействие плоской световой волны с акустическим цугом. Дифракция пространственно-модулированной световой волны на акустическом пучке произвольного спектрального состава.	+
3	Акустооптические модуляторы света	Акустооптическая модуляция. Модуляторы с бегущей акустической волной. Частотные характеристики. Оптимизация параметров модулирующей ячейки. Модуляторы со стоячей акустической волной. Пространственно-частотные характеристики. Регистрация фазовой структуры световых полей	
4	Акустооптические дефлекторы	Назначение дефлектора. Принцип действия дефлектора. Характеристики акустооптических 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.	

5	Перестраиваемые акустооптические фильтры	Принцип действия акустооптического фильтра и его устройство. Назначение перестраиваемых акустооптических фильтров. Полоса пропускания фильтра на основе коллинеарного взаимодействия света и ультразвука. Оценка полосы пропускания и эффективности коллинеарного акустооптического фильтра на кристалле большой длины. Результаты экспериментального исследования коллинеарного акустооптического фильтра на кварце. Особенности акустооптической фильтрации при неколлинеарном анизотропном взаимодействии пучков. Полоса пропускания фильтра на основе поперечного взаимодействия. Неколлинеарные акустооптические фильтры с широкой угловой апертурой. Практические схемы акустооптических фильтров.	
6	Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием	Основная схема и принцип действия акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием. Комплексный интеграл суперпозиции и комплексная аппаратная функция. Энергетический интеграл суперпозиции и энергетическая аппаратная функция. Разрешающая способность. Сигнал и помеха в выходной плоскости акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием. Интеграл суперпозиции и аппаратная функция анализатора спектра с дискретным считыванием. Применение многоканального акустооптического модулятора для повышения разрешающей способности.	
2. Лабораторные занятия			
2.1	Определение эффективности отклонения лазерного излучения	Определение эффективности отклонения лазерного излучения акустооптического дефлектора.	
2.2	Определение полосы модулирующих частот	Определение полосы модулирующих частот акустооптического дефлектора.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практ.	Лаб.раб.	Сам. работа	Контр.	
1.	Начала акустооптики	4			2	4	10
2.	Акустооптическая ячейка как фильтр пространственных частот	4			2	4	10
3.	Акустооптические модуляторы света	6			2	4	12
4.	Акустооптические дефлекторы	6			2	4	12
5.	Перестраиваемые акустооптические фильтры	6			4	4	14
6.	Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием	6			4	4	14
7.	Определение эффективности отклонения лазерного излучения			8	4	6	18
8.	Определение полосы модулирующих частот			8	4	6	18
	Итого:	32		16	24	36	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

1. Лекции. В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций

2. Лабораторные занятия. При подготовке к лабораторным занятиям студентам рекомендуется: внимательно ознакомиться с тематикой лабораторной работы, прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект, в котором указать цель работы, оборудование, описание установки и методики измерения; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради; при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю

3. Самостоятельная работа студента. Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

4. Подготовка к аттестации. 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 практических 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-Петербурге : Лань, 2021. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-2319-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169030 (дата обращения: 10.11.2021). — 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 (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	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 (дата обращения: 09.11.2021). — Режим доступа: для авториз. Пользователей.
2.	Оптическая обработка радиосигналов в реальном времени / [О. Б. Гусев, С. В. Кулаков, Б. П. Разживин, Д. В. Тигин] ; под ред. С. В. Кулакова .— М. : Радио и связь, 1989 .— 135 с. : ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 128-134 (118 назв.) .— ISBN 5-256-00245-7 : 50 к.
3.	Балакший, В.И. Физические основы акустооптики / В. И. Балакший, В. Н. Парыгин, Л. Е. Чирков .— М. : Радио и связь, 1985 .— 279 с. : ил.
4.	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.
5.	Магдич, Л.Н. Акустооптические устройства и их применение / Л.Н. Магдич, В.Я. Молчанов .— Москва : Советское радио, 1978 .— 110,[1] с. : ил. — (Массовая библиотека инженера. Электроника) .
6.	Кулаков, С.В. Акустооптические устройства спектрального и корреляционного анализа сигналов / С.В. Кулаков .— Л. : Наука, 1978 .— 144 с. : ил.

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

№ п/п	Ресурс
7	Электронно-библиотечная система ВООК.ru https://www.book.ru/
8	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – https://urait.ru/
9	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
10	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – http://www.studentlibrary.ru/
11	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
12	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – http://rucont.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 >.

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

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «MOOK ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 129): специализированная мебель, проектор, ноутбук, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorks TotalAcademicHeadcount, ANSYSHF AcademicResearch 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 1, пом. 141

Учебно-научная лаборатория (ауд. 130): специализированная мебель, акустооптический дефлектор, генератор EXGVectorSignal 9 кГц-3 ГГц 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 1, пом. 139

Учебная аудитория (ауд. 119а): специализированная мебель 394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом.І, этаж – 5, пом. 4

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.	Начала акустооптики	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	<i>Вопросы, отчет по лабораторной работы</i>
2.	Акустооптическая ячейка как фильтр пространственных частот	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	<i>Вопросы, отчет по лабораторной работы</i>
3.	Акустооптические модуляторы света	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	<i>Вопросы, отчет по лабораторной работы</i>
4.	Акустооптические дефлекторы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	<i>Вопросы, отчет по лабораторной работы</i>
5.	Перестраиваемые акустооптические фильтры	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	<i>Вопросы, отчет по лабораторной работы</i>
6.	Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2	<i>Вопросы, отчет по лабораторной работы</i>
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				КИМ

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы для контроля освоения дисциплины, которые формулируются преподавателем по окончании занятия для закрепления пройденного материала или для подготовки к последующим занятиям, контрольные вопросы к лабораторным работам.

Пример вопросов (заданий) для текущего контроля усвоения дисциплины:

1. Дифракция пространственно-модулированной световой волны на акустическом пучке произвольного спектрального состава.

2. Передаточная функция акустооптической ячейки.
3. Дифракция светового пучка конечной ширины на монохроматической акустической волне.
4. Взаимодействие плоской световой волны с акустическим цугом
5. Модуляторы с бегущей акустической волной.
6. Частотные характеристики.
7. Оптимизация параметров модулирующей ячейки. Экспериментальные результаты.
8. Модуляторы со стоячей акустической волной
9. Принцип действия акустооптического развертывающего устройства. Пространственно-частотные характеристики.
10. Оптимизация параметров АРУС.
11. Дисперсионные характеристики.
12. Экспериментальные исследования развертывающих устройств.
13. Регистрация фазовой структуры световых полей
14. Основные характеристики дифракционных дефлекторов.
15. Влияние затухания ультразвука на характеристики АОД.
16. Дефлекторы с изотропной дифракцией света.
17. Расширение полосы рабочих частот с помощью фазированных решеток преобразователей.
18. Дефлекторы с анизотропной дифракцией света.
19. Другие возможности улучшения характеристик АОД. Особенности работы АОД в режиме линейного сканирования. Сканирование изображений.
20. Полоса пропускания фильтра на основе коллинеарного взаимодействия света и ультразвука.
21. Оценка полосы пропускания и эффективности коллинеарного акустооптического фильтра на кристалле большой длины.
22. Результаты экспериментального исследования коллинеарного акустооптического фильтра на кварце.
23. Особенности акустооптической фильтрации при неколлинеарном анизотропном взаимодействии пучков.
24. Полоса пропускания фильтра на основе поперечного взаимодействия.
25. Неколлинеарные акустооптические фильтры с широкой угловой апертурой.
26. Практические схемы акустооптических фильтров.
27. Основная схема и принцип действия акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
28. Комплексный интеграл суперпозиции и комплексная аппаратная функция.
29. Энергетический интеграл суперпозиции и энергетическая аппаратная функция.
30. Разрешающая способность акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
31. Сигнал и помеха в выходной плоскости акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
32. Интеграл суперпозиции и аппаратная функция анализатора спектра с дискретным считыванием.
33. Применение многоканального акустооптического модулятора для повышения разрешающей способности.
34. Пространственная модуляция света акустическими волнами.
35. Анализаторы спектра радиосигналов.
36. Устройства для сжатия радиоимпульсов.
37. Корреляционная обработка сигналов.
38. Акустооптические корреляторы.
39. Акустооптические анализаторы спектра, основанные на алгоритме ЛЧМ-преобразования.

20.2. Промежуточная аттестация

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.

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 экзамена. 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>

Перечень вопросов к экзамену:

1. Дифракция пространственно-модулированной световой волны на акустическом пучке произвольного спектрального состава.
2. Передаточная функция акустооптической ячейки.
3. Дифракция светового пучка конечной ширины на монохроматической акустической волне.
4. Взаимодействие плоской световой волны с акустическим цугом
5. Модуляторы с бегущей акустической волной.
6. Частотные характеристики.
7. Оптимизация параметров модулирующей ячейки. Экспериментальные результаты.
8. Модуляторы со стоячей акустической волной
9. Принцип действия акустооптического развертывающего устройства. Пространственно-частотные характеристики.
10. Оптимизация параметров АРУС.
11. Дисперсионные характеристики.
12. Экспериментальные исследования развертывающих устройств.
13. Регистрация фазовой структуры световых полей
14. Основные характеристики дифракционных дефлекторов.
15. Влияние затухания ультразвука на характеристики АОД.
16. Дефлекторы с изотропной дифракцией света.
17. Расширение полосы рабочих частот с помощью фазированных решеток преобразователей.
18. Дефлекторы с анизотропной дифракцией света.
19. Другие возможности улучшения характеристик АОД. Особенности работы АОД в режиме линейного сканирования. Сканирование изображений.
20. Полоса пропускания фильтра на основе коллинеарного взаимодействия света и ультразвука.

21. Оценка полосы пропускания и эффективности коллинеарного акустооптического фильтра на кристалле большой длины.
22. Результаты экспериментального исследования коллинеарного акустооптического фильтра на кварце.
23. Особенности акустооптической фильтрации при неколлинеарном анизотропном взаимодействии пучков.
24. Полоса пропускания фильтра на основе поперечного взаимодействия.
25. Неколлинеарные акустооптические фильтры с широкой угловой апертурой.
26. Практические схемы акустооптических фильтров.
27. Основная схема и принцип действия акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
28. Комплексный интеграл суперпозиции и комплексная аппаратная функция.
29. Энергетический интеграл суперпозиции и энергетическая аппаратная функция.
30. Разрешающая способность акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
31. Сигнал и помеха в выходной плоскости акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
32. Интеграл суперпозиции и аппаратная функция анализатора спектра с дискретным считыванием.
33. Применение многоканального акустооптического модулятора для повышения разрешающей способности.
34. Пространственная модуляция света акустическими волнами.
35. Анализаторы спектра радиосигналов.
36. Устройства для сжатия радиоимпульсов.
37. Корреляционная обработка сигналов.
38. Акустооптические корреляторы.
39. Акустооптические анализаторы спектра, основанные на алгоритме ЛЧМ-преобразования.