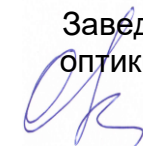


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



Овчинников О.В.

подпись

21.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 Акустооптические устройства

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

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

3. Квалификация (степень) выпускника: высшее образование (магистр)

4. Форма обучения: _____ очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Овчинников Олег Владимирович

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 20.06.2023

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2023/2024

Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

Курс "Акустооптические устройства" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции магистрантов физического факультета, обучающихся по программе "Перспективные материалы и устройства фотоники", в области принципов построения и реализации акустооптических устройств.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить принципы построения акустооптических устройств;
- сравнить их свойства и конструкции с классическими конструкциями оптических фильтров и спектрометров.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.2), 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-1.2.	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-2	Способен экспериментально исследовать перспективные материалы и моделировать процессы в устройствах фотоники	ПК-2.2.	Осуществляет подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывает методики оптических и фотонных исследований	Знать: правила подбора оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, подходы к разработке методик оптических и фотонных исследований. Уметь: осуществлять подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывать методики оптических и фотонных исследований. Владеть: навыками осуществлять подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разработки методик оптических и фотонных исследований.

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

Форма промежуточной аттестации: *зачёт с оценкой.*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1
Аудиторные занятия		30	30
в том числе:	лекции	30	30
	практические	-	-
	лабораторные	-	-
Самостоятельная работа		78	78
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	Акустооптическое взаимодействие. Акустооптическая ячейка как фильтр пространственных частот	Схематичное представление акустооптической дифракции. Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна. Качественное описание явления дифракции света на ультразвуке в приближении геометрической оптики. Дифракция Рамана – Ната и дифракция Брэгга. Зависимость показателя преломления вещества от частоты распространяющихся в нем звуковых колебаний. Акустооптическое взаимодействие в рамках теории Максвелла. Преобразование пространственного спектра когерентного излучения при дифракции на акустических волнах. Дифракция пространственно-модулированной световой волны на акустическом пучке произвольного спектрального состава. Передаточная функция акустооптической ячейки. Дифракция светового пучка конечной ширины на монохроматической акустической волне. Взаимодействие плоской световой волны с акустическим цугом	+
1.2	Модуляторы света	Модуляторы с бегущей акустической волной. Частотные характеристики. Оптимизация параметров модулирующей ячейки. Экспериментальные результаты. Модуляторы со стоячей акустической волной	
1.3	Преобразователи свет-сигнал	Принцип действия акустооптического развертывающего устройства. Пространственно-частотные характеристики. Оптимизация параметров АРУС. Дисперсионные характеристики. Экспериментальные исследования развертывающих устройств. Регистрация фазовой структуры световых полей	
1.4	Перестраиваемые акустооптические	Полоса пропускания фильтра на основе коллинеарного взаимодействия света и	

	фильтры	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.
1.5	Акустооптические методы обработки радиосигналов	Пространственная модуляция света акустическими волнами. Анализаторы спектра радиосигналов. Устройства для сжатия радиоимпульсов. Корреляционная обработка сигналов. Основная схема и принцип действия акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
1.6	Акустооптические устройства спектрального анализа и корреляционной обработки с временным интегрированием	Акустооптические корреляторы. Акустооптические анализаторы спектра, основанные на алгоритме ЛЧМ-преобразования. Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием Разрешающая способность. Сигнал и помеха в выходной плоскости акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Акустооптическое взаимодействие. Акустооптическая ячейка как фильтр пространственных частот	10			18	28
2.	Модуляторы света	4			10	14
3.	Преобразователи свет-сигнал	4			10	14
4.	Перестраиваемые акустооптические фильтры	4			15	19
5.	Акустооптические методы обработки радиосигналов	4			10	14
6.	Акустооптические устройства спектрального анализа и корреляционной обработки с временным интегрированием	4			10	14
	Итого:	30			78	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.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, 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.	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.
5.	Балакший, В.И. Физические основы акустооптики / В. И. Балакший, 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.
7.	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) .
8.	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
9.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
10.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – http://www.studentlibrary.ru/
11.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
12.	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – https://urait.ru/
13.	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.	<i>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>.</i>
2.	<i>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. Гривцева ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.</i>

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 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.

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.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации, оборудованная: компьютером, мультимедийным проектором BenQ MS612ST, экраном, учебной литературой, доской магнитно-маркерной 100*200.

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:

Операционная система Windows 10 для 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 Academic Edition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks Total Academic Headcount–25.

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.	Акустооптическое взаимодействие. Акустооптическая ячейка как фильтр пространственных частот	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-2.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
2.	Модуляторы света	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-2.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
3.	Преобразователи свет-сигнал	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-2.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
4.	Перестраиваемые акустооптические фильтры	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-2.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
5.	Акустооптические методы обработки радиосигналов	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-2.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
6.	Акустооптические устройства спектрального анализа и корреляционной обработки с временным интегрированием	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-2.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
<i>Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой</i>				<i>Перечень вопросов</i>

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). 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. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на зачете учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами;
- 2) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований;
- 3) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью проверки посещаемости лекционных занятий и проверки преподавателем конспектов по пройденному материалу.

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 занятий. 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 занятий. Неполный ответ на контрольно – измерительный материал во время экзамена. Частичный ответ на дополнительные вопросы.</i>	<i>Хороший базовый и пороговый уровни</i>	<i>хорошо</i>
<i>Неполное посещение лекционных занятий. Отсутствие или неполный ответ на основные и дополнительные вопросы.</i>	<i>Низкий уровень</i>	<i>удовлетворительно</i>
<i>Систематический пропуск лекционных занятий без уважительной причины. Неумение давать ответы на вопросы контрольно – измерительных материалов.</i>	<i>-</i>	<i>неудовлетворительно</i>

Перечень вопросов к зачету с оценкой:

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.