

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

_____ Е. И. Скафа



«17» апреля 2019 г.

МП

**Рабочая программа учебной дисциплины
«АКУСТООПТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА»**

Направление подготовки:	03.04.03 Радиофизика
Магистерская программа:	Радиофизика
Программа подготовки:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная, заочная

Донецк 2019г

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического
факультета

 С. А. Фоменко

«10» апреля 2019 г.

М.П.



Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1417.

Программа учебной дисциплины «**Акустооптические устройства**» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденному приказом Министерства образования и науки ДНР № 301 от «04» апреля 2016 г., зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР № 1196 от 22 апреля 2016 г. (с изменениями, внесенными приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 21.09.2017 г. № 963); «Порядок об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «10» ноября 2017 г. №1171; учебных планов по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика программы подготовки магистратуры (формы обучения: очная и заочная), утвержденных Ученым советом университета от 02.04.2019 г., протокол № 3.

Разработчики:

к.т.н., доцент кафедры радиофизики и
инфокоммуникационных технологий

 В.И. Тимченко

ст. преподаватель кафедры радиофизики и
инфокоммуникационных технологий

 Т.В. Белик

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий.
Протокол №15 от «04» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой радиофизики и
инфокоммуникационных технологий

 В.В. Данилов

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета.
Протокол № 4 от «8» апреля 2019 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

 В.Н. Котенко

3. Описание дисциплины

Цели и задачи.

Цель – формирование системы знаний и умений студента, необходимых для решения прикладных задач по обработке информации с помощью акустооптических устройств.

Задачи – изучить физические законы и явления, основы теорий, принципы построения, основные характеристики и параметры, методы моделирования акустооптических устройств; овладеть методами исследования таких устройств; обеспечить применение профессиональных качеств при разработке устройств для акустооптической обработки информации.

Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (уровень магистратуры) и основной образовательной программы высшего образования направления подготовки 03.04.03 Радиофизика (магистерская программа):

а) общекультурных (ОК):

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, способностью работать в коллективе (ОК-3).

б) общепрофессиональных (ОПК):

способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач (ОПК-3);

способностью к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки (ОПК-4).

в) профессиональных (ПК):

способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики (ПК-1).

В результате изучения модуля студент должен

знать:

- терминологию и аппарат основных понятий изученного курса;
- физические законы и явления, основы теорий, на которых базируется дисциплина «Акустооптические устройства»;
- характеристики и параметры, а также особенности применения акустооптических устройств для конкретных исследовательских и практических целей;
- принцип действия и особенности конструирования акустооптических устройств;
- технологии создания устройств.

уметь:

- создавать математические и физические модели основных устройств акустооптики;
- обрабатывать, анализировать, систематизировать и критически оценивать результаты экспериментальных исследований, используя теоретические знания по дисциплине.

владеть:

- системой теоретических знаний по курсу «Акустооптические устройства»;
- навыками расчета основных устройств акустооптики;
- навыками работы с учебной, научной и методической литературой.

4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (презентации, иллюстрации), практические (исследования, упражнения) методы.

Лекции и практические занятия проводятся с применением мультимедийной техники.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, блочно-модульное обучение.

Текущий контроль знаний осуществляется путем проведения модульной контрольной работы, выборочного устного опроса во время практических и лекционных занятий, самостоятельных работ (письменных или докладов с презентацией на практических занятиях).

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
1	2
	Содержательный модуль 1 Физические основы акустооптики
Тема 1. Акустооптическое взаимодействие.	Основы теории фотоупругости. Изменение эллипсоида показателей преломления при деформации сжатия и сдвига. Явление фотоупругости в пьезоэлектрических материалах. Дифракция света на ультразвуке. Режимы дифракции (Рамана-Ната, Брэгга, промежуточный).
Тема 2. Дифракция Брэгга.	Методы описания дифракции света на когерентной акустической волне (дифференциально-разностных уравнений, интегральных уравнений, суперпозиции парциальных волн в тонких слоях среды взаимодействия). Векторные диаграммы акустооптического взаимодействия. Эффективность дифракции. Акустооптическая амплитудно-частотная характеристика, условия, определяющие ее форму. Коллинеарное и неколлинеарное взаимодействие. Изотропная и анизотропная дифракция.
Тема 3. Акустооптическое взаимодействие в планарных волноводах.	Акустические поверхностные волны. Оптические направляемые моды планарных волноводов. Режимы дифракции (низкочастотный, анизотропной дифракции, изотропный высокочастотный). Преимущества планарных волноводных структур. Технология их изготовления.
Тема 4. Акустооптическая ячейка, дефлекторы и фильтры на ее основе	Акустооптическая ячейка – основа акустооптических устройств, ее основные элементы. Интегральная акустооптическая ячейка. Дефлекторы (модуляторы направления), их использование для управления лучом лазера. Угол сканирования, время сканирования. Фильтры (коллинеарные и неколлинеарные). Конструктивные варианты.

1	2
	Содержательный модуль 2 Акустооптические устройства
Тема 5. Акустооптические модуляторы	Классификация. Принцип действия. Характеристики. Частотно-угловые соотношения. Расчет акустооптического модулятора. Сравнительный анализ материалов материалов для светозвукопровода и электроакустического преобразователя.
Тема 6. Акустооптические устройства обработки информации	Структура системы оптической обработки информации. Пространственное преобразование Фурье в когерентных оптических процессорах. Оптический спектроанализатор. Принцип оптической фильтрации. Базовые элементы акустооптических процессоров.
Тема 7. Акустооптические процессоры корреляционного типа	Акустооптические процессоры корреляционного типа с пространственным интегрированием. АО согласованный фильтр. АО конвольвер. АО согласованные фильтры для ЛЧМ сигналов. Акустооптические корреляторы с временным интегрированием. Радиочастотный АО конвольвер на встречных акустических пучках.
Тема 8. Акустооптические процессоры спектрального типа	АО анализатор спектра с пространственным интегрированием. Частотное разрешение. АО анализаторы спектра с временным интегрированием. АО процессор обработки сигналов линейной ФАР с пространственным разделением каналов.
Тема 9. Акустооптические устройства для математических операций линейной алгебры	Акустооптический линейно-алгебраический процессор. Принцип работы. Умножение вектора на вектор, матрицы на вектор, матрицы на матрицу.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	В Т.Ч.					В Т.Ч.					
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Акустооптическое взаимодействие.	16	2	4		10		16,5	0,5	1		15	
Тема 2. Дифракция Брэгга.	21	2	4		15		20,5	0,5	1		19	
Тема 3. Акустооптическое взаимодействие в планарных волноводах.	16	2	4		10		16,5	0,5	1		15	
Тема 4. Акустооптическая ячейка, дефлекторы и фильтры на ее основе.	18	2	6		10		18,5	0,5	1		17	
Итого по содержательному модулю 1	71	8	18		45		72	2	4		66	
Тема 5. Акустооптические модуляторы.	18	2	6		10		17,5	0,5	1		16	
Тема 6. Акустооптические устройства обработки информации.	16	2	4		10		16	0,5	0,5		15	
Тема 7. Акустооптические процессоры корреляционного типа.	16	2	4		10		15,5	0,5	1		14	
Тема 8. Акустооптические процессоры спектрального типа.	14	2	2		10		14	0,5	0,5		13	
Тема 9. Акустооптические устройства для математических операций линейной алгебры.	9	2	2		5		9		1		8	
Итого по содержательному модулю 2	73	10	18		45		72	2	4		66	
Всего часов по дисциплине	144	18	36		90		144	4	8		132	

Семинарские занятия не предусмотрены.

5. Методические рекомендации для проведения практических занятий

Темы практических занятий

№	Название темы	Количество часов
Тема 1.	Фотоупругий эффект в пьезоэлектрических материалах.	2
Тема 2.	Границы применимости теорий Рамана-Ната и Брэгга.	2
Тема 3.	Математическая модель акустооптического взаимодействия.	2
Тема 4.	Геометрия акустооптического взаимодействия в изотропных и анизотропных средах.	2
Тема 5.	Электрическое возбуждение плоской поверхности.	2
Тема 6.	Особенности дифракции света на поверхностных акустических волнах.	2
Тема 7.	Технология изготовления объемных и интегральных акустооптических ячеек.	2
Тема 8.	Основные характеристики дифракционных дефлекторов.	2
Тема 9.	Перестраиваемые акустооптические фильтры.	2
Тема 10.	Расчет электроакустического тракта акустооптического модулятора	2
Тема 11.	Выбор материала для светозвукопровода и электроакустического преобразователя. Расчет геометрии акустооптического взаимодействия.	2
Тема 12.	Моделирование работы акустооптического модулятора.	2
Тема 13.	Излучатели, фотоприемники и транспаранты для акустооптических процессоров.	2
Тема 14.	Параллельная и последовательная дифракция в акустооптических процессорах.	2
Тема 15.	Моделирование акустооптического коррелятора с пространственным интегрированием	2
Тема 16.	Характеристики акустооптических процессоров, их зависимость от параметров отдельных элементов.	2
Тема 17.	Моделирование акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием	2
Тема 18.	Акустооптические цифровые процессоры.	2
	ВСЕГО	36

Лабораторные занятия не предусмотрены

6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Основными направлениями самостоятельной работы студента являются:
систематическое ведение конспекта лекций и повседневную проработку лекционного материала;

изучение дополнительной литературы, рекомендуемой рабочей программой;
подготовку к практическим занятиям (изучение учебной, научной и методической литературы, написание рефератов и подготовку презентаций по темам занятий);
подготовка к модульному контролю и экзамену.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей профессии,

опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

Организация самостоятельной работы студентов

№	Название темы	Количество часов
Тема 1.	Акустооптическое взаимодействие.	10
Тема 2.	Дифракция Брэгга.	15
Тема 3.	Акустооптическое взаимодействие в планарных волноводах.	10
Тема 4.	Акустооптическая ячейка, дефлекторы и фильтры на ее основе.	10
Тема 5.	Акустооптические модуляторы	10
Тема 6.	Акустооптические устройства обработки информации	10
Тема 7.	Акустооптические процессоры корреляционного типа	10
Тема 8.	Акустооптические процессоры спектрального типа	10
Тема 9.	Акустооптические устройства для математических операций линейной алгебры	5
	ВСЕГО	90

7. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания не предусмотрены

8. Примерные вопросы к модульному контролю.

1. Фотоупругость (пьезооптический эффект), в том числе в пьезоэлектриках.
2. Изменение эллипсоида показателей преломления при деформации сжатия и сдвига в изотропных и анизотропных средах.
3. Дифракция и рефракция света. Методы описания дифракции света на когерентной акустической волне.
4. Параметр Кляйна-Кука. Режимы дифракции: Рамана-Ната, промежуточный, Брэгга.
5. Частотно-угловые соотношения акустооптического взаимодействия.
6. Коллинеарное и неколлинеарное взаимодействие.
7. Изотропная и анизотропная дифракция, векторные диаграммы.
8. Эффективность дифракции. Акустооптическая амплитудно-частотная характеристика.
9. Акустооптическое взаимодействие в планарных волноводах. Модовый состав излучения, постоянная распространения.
10. Акустооптическое взаимодействие в планарных волноводах. Эффективность дифракции. Технология получения планарных волноводов.
11. Акустооптическое взаимодействие в планарных волноводах. Режимы дифракции: низкочастотный, анизотропной дифракции, изотропный высокочастотный.
12. Объемная акустооптическая ячейка, ее структурные элементы. Интегральная акустооптическая ячейка.
13. Дефлекторы (модуляторы направления), их использование для управления лучом лазера. Принципиальная схема. Угол сканирования, время сканирования.
14. Фильтры (коллинеарные и неколлинеарные). Конструктивные варианты. Угловые соотношения.

9. Образец модульного контроля

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа подготовки: академическая магистратура

Дисциплина «Акустооптические устройства»

Направление подготовки: 03.04.03 Радиофизика, семестр 3.

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант № 5

1. Параметр Кляйна-Кука. Режимы дифракции: Рамана-Ната, промежуточный, Брэгга.
2. Объемная акустооптическая ячейка, ее структурные элементы. Интегральная акустооптическая ячейка.

Утверждено на заседании
кафедры.

Зав. кафедрой
РФ и ИКТ _____

В.В. Данилов

№ ____ от _____ 201_г.

Экзаменатор _____

В.И. Тимченко

Критерии оценивания модульного контроля

<input type="checkbox"/> Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Всего	20

10. Образец экзаменационного билета

Теоретические вопросы к экзамену

1. Классификация акустооптических модуляторов, их характеристики.
2. Частотная характеристика электрооптической эффективности, ее управляемые параметры.
3. Материалы для светозвукопровода, электроакустического преобразователя и подложек для интегральных акустооптических модуляторов. Коэффициенты акустооптического качества.
4. Алгоритм расчета акустооптического модулятора.
5. Структура системы оптической обработки информации. Основные элементы акустооптических процессоров
6. Пространственное преобразование Фурье в когерентных оптических процессорах.
7. Оптический спектроанализатор. Принцип оптической фильтрации.
8. Акустооптические процессоры корреляционного типа с пространственным интегрированием.
9. Акустооптический согласованный фильтр.

10. Акустооптический конвольвер.
11. Акустооптические согласованные фильтры для ЛЧМ сигналов.
12. Акустооптические корреляторы с временным интегрированием.
13. Радиочастотный акустооптический конвольвер на встречных акустических пучках.
14. Акустооптический анализатор спектра с пространственным интегрированием.
15. Частотное разрешение акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.
16. Акустооптические анализаторы спектра с временным интегрированием.
17. Изменение частотного сдвига продифрагировавших световых волн вдоль апертуры фотоприемника.
18. Акустооптический процессор обработки сигналов линейной ФАР с пространственным разделением каналов.
19. Распределение интенсивности света по угловой координате в выходной плоскости акустооптического процессора.
20. Акустооптический линейно-алгебраический процессор.

Образец экзаменационного билета

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа подготовки: академическая магистратура

Дисциплина «Акустооптические устройства»

Направление подготовки: 03.04.03 Радиофизика, семестр 3.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Структура системы оптической обработки информации. Основные элементы акустооптических процессоров.
2. Акустооптический линейно-алгебраический процессор.
3. Выберите материалы для светозвукопровода и пьезопреобразователя широкополосного акустооптического модулятора с центральной частотой 300 МГц, рассчитанного на работу с гелий-неоновым лазером. Обоснуйте свой выбор.

Утверждено на заседании
кафедры.

Зав. кафедрой
РФ и ИКТ _____

В.В. Данилов

№ _____ от _____ 201_г.

Экзаменатор _____

В.И. Тимченко

Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50

11. Образец тестового задания (при наличии)

Тестовые задания не предусмотрены.

12. Критерии оценивания

По курсу предполагается проведение экзамена, промежуточной аттестации в виде модульного контроля, и организационно-учебная работа.

Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины

Форма контроля	Максимальное количество баллов
Модульный контроль	20
Организационно-учебная работа	30
Экзамен	50
Всего	100

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской.

14. Рекомендованная литература

№ п/п □	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Акустооптические устройства [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Данилов, В.И. Тимченко, Т.В. Белик – Донецк: ДонНУ, 2019. – Электронные данные (1 файл).		+
2.	Методические материалы по курсу "Компьютерное моделирование в акустооптике" [Электронный ресурс] / [сост.: А. Ю. Липинский, А. И. Рудякова] Донецкий национальный университет. - Донецк: ДонНУ, 2011. - Электронные данные (1 файл).		+
Дополнительная литература			
1.	Акустооптические устройства радиоэлектронных систем : сб. науч. тр. / АН СССР, Науч. совет по пробл. "Голография"; отв. ред. С. В. Кулаков. - Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1988. - 154с.	2	

15. Информационные ресурсы

1. Акустооптические модуляторы <https://sphotonics.ru/catalog/ao-modulators/>.
2. Акустооптические приборы и устройства НИИ «Полнос» <https://www.polyus.info/products-and-services/acoustooptic-devices/>.

16. Программное обеспечение

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных с изменениями (без изменений) на 2020-2021 год. Протокол заседания кафедры № ____ от _____.

Зав. кафедрой РФ и ИКТ

В. В. Данилов

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных с изменениями (без изменений) на 2021-2022 год. Протокол заседания кафедры № ____ от _____.

Зав. кафедрой РФ и ИКТ
