

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

подпись

« 26 » Мая 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03 РАДИОФОТОНИКА

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Программа магистратуры

Оптические системы локации, связи и обработки информации

(наименование направленности (профиля) / специализации)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация

магистр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.О.03 «Радиофотоника» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

В.П. Прохоров, канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры оптоэлектроники



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.03 «Радиофотоника» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 10 апреля 2023 г. Заведующий кафедрой оптоэлектроники д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 20 апреля 2023 г. Председатель УМК ФТФ д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов



подпись

Рецензенты:

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Радиофотоника (радиооптика) – это наиболее динамично развивающееся направление фотоники, определяющее прогресс мировой науки и техники, связанный с исследованием, разработкой, созданием и эксплуатацией новых материалов, технологий, приборов и устройств, направленных на передачу, прием, обработку, хранение и отображение информации на основе оптических технологий. Радиофотоника ориентирована на интеграцию оптических, информационных и телекоммуникационных технологий.

Основная цель преподавания дисциплины – получение студентами необходимых знаний по физическим и теоретическим основам функционирования оптических систем передачи и обработки оптических сигналов и принципам моделирования и построения оптических систем связи и обработки информации с использованием современных оптических технологий.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Радиофотоника» являются:

- изучение современных типов оптических устройств и современных оптических методов обработки и передачи информации;
- ознакомление студентов с основными характеристиками типовых оптических устройств обработки информации, оптических систем связи и телекоммуникационных систем;
- выработка практических навыков аналитического и численного анализа процесса распространения оптического излучения в оптических устройствах обработки и передачи информации, а также расчета характеристик этих устройств;
- выработка у студентов навыков научно-исследовательской работы с демонстрацией широких возможностей использования волноводной фотоники в различных научных направлениях;
- обучение студентов принципам и приемам самостоятельных расчетов характеристик элементной базы волноводной фотоники, интегрально-оптических и волоконно-оптических структур;
- освоение студентами физических принципов и математических моделей волноводной фотоники;
- выработка практических навыков аналитического и численного анализа процесса распространения оптического излучения в элементной базе волноводной фотоники, а также расчета основных характеристик этих устройств.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить базовые теоретические знания и практические навыки, позволяющие проводить моделирование систем связи и обработки информации с использованием современных оптических технологий, а также проводить моделирование и расчет элементной базы волноводной фотоники.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.03 «Радиофотоника» для магистратуры по направлению 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (профиль: Оптические системы локации, связи и обработки информации) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается во 2-м семестре 1-го курса магистратуры по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами обязательной части Блока 1 «Оптическое материаловедение», «Материалы и компоненты

фотоники» и дисциплин вариативной части Блока 1 «Оптоэлектронные квантовые приборы и устройства в инфокоммуникационных системах и сетях», «Интегральная фотоника». Кроме того, дисциплина базируется на успешном усвоении сопутствующих дисциплин: «Оптоинформатика», «Компьютерные технологии обработки и анализа данных в телекоммуникациях», «Методы и средства диагностики оптических систем». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических и дифференциальных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин обязательной и вариативной частей Блока 1, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами при переходе к оптическим и цифровым технологиям.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов в области инфокоммуникаций, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений	
ИПК-1.1 Формулировка соответствующего индикатора в учебном плане отсутствует	<p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов современных оптических систем обработки информации; – математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и фотоники; – физические основы распространения излучения по интегрально-оптическим волноводам и оптическому волокну. <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных задач; – применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы; – применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптико-информационной техники; – решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем оптоэлектроники и интегральной оптики. <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны владеть:</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<ul style="list-style-type: none"> – методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий; – навыками применения полученных теоретических знаний для решения конкретных прикладных задач.
ПК-2 Способен проводить анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников в целях совершенствования радиоэлектронных средств и систем в области инфокоммуникаций	
ИПК-2.1. Формулировка соответствующего индикатора в учебном плане отсутствует	<p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов современных оптических систем обработки информации; – математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и фотоники; – физические основы распространения излучения по интегрально-оптическим волноводам и оптическому волокну. <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных задач; – применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы; – применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптико-информационной техники; – решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем оптоэлектроники и интегральной оптики. <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий; – навыками применения полученных теоретических знаний для решения конкретных прикладных задач.
ПК-3 Способен проводить математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров	
ИПК-3.1. Формулировка соответствующего индикатора в учебном плане отсутствует	<p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов современных оптических систем обработки информации; – математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и фотоники; – физические основы распространения излучения по интегрально-оптическим волноводам и оптическому волокну.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных задач; – применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы; – применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета опто-информационной техники; – решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем оптоэлектроники и интегральной оптики. <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий; – навыками применения полученных теоретических знаний для решения конкретных прикладных задач.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		2 семестр (часы)			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	16,2	16,2			
занятия лекционного типа	6	6			
лабораторные занятия	–	–			
практические занятия	10	10			
семинарские занятия	–	–			
Указываются виды работ в соответствии с учебным планом	–	–			
Иная контактная работа:	–	–			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	–	–			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:					
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	–	–			

Контрольная работа	–	–			
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–			
Реферат/эссе (подготовка)	–	–			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	91,8	91,8			
Подготовка к текущему контролю	–	–			
Контроль:	–	–			
Подготовка к экзамену	–	–			
Общая трудоемкость	час.	108	108		
	в том числе контактная работа	16,2	16,2		
	зач. ед	3	3		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Физические и математические основы оптической обработки информации	4	2	2	–	11
2	Функциональная и структурная организация когерентных аналоговых оптических процессоров	6	2	4	–	40
3	Акустооптические процессоры корреляционного типа	3	1	2	–	20,4
4	Акустооптические процессоры спектрального типа	3	1	2	–	20,4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	16	6	10	–	91,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	–	–	–	–	–
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	–	–	–	–
	Подготовка к текущему контролю	91,8	–	–	–	–
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	–	–	–	–

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Физические и математические основы оптической обработки информации	Радиооптический подход и радиооптические устройства. Двумерный анализ Фурье для описания преобразований пространственных сигналов. Оптический сигнал. Двумерное преобразование Фурье и его свойства. Обобщенная δ -функция Дирака. Формула Рэлея. Теорема свертки. Взаимная корреляция и автокорреляция. Преобразование Фурье–Бесселя. Типовые функции и их спектры.	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; тестирование; реферат

		Анализ двумерных линейных систем. Линейные и пространственно-инвариантные радиооптические системы. Импульсный отклик и передаточная функция линейной и пространственно-инвариантной радиооптической системы. Дискретизация пространственного сигнала. Теорема выборки Котельникова–Шеннона. Электродинамические основы скалярной теории дифракции. Уравнение Гельмгольца. Теорема Грина. Интегральное представление Кирхгофа. Дифракция на плоском экране с отверстием. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда. Приближения Френеля и Фраунгофера.	
2	Функциональная и структурная организация когерентных аналоговых оптических процессоров	Оптические преобразования и оптические системы. Импульсный отклик и передаточная функция слоя свободного пространства. Частотный анализ оптических систем. Линза как фазовый модулятор, выполняющий фазовое преобразование. Фокусирующие свойства линзы. Основные элементы оптических систем. Обобщенная функция Френеля. Эквивалентная схема оптической системы. Простейшая оптическая система. Оптический каскад. Условия формирования изображения и получения фурье-образа. Оптические схемы с управляемым масштабом Фурье-преобразования. Синтез оптических систем. Многокаскадная оптическая система. Пространственная инвариантность оптического линейного фильтра. Физические основы голографии. Методы голографии в задачах обработки информации.	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; тестирование; реферат
3	Акустооптические процессоры корреляционного типа	Акустооптический модулятор. Режимы дифракции Рамана–Ната и Брэгга. Алгоритмическое описание акустооптического взаимодействия. Параллельная и последовательная дифракции в акустооптическом процессоре. Базовые элементы акустооптических процессоров. Акустооптические корреляторы с пространственным интегрированием (АОКПИ). Акустооптические корреляторы с временным интегрированием (АОКВИ).	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; тестирование; реферат
4	Акустооптические процессоры спектрального типа	Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием. Акустооптические анализаторы спектра с временным интегрированием. Акустооптический процессор обработки сигналов антенных решеток.	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; тестирование; реферат

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия)

Согласно учебному плану занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия) по данной дисциплине не предусмотрены.

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	Физические и математические основы оптической обработки информации	Двумерный анализ Фурье для описания преобразований пространственных сигналов. Оптический сигнал. Двумерное преобразование Фурье и его свойства. Теорема свертки. Преобразование Фурье–Бесселя. Типовые функции и их спектры. Линейные и пространственно-инвариантные радиооптические системы. Импульсный отклик и	решение задач; ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий

		передаточная функция линейной и пространственно-инвариантной радиооптической системы. Дискретизация пространственного сигнала. Теорема выборки Котельникова–Шеннона.	
2	Функциональная и структурная организация когерентных аналоговых оптических процессоров	Оптические преобразования и оптические системы. Импульсный отклик и передаточная функция слоя свободного пространства. Частотный анализ оптических систем. Линза как фазовый модулятор, выполняющий фазовое преобразование. Фокусирующие свойства линзы. Основные элементы оптических систем. Обобщенная функция Френеля. Эквивалентная схема оптической системы. Простейшая оптическая система. Оптический каскад. Условия формирования изображения и получения фурье-образа.	решение задач; ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий
3	Акустооптические процессоры корреляционного типа	Акустооптический модулятор. Режимы дифракции Рамана–Ната и Брэгга. Алгоритмическое описание акустооптического взаимодействия. Параллельная и последовательная дифракции в акустооптическом процессоре. Базовые элементы акустооптических процессоров. Акустооптические корреляторы с пространственным интегрированием (АОКПИ). Акустооптические корреляторы с временным интегрированием (АОКВИ).	решение задач; ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий
4	Акустооптические процессоры спектрального типа	Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием. Акустооптические анализаторы спектра с временным интегрированием. Акустооптический процессор обработки сигналов антенных решеток.	решение задач; ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий

2.3.3. Лабораторные занятия

Согласно учебному плану лабораторные занятия (лабораторный практикум) по данной дисциплине не предусмотрены.

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту, тестам и вопросам)	1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г. 2. Локшин Г.Р. Основы радиооптики: учеб. пособие – Долгопрудный: Интеллект, 2009. 3. Панов М.Ф. Физические основы интегральной оптики. – М.: Академия, 2010.

		<p>4. Панов, М.Ф. Физические основы фотоники: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 564 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/92656</p> <p>5. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.</p> <p>6. Прохоров В.П. Моделирование физико-технологических параметров оптических ионообменных волноводов / Прохоров В.П., Яковенко Н.А. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014.</p>
2	Подготовка к практическим занятиям	<p>1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</p> <p>2. Локшин Г.Р. Основы радиооптики: учеб. пособие – Долгопрудный: Интеллект, 2009.</p> <p>3. Панов М.Ф. Физические основы интегральной оптики. – М.: Академия, 2010.</p> <p>4. Панов, М.Ф. Физические основы фотоники: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 564 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/92656</p> <p>5. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.</p> <p>6. Прохоров В.П. Моделирование физико-технологических параметров оптических ионообменных волноводов / Прохоров В.П., Яковенко Н.А. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014.</p>
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление технического отчёта по лабораторным работам.	<p>1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</p> <p>2. Прохоров, В.П. Оптоинформатика: лабораторный практикум / В.П. Прохоров, Н.А. Яковенко. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2021.</p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, лабораторный компьютерный практикум, разработка программ численного расчета основных характеристик, домашние задания, тестирование, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическими занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних

заданий, подготовка к тестированию, зачету или экзамену). проблемное обучение, модульная технология, самостоятельная работа студентов.

Для проведения части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (занятия в интерактивной форме), позволяющего студенту воспринимать особенности изучаемой дисциплины, играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекции проходят в классическом стиле.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность пользоваться учебно-методическими материалами и рекомендациями, размещенными в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ.

Таким образом, **основными образовательными технологиями, используемыми в учебном процессе, являются:** интерактивная лекция с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов в учебный процесс; обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических занятиях; лабораторные занятия – работа студентов в малых группах в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент». При проведении практических и лабораторных учебных занятий предусмотрено развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Радиофотоника».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме ответов на контрольные вопросы, выполнения практических и тестовых заданий, подготовке докладов-презентаций по темам рефератов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов для подготовки к зачету и решения задач.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ПК-1 Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов в области инфокоммуникаций, принципиальных схем устройств с	знать: теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов	Рабочая тетрадь Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу Реферат, доклад, сообщение, эссе Тест по теме, разделу	Вопросы на зачете 1–9

	<p>использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений</p> <p>ИПК-1.1 Формулировка соответствующего индикатора в учебном плане отсутствует</p>	<p>современных оптических систем обработки информации; математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и фотоники; физические основы распространения излучения по интегрально-оптическим волноводам и оптическому волокну.</p> <p>уметь: применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных задач; применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы; применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптоинформационной техники; решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем оптоэлектроники и интегральной оптики.</p> <p>владеть: методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий; навыками применения полученных теоретических знаний для решения конкретных прикладных задач.</p>		
2	<p>ПК-2 Способен проводить анализ научно-технической проблемы на основе</p>	<p>знать: теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и</p>	<p>Рабочая тетрадь Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу</p>	<p>Вопросы на зачете 10–22</p>

	<p>подбора и изучения литературных и патентных источников в целях совершенствования радиоэлектронных средств и систем в области инфокоммуникаций ИПК-2.1. Формулировка соответствующего индикатора в учебном плане отсутствует</p>	<p>работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов современных оптических систем обработки информации; математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и фотоники; физические основы распространения излучения по интегрально-оптическим волноводам и оптическому волокну. уметь: применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных задач; применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы; применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптико-информационной техники; решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем оптоэлектроники и интегральной оптики. владеть: методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий; навыками применения полученных теоретических знаний</p>	<p>Реферат, доклад, сообщение, эссе Тест по теме, разделу</p>	
--	--	---	---	--

		для решения конкретных прикладных задач.		
3	ПК-3 Способен проводить математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров ИПК-3.1. Формулировка соответствующего индикатора в учебном плане отсутствует	<p>знать: теоретические основы оптической обработки информации; принципы построения и работы, методы проектирования и расчета, а также характеристики основных функциональных узлов современных оптических систем обработки информации; математический аппарат, типовые программные продукты, ориентированные на решение научных и прикладных задач радиооптики и фотоники; физические основы распространения излучения по интегрально-оптическим волноводам и оптическому волокну.</p> <p>уметь: применять полученные знания для определения и обоснования целесообразности использования оптических методов обработки информации для решения конкретных задач; применять полученные знания для выбора наиболее приемлемого алгоритма обработки и реализующей его схемы; применять на практике современные принципы и методы проектирования и расчета оптико-информационной техники; решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой систем оптоэлектроники и интегральной оптики.</p> <p>владеть: методами и навыками использования компьютерных систем проектирования и исследования</p>	Рабочая тетрадь Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу Реферат, доклад, сообщение, эссе Тест по теме, разделу	Вопросы на зачете 23–30

	оптической, телекоммуникационной и вычислительной техники, оптических материалов и технологий; навыками применения полученных теоретических знаний для решения конкретных прикладных задач.		
--	---	--	--

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Перечень вопросов и заданий

1. Контрольные вопросы по учебной программе.
2. Практические задания по учебной программе.
3. Темы рефератов по учебной программе.
4. Тестовые задания по учебной программе.
5. Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

Контрольные вопросы по учебной программе

Раздел 1.

1. Ступенчатая функция (график и аналитическая запись).
2. Прямоугольная функция (график и аналитическая запись).
3. Треугольная функция (график и аналитическая запись).
4. Функция отсчетов (график и аналитическая запись).
5. Функция Гаусса (график и аналитическая запись).
6. Дельта-функция Дирака (определение и физический смысл).
7. Двумерное преобразование Фурье.
8. Теорема линейности.
9. Теорема подобия.
10. Теорема смещения (прямая и обратная).
12. Теорема свертки (прямая и обратная).
13. Свойство эрмитовости.
14. Теоремы кросс-корреляции и автокорреляции.
15. Теорема Парсевала.
16. Теорема о преобразовании Фурье функции с разделяющимися переменными.
17. Уравнение монохроматической волны. Понятие волнового поля.
18. Уравнение Гельмгольца.
19. Два пути решения задачи о распространении монохроматической световой волны.
20. Принцип Гюйгенса–Френеля.
21. Пример использования принципа Гюйгенса–Френеля: вывод закона преломления.
22. Общая постановка задачи о дифракции. Граничные условия Кирхгофа.
23. Запись дифракционного интеграла в форме Френеля–Кирхгофа.
24. Запись дифракционного интеграла в форме Рэлея–Зоммерфельда.
25. Основные свойства оптического излучения и его преимущества перед другими спектральными диапазонами электромагнитного излучения для передачи информации.

Раздел 2.

1. Понятия системы, системного оператора, воздействия и реакции (отклика).
2. Свойства линейности и пространственной инвариантности (изопланарности).

3. Описание линейной инвариантной системы в частотной области.
4. Описание линейной инвариантной системы в пространственной области.
5. Угловой спектр плоских волн и его физический смысл.
6. Распространение углового спектра.
7. Влияние ограничивающего отверстия на угловой спектр возмущения.
8. Линейный пространственный фильтр, эквивалентный распространению волн.
9. Импульсный отклик свободного пространства.
10. Элементарная оптическая система: спектральный подход; полевой подход.
11. Модуляционная характеристика линзы.
12. Поле в оптически сопряженной плоскости, функция рассеяния точки.
13. Структура оптического изображения: спектральный подход; полевой подход.
14. В чем заключаются преимущества использования голографической памяти?
15. Что такое наложенная запись голограмм, и для какого типа голограмм она возможна? Как записываются наложенные голограммы?
16. За счет чего производится уплотнение информации в устройствах хранения информации?
17. Основные свойства объемных голограмм?
18. Что такое «селективность голограммы»?
19. Дать определение дифракционной эффективности голограммы.
20. Основные свойства оптического излучения и его преимущества перед другими спектральными диапазонами электромагнитного излучения для передачи информации.
21. Каковы перспективы создания оптического компьютера?
22. В каких областях информатики используется операция умножения вектора на матрицу? Чем обусловлено ее широкое применение?
23. Оптические схемы с управляемым масштабом Фурье-преобразования.

Раздел 3.

1. В чём различие между дифракцией Рамана–Ната и дифракцией Брэгга? Дифракция какого вида наблюдается в работе?
2. Как изменится дифракционная картина на экране, если использовать излучение лазера с другой длиной волны?
3. От каких факторов зависит эффективность дифракции?
4. Влияет ли фоновая засветка фотодиода на ток фотодиода? На значение эффективности дифракции?
5. Какие факторы определяют быстроедействие АОМ?
6. Какие эффекты вызывают конечную ширину полосы частот АОМ?
7. Оцените ширину полосы частот исследуемого АОМ.
8. Объясните механизм большого изменения интенсивности дифракции при малом изменении частоты генератора.

Практические задания по учебной программе

1. Выведите диадную функцию Грина проанализировать характер решения от расстояния между источником и точкой наблюдения.
2. Покажите, что z-компонента усредненного по времени вектора Пойнтинга равна нулю для поверхностного поля, распространяющегося вдоль границы раздела двух сред.
3. Вывести обобщенные уравнения Снеллиуса для метаповерхности с сингулярными разрывами фазы.
4. Получить выражение для продольной компоненты электрического поля в фокальной плоскости в предположении, что поле не расходится.
5. Получить выражения для поперечных электрической и магнитной составляющих для плоской волны, распространяющейся вдоль планарного интерфейса.
6. Построить диаграмму распределения компонент электрического и магнитного полей в фокальной плоскости. Рассмотреть случаи сильной и слабой фокусировки.

7. Вывести Фурье-спектр продольной компоненты поля.
8. Получить распределение электромагнитного поля в дальней зоне с помощью углового распределения спектра в предположении, что лазерный пучок является гауссовским.
9. Вывести выражения радиально и азимутально поляризованного лазерного света.
10. Провести аналитическое исследование возбуждения локализованного поверхностного плазмона в зависимости от диаметра золотой наночастицы.
11. Рассчитайте тензор напряжений Максвелла сферической поверхности, охватывающей Рэлеевскую частицу, освещенную плоской волной.
12. Вывести коэффициент усиления оптического поля вблизи конической золотой наноантенны, используя формализм функции Грина.
13. На одномерную гармоническую дифракционную решетку (ДР) под углом α_0 падает плоская волна. Найти вид сигнала на выходе решетки и его спектральную плотность при $\Lambda = 500 \lambda$. Как изменятся параметры сигнала, если период решетки увеличить с $\Lambda_1 = 500 \lambda$ до $\Lambda_2 = 1000 \lambda$.
14. Найти вид сигнала и его спектральную плотность на выходе одномерной гармонической дифракционной решетки, облучаемой плоской волной с нулевой пространственной частотой ($\omega_0 = 0$). Изобразить вид двумерной спектральной плотности, а также разрешение такого спектроанализатора.
15. На одномерную ограниченную дифракционную решетку с коэффициентом пропускания $T(x, y) = T(x + n\Lambda)$ падает плоская волна с нулевой пространственной частотой. Найти сигнал на выходе решетки и его спектральную плотность. Определить разрешающую способность спектроанализатора.
16. На дифракционную решетку со ступенчатой функцией пропускания $T(x, y) = T(x + n\Lambda)$ падает плоская волна с нулевой пространственной частотой. Найти вид сигнала на выходе решетки и его пространственную спектральную плотность. Результаты изобразить на графиках.
17. На дифракционную решетку с периодом $\Lambda = 10 \lambda$ падает последовательность радиолокационных сигналов с прямоугольной огибающей. Период следования радиоимпульсов T , а их длительность $\tau = 10^{-3}T$. Найти вид сигнала на выходе решетки. Результат прокомментировать.
18. Определить, в какую сторону и на сколько необходимо переместить облучатель из фокуса зеркальной антенны ($D = 10$ м; $f = 3$ м; $\lambda = 3$ см), чтобы сформировать диаграмму направленности (ДН) на расстоянии $R = 100$ м от ее раскрыва. Определить ширину главного лепестка и сектор углов, в пределах которого ДН формируется с допустимыми искажениями.
19. Найти вид диаграммы направленности (углового пространственного спектра) зеркальной антенны в виде параболического цилиндра, размеры раскрыва которой $a = 10 \lambda$, $b = 50 \lambda$. Поле в раскрыве антенны принять равноамплитудным и синфазным.
20. Реализует ли глаз человека свою дифракционную разрешающую способность?
21. Позволяют ли принципиальные ограничения различить муху на фотографии с расстояния 5 метров, полученной с помощью камеры обскуры? (Указание. Уяснить физический механизм формирования изображения с помощью малого отверстия – камеры обскуры и оценить максимальный диаметр этого отверстия. Рассчитать число Френеля для формируемого изображения.)
22. Получить и проанализировать выражения для комплексных амплитуд полей в фокальной плоскости и плоскости изображений тонкой линзы.
23. Оценить размеры области когерентности поля точечного источника монохроматического излучения в сильнотурбулентной атмосфере.
24. Оценить радиус пространственной когерентности солнечного излучения на поверхности Земли. Как влияет наличие флуктуаций в турбулентной атмосфере на полученную оценку?

25. Оценить размер элемента разрешения на фотографии земной поверхности из космоса.

26. Найти значения углов Брюстера при падении плоской произвольно-поляризованной волны из воды ($\epsilon = 59$) в воздух и наоборот. Пояснить, почему:

– отраженная волна будет при этом линейно-поляризованной;

– при углах падения, превышающих угол полного внутреннего отражения ($\theta > \theta_{кр}$) для $\epsilon_1 > \epsilon_2$, отраженная волна в общем случае оказывается эллиптически поляризованной независимо от поляризации падающей волны?

27. Определить модуль и фазу коэффициентов отражения от металла ($\sigma \rightarrow \infty$) горизонтально и вертикально поляризованных электромагнитных волн. Изменятся ли параметры поляризации отраженного поля при падении на металл электромагнитной волны различной поляризации (линейная, эллиптическая)?

28. Представить произвольно поляризованную электромагнитную волну в виде линейно-поляризованных в ортогональном базисе компонент. Указать параметры поляризации произвольно поляризованных компонент поля.

29. Определить максимальные частоты отраженных от ионосферного слоя F_2 сигналов при:

– ортогональном падении зондирующего сигнала на ионосферу – случай вертикального зондирования;

– максимально возможном угле падения зондирующего сигнала ионосферу с учетом кривизны поверхности Земли.

Пояснить принцип работы ионосферных станций.

30. Предложить схему записи голограмм поля сферической волны. Дать математическое описание процесса формирования и записи голограмм и показать, что полученная голограмма представляет зонную пластину Френеля (ЗПФ).

Темы рефератов по учебной программе

1. Теорема Грина. Интегральное представление Кирхгофа–Зоммерфельда в скалярной теории дифракции.

2. Обобщенная функция Френеля. Эквивалентная схема оптической системы.

3. Многокаскадная оптическая система.

4. Голографические фильтры Ван-дер-Люгта.

5. Акустооптические корреляторы с пространственным интегрированием (АОКПИ).

6. Акустооптические корреляторы с временным интегрированием (АОКВИ).

7. Акустооптические анализаторы спектра с пространственным и временным интегрированием.

8. Линейные радиооптические антенные решетки.

9. Акустооптический процессор обработки сигналов антенных решеток.

10. Типы оптических процессоров. Аналоговый оптический процессор.

11. Принцип действия оптического аналогового устройства, реализующего умножение вектора на матрицу.

12. Первое и второе поколения оптических цифровых процессоров.

13. Оптический процессор Enlight256.

14. Оптические бистабильные устройства и логические элементы.

Тестовые задания по учебной программе

Тестовые задания состоит из теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. Во всех вопросах каждого теста предполагается выбор одного из предлагаемых возможных ответов.

Система оценок выполнения контрольного тестирования:

– «отлично» – количество правильных ответов от 85% до 100%;

– «хорошо» – количество правильных ответов от 70% до 84%;

– «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 55% до 69%.

Тест № 1. Физические основы оптической обработки информации

1. Одномерные волны – это:
 - волны, все характеристики которых зависят от времени и одной координаты;
 - волны, все характеристики которых зависят только от времени;
 - волны, все характеристики которых зависят от времени и двух координат.
2. Гармоническая волна – это:
 - бесконечная синусоидальная волна, в которой все изменения состояния среды происходят по закону синуса или косинуса;
 - бесконечная синусоидальная волна, в которой все изменения состояния среды происходят по закону Гаусса;
 - бесконечная стоячая волна.
3. Длина волны – это:
 - скорость распространения волны;
 - время, за которое частицы среды совершают одно полное колебание;
 - расстояние между двумя максимумами или минимумами возмущения.
4. Фронт волны – это:
 - передний край волны;
 - поверхности, у которых в данный момент времени фазы в любой точке одинаковы;
 - форма фазовой поверхности волны.
5. Поляризации волны – это:
 - ориентации векторов поля при заданном направлении распространения;
 - суперпозиции двух волн;
 - угловая скорость в направлении распространения волны.
6. Явление, возникающее при прохождении пучка света вблизи края какого-либо непрозрачного экрана, при котором его путь не остается строго прямолинейным:
 - дифракция;
 - дисперсия;
 - дисторсия.
7. Какие частицы переносят оптическую энергию:
 - а) фотоны;
 - б) фононы;
 - в) электроны;
 - г) дырки?
8. Какая длина волны соответствует верхней границе оптического диапазона:
 - а) 0,1 мкм;
 - б) 0,5 мкм;
 - в) 1 мм;
 - г) 10 мм?
9. Какая длина волны соответствует нижней границе оптического диапазона:
 - а) 1 нм;
 - б) 10 нм;
 - в) 100 нм;
 - г) 1 мкм?
10. Какая длина волны соответствует инфракрасному излучению:
 - а) 0,3 мкм;
 - б) 0,6 мкм;
 - в) 0,5 мкм;
 - г) 1 мкм?
11. Какая длина волны соответствует ультрафиолетовой области спектра:
 - а) 0,3 мкм;

- б) 0,7 мкм;
- в) 0,9 мкм;
- г) 12 мкм?

12. Укажите цифрами правильную последовательность цветов, соответствующих видимой области спектра (в порядке убывания длины волны):

- а) голубой;
- б) зеленый;
- в) фиолетовый;
- г) оранжевый;
- д) желтый;
- е) красный;
- ж) синий.

Тест № 2. Когерентные аналоговые оптические процессоры

1. В голографии на светочувствительном материале регистрируется:
 - распределение яркости света, адекватное его распределению в плоскости объекта;
 - интерференционная картина объектной и вспомогательной (опорной) волн.
2. Для получения устойчивой интерференционной картины голограммы требуется:
 - большая разность оптических путей двух волн;
 - высококогерентные источники излучения;
 - одинаковое значение разрешающей способности в продольном и в поперечном направлении.
3. Существующие способы записи голограмм:
 - схема Денисюка;
 - схема Лейта–Упатниекса;
 - схема Айзека Раби.
4. Назовите фотоматериалы для записи голограмм:
 - бромид серебра;
 - йодистый азот;
 - сульфат аммония.
5. Бинарные голограммы – это:
 - голограммы, с полным пропусканием;
 - голограммы, в которых участки с полным пропусканием чередуются с участками, абсолютно непрозрачными для света;
 - голограммы, абсолютно непрозрачные для света.
6. Можно ли голографирование осуществлять в пространственно-некогерентном свете:
 - нельзя;
 - можно, но свет исходящий из конкретной точки объекта, нужно разделить на две части;
 - можно, только когда фазовая информация о волновом фронте объекта кодируется в зоне чередования участков голограммы с различным амплитудным пропусканием.
7. Зачем используются лазеры в голографии:
 - для термического выжигания изображений на фотопластинках;
 - для исследования химических реакций;
 - для получения когерентного излучения.
8. Уравнение голограммы выражает:
 - коэффициент пропускания фотопластинки;
 - интенсивность интерференционной картины на поверхности;
 - отношение дифракционных порядков.
9. Оптическая голография применяется для:
 - трехмерного восстановления объектов;

- производства микросхем;
- исследования вибраций, деформаций;
- получения химических углеродистых соединений.

10. Цифровая голография позволяет осуществлять:

- синтез голограмм по их математической модели;
- сверхплотную запись информации на фотополимеры;
- улучшение качества голограмм.

11. Фазовая голограмма:

– полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения показателя преломления или толщины материала;

– полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения коэффициента поглощения;

– полученная с оптическими параметрами, неизменными во времени.

12. Амплитудная голограмма:

– полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения показателя преломления или толщины материала;

– полученная в регистрирующей среде, в которой под воздействием интерференционного поля произошли изменения коэффициента поглощения;

– полученная с оптическими параметрами, неизменными во времени.

13. Распознавание объекта – это:

– сравнение его признаков с признаками одного или нескольких заранее определенных классов для отнесения объектов к тому или иному классу;

– наиболее распространенная область применения оптической фильтрации;

– получение спектра импульсного отклика методом Вандер Люгта.

14. Оптическая фильтрация – это:

– синтез волновых полей;

– принцип изменения структуры оптических изображений путем воздействия на Фурье-спектры;

– дискретизация волновых фронтов.

15. Оптические процессоры – это:

– устройства для выполнения интегральных и других математических преобразований над волновыми фронтами в оптическом диапазоне волн;

– устройства для управления модуляцией лазеров;

– устройства для получения решений дифференциальных уравнений третьего порядка.

16. Промышленный робот – это:

– робот, подражающий движениям живых организмов;

– автоматическая машина, состоящая из манипулятора и устройства программного управления его движением, предназначенная для замены человека при выполнении основных и вспомогательных операций в производственных процессах;

– человекообразный робот, способный самостоятельно прибраться в квартире и вернуться на место для подзарядки без участия человека.

17. Манипулятор промышленного робота – это:

– рука человека, предназначенная специально для выполнения какого-то определенного набора операций;

– совокупность пространственного рычажного механизма и системы приводов, осуществляющая под управлением программируемого автоматического устройства или человека-оператора действия (манипуляции), аналогичные действиям руки человека.

18. Искусственный интеллект – это:

- наука и технология создания интеллектуальных машин и систем, особенно интеллектуальных компьютерных программ, направленных на то, чтобы понять человеческий интеллект;
- попытки смоделировать с помощью искусственных систем психофизиологическую деятельность человеческого мозга с целью создания искусственного разума;
- создание программ, позволяющих с использованием ЭВМ воспроизводить не саму мыслительную деятельность, а являющиеся ее результатами процессы.

Тест № 3. Акустооптические процессоры корреляционного и спектрального типа

1. Чем отличается пассивная радиолокация от активной:
 - частотным диапазоном;
 - происхождением принимаемого сигнала (собственное излучение объекта или облучение внешним способом);
 - разрешающей способностью РЛС.
2. Укажите верное утверждение:
 - ширина характеристики направленности антенны, определяющая разрешающую способность РЛС, обратно пропорциональна отношению раскрыва антенны к длине волны;
 - ширина характеристики направленности антенны, определяющая разрешающую способность РЛС, пропорциональна отношению раскрыва антенны к длине волны;
 - ширина характеристики направленности антенны, определяющая разрешающую способность РЛС, пропорциональна отношению скорости антенны к ее длине.
3. Разрешающая способность РЛС – это:
 - способность отдельного наблюдения целей;
 - отношение ширины РЛС к ее высоте;
 - фокусирование антенны по дальности.
4. Радио- и звуковидение – это:
 - обнаружение и распознавание объектов, источниками волновых фронтов которых является радио- и звуковые изображения;
 - преобразование волновой информации в звук и радио;
 - исследование радио- и звуковых волн по их интерференционным картинам.
5. Использование СВЧ голографии дает возможность:
 - голографирования в темноте и за непрозрачными для света препятствиями;
 - получения голограмм и интерферограмм больших сцен и крупномасштабных процессов;
 - обходиться без источников когерентного излучения.
6. Лазерные линии связи:
 - технология беспроводной оптики, позволяющая организовать высокоскоростные каналы связи путем передачи направленного инфракрасного излучения через атмосферу;
 - технология беспроводной связи основанная на принципе передачи информации в виде голограмм.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

1. Оптический сигнал и его параметры. Интегральные преобразования сигналов в оптике.
2. Двумерное преобразование Фурье как разложение сигнала. Свойства преобразования Фурье. Пространственные частоты.
3. Свертка и кросс-корреляция сигналов. Соответствия операций и функций в координатной и частотной областях.
4. Линейные и пространственно-инвариантные оптические системы. Импульсный отклик и передаточная функция.

5. Сигналы с ограниченным спектром. Двумерная теория выборки. Теорема Котельникова–Шеннона.
6. Основы скалярной теории дифракции Кирхгофа–Зоммерфельда.
7. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда в приближении Френеля.
8. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда в приближении Фраунгофера.
9. Дифракционная формула Кирхгофа–Зоммерфельда в приближении тени.
10. Основные элементы когерентных оптических систем.
11. Свободное пространство как элемент оптической системы.
12. Сферическая линза как элемент оптической системы.
13. Простейшая оптическая система, реализующая преобразование Фурье.
14. Оптический каскад. Условия образования изображения.
15. Оптический каскад. Условия образования фурье-образа (спектра).
16. Синтез оптических систем. Многокаскадная оптическая система.
17. Когерентный оптический анализатор спектра.
18. Синтез линейных фильтров в области пространственных частот.
19. Физические основы голографии.
20. Методы голографии в задачах обработки информации.
21. Голографические фильтры Ван-дер-Люгта.
22. Голографические системы записи и хранения информации. Принцип действия и устройства.
23. Акустооптический модулятор. Режимы дифракции Рамана–Ната и Брэгга.
24. Алгоритмическое описание акустооптического взаимодействия.
25. Базовые элементы акустооптического процессора.
26. Акустооптические корреляторы с пространственным интегрированием (АОКПИ).
27. Акустооптические корреляторы с временным интегрированием (АОКВИ).
28. Акустооптические анализаторы спектра с пространственным интегрированием.
29. Акустооптические анализаторы спектра с временным интегрированием.
30. Акустооптический процессор обработки сигналов антенных решеток.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»:

студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять материал, иллюстрируя его примерами, выполнил все лабораторные работы компьютерного практикума, представил разработанные программы численного расчета.

«не зачтено»:

материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по соответствующему вопросу, довольно ограниченный объем знаний программного материала, не выполнены лабораторные работы компьютерного практикума, не представлены разработанные программы численного расчета.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 368 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/698#authors>

<https://e.lanbook.com/book/699>

2. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/95150>

3. Локшин Г.Р. Основы радиооптики: учеб. пособие – Долгопрудный: Интеллект, 2009.

4. Панов М.Ф. Физические основы интегральной оптики. – М.: Академия, 2010.

5. Панов, М.Ф. Физические основы фотоники: учеб. пособие [Электронный ресурс] / М.Ф. Панов, А.В. Соломонов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 564 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/92656>

6. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.

7. Прохоров В.П. Моделирование физико-технологических параметров оптических ионообменных волноводов / Прохоров В.П., Яковенко Н.А. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014.

5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks <https://link.springer.com/>
17. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>;
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» <https://pushkininstitute.ru/>;

10. Справочно-информационный портал «Русский язык» <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com/>;
14. [Законопроект «Об образовании в Российской Федерации». Вопросы и ответы](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы

КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчётов по ним, а также подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять равномерно на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем (или более продуктивно – дополнить конспект лекции). Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Необходимо изучить список рекомендованной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления. Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения (в этом Вам помогут вопросы выносимые на зачетное тестирование и экзамен). Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке. При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Радиофотоника».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Радиофотоника» также относится электронный вариант учебного пособия по данной дисциплине, включающий в себя:

- лекционный курс дисциплины «Радиофотоника»;
- контрольные вопросы по каждому разделу учебной дисциплины;
- список задач по каждому разделу учебной дисциплины.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Радиофотоника» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

К практическим занятиям необходимо готовится предварительно, до начала занятия. Необходимо ознакомиться с краткой теорией в рекомендованном задачнике по

соответствующей теме и проработать примеры решений разобранных в задачнике упражнений. Входе подготовки, так же следует вести конспектирование, а возникшие вопросы задать ведущему преподавателю в начале практического занятия или в консультационной форме.

К лабораторным работам следует подготовиться предварительно, ознакомившись с краткой, но специфической теорией, размещенной в соответствующей методичке. Рекомендуется ознакомиться заранее и с методическими рекомендациями по проведению соответствующей лабораторной работы, и в случае необходимости провести предварительные расчёты.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. <u>205с, 209с</u>)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 209с (проектор EPSON EB-1776W), № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. <u>205с, 206с, 207с, 209с</u>)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Аудитория оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 209с (проектор EPSON EB-1776W), № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами

		расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 205с	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения и работы: презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения и работы: презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
---	---	---

<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. <u>205С</u>)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).