

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



Овчинников О.В.

подпись

21.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 Оптоинформатика

1. Код и наименование направления подготовки: 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки: Перспективные материалы и устройства фотоники
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: оптики и спектроскопии
6. Составители программы: Головинский Павел Абрамович, д.ф.-м. н., профессор
7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол №6 от 20.06.2023

8. Учебный год: 2023-2024

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является:

формирование профессиональных компетенций в области теоретических концепций, моделей и технологий оптоинформатики, прежде всего, обработки оптических изображений.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить методы формирования и основы математического описания непрерывных (аналоговых) и дискретных (цифровых) изображений исследуемых объектов в оптических и оптоэлектронных приборах и системах;

- освоить методы формирования, управления обработки и анализа изображениями в акустооптических системах.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина Б1.В.04 «Оптоинформатика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б1.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК – 2	Способен экспериментально исследовать перспективные материалы и моделировать процессы в устройствах фотоники	ПК – 2.1.	Формулирует задачи для выявления принципов и путей создания перспективных материалов, моделирует процессы в устройствах фотоники	Знать: основные тенденции и направления развития лазерной, телекоммуникационной и вычислительной техники; основные тенденции и направления развития оптического материаловедения и оптических технологий. Уметь: формулировать задачи, связанные с оптическими информационными технологиями. Владеть: принципами построения и работы систем оптической передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации.
		ПК – 2.2	Осуществляет подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывает методики оптических и фотонных исследований	Знать: принципы и технологии оптической записи, хранения и считывания информации; Уметь: использовать математические и технические модели в области информационных технологий; Владеть: навыками работы с оптическими элементами и устройствами.
ПК – 5	Способен к разработке функциональных и структурных схем фотоники и оптоинформатик и на уровне узлов, элементов, систем и технологий	ПК – 5.1.	Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием систем оптоинформатики	Знать: физические пределы информационных технологий; Уметь: использовать в профессиональной деятельности современные достижения в области технологий передачи, хранения и обработки информации оптическими методами Владеть: принцип построения и работы систем оптической передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации.

		ПК – 5.2.	Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем	<p>Знать: основные тенденции и направления развития оптического материаловедения и оптических технологий;</p> <p>Уметь: применять типовые методики оценки технико-экономической эффективности проектов, технологических процессов и эксплуатации устройств и систем фотоники и оптоинформатики;</p> <p>Владеть: навыками работы с оптическими и оптико-электронными приборами и системами.</p>
		ПК – 5.3.	Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования оптических и оптико-электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации	<p>Знать: виды возможных уязвимостей в существующих оптических системах получения, защиты и хранения информации;</p> <p>Уметь: анализировать действующие оптические системы получения, защиты и хранения информации в автоматизированных системах;</p> <p>Владеть: навыками проектирования принципов функционирования оптических и оптико-электронных приборов.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 ЗЕТ / 144 ч.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 2 ч.
Аудиторные занятия		64	64
в том числе:	лекции	32	32
	практические	32	32
	лабораторные	-	-
Самостоятельная работа		44	44
Форма промежуточной аттестации <i>Экзамен</i>		36	36
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Оптические сигналы	Определение и классификация сигналов. Непрерывные и дискретные сигналы. Преобразование Фурье и спектральное представление сигналов. Импульсы. Энергия. Когерентность. Поляризация. Способы управления поляризацией. Параметры Стокса.
1.2	Оптическая связь	Оптические устройства для генерации и приема информации. Лазерные источники света. Генерация оптических импульсов. Фемтосекундные и аттосекундные импульсы. Временная и пространственная модуляция оптического излучения. Оптические транспаранты. Приемники оптического излучения; их чувствительность и пространственно-временное разрешение. Запись и воспроизведение оптической

		информации. Распространение световых сигналов. Оптическое поглощение, рассеяние, флуктуации, дисперсия, нелинейность. Оптоволоконные линии связи. Технологии спектрального (WDM) и пространственного (SDM) уплотнения информации в волоконных линиях связи. Оптические солитоны в оптических линиях связи. Передача сигнала через атмосферу и атмосферные искажения.
1.3	Классическая информация	Энтропия и информация. Принцип Ландауэра. Условная энтропия. Относительная энтропия. Дивергенция Кульбака-Лейблера. Коды и оптимальное кодирование. Передача информации по каналу. Теоремы Шеннона. Энтропия непрерывных сигналов. Передача непрерывных сигналов. Теорема отсчетов Котельникова. Пропускная способность канала: формула Шеннона для канала с шумом. Криптография. Системы шифрования с открытым ключом на основе эллиптических кривых.
1.4	Оптические устройства обработки информации	Оптические транзисторы и фотонные интегральные схемы. Дифракционное описание оптических полей в пространстве. Двойное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Линзы. Пространственная фильтрация оптических сигналов. Оптические преобразования и вычисления.
1.5.	Голография	Принципы голографии. Приосевая и внеосевая голография. Цифровая голография. Проблема двойников при цифровом восстановлении голограмм. Информационная емкость оптических сигналов. Теоремы Габора. Запись и воспроизведение голограмм. Голографическое распознавание образов. Ассоциативная голографическая память. Динамическая голография..
1.6	Оптическое машинное обучение	Принципы машинного обучения. Искусственные нейронные сети. Глубокое обучение. Распознавание образов. Применение искусственных нейронных сетей для фильтрации сигналов (автокодировщики). Оптические нейронные сети. Резервуарные компьютеры. Физические резервуарные компьютеры. Оптическое резервуарное машинное обучение. Экстремальное машинное обучение. Рассеяние света случайными поверхностями и оптические машины экстремального обучения..
2. Практические занятия		
2.1	Оптические сигналы	Преобразование Фурье и спектральное представление сигналов. Быстрое преобразование Фурье
2.2	Оптическая связь	Генерация оптических импульсов. Фемтосекундные и аттосекундные импульсы
2.3	Классическая информация	Вычисление информационной энтропии для сообщений. Оценка схожести распределений на основе дивергенции Кульбака-Лейблера. Передача информации по каналу связи. Расчет пропускной способности оптического канала в зависимости от параметров сигнала и канала
2.4	Оптические устройства обработки информации	Дифракционное описание оптических полей в пространстве на основе двойного преобразования Фурье
2.5.	Голография	Расчет информационной емкости оптических сигналов
2.6	Оптическое машинное обучение	Резервуарные вычисления

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Оптические сигналы	4	4		6	14
2.	Оптическая связь	6	6		8	20
3.	Классическая информация	6	6		8	20
4.	Оптические устройства обработки информации	6	6		8	20
5.	Голография	4	4		6	14
6.	Оптическое машинное обучение	6	6		8	20
	Итого:	32	32		44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются: Основными этапами освоения дисциплины являются:

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

2) Практические занятия. При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется: изучить конспект лекции по теме и рекомендованную литературу, ознакомиться с основными методами решения задач. Для закрепления изученного материала самостоятельно решить задачи, заданные в качестве домашнего задания.

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

4) Подготовка к аттестации. В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется: изучить конспекты лекции, учебную литературу, ознакомиться с основными методами решения задач, самостоятельно решить задачи, использовать электронный образовательный портал Moodle (электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации). Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы..

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>Кирчанов, В. С. Физические основы нанотехнологий фотоники и оптоинформатики : / В. С. Кирчанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Пермь : ПНИПУ, 2022. — 364 с. — ISBN 978-5-398-02696-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/328871</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2.	<i>Болотова, Ю. А. Методы и алгоритмы интеллектуальной обработки цифровых изображений : учебное пособие / Ю. А. Болотова, А. А. Друки, В. Г. Спицын. — Томск : ТПУ, 2016. — 208 с. —</i>
3.	<i>Нечаев Ю.Б. Устройства и системы обработки сигналов оптического диапазона: Учебник для ВУЗов / Ю.Б. Нечаев, Н.С. Хохлов, Р.Н. Андреев. - Воронеж: институт МВД России, 2006. - 143 с.</i>
4.	<i>Цифровая обработка изображений в видеoinформационных системах: учебное пособие / Е. В. Медведева – Киров: ВятГУ, 2015. – 107 с.</i>
5.	<i>Шустова Е.П. Введение в анализ изображений на Python. Практикум. Электронный образовательный ресурс / Е.П.Шустова. – Казань: Казан. ун-т, 2020.–88 с.</i>
6.	<i>Рогов С. А. Оптическая обработка информации : Учеб. пособие / С.-Петербург. гос. техн. ун-т ; С.А. Рогов, М.Г. Высоцкий. - СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1998. - 68 с.</i>

7.	Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. – М. : Мир, 1982. – Т. 1 – 312 с.
8.	Прэтт У. Цифровая обработка изображений / У. Прэтт. – М. : Мир, 1982. – Т. 2 – 480 с.
9.	Пресс Ф.П. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью / Ф.П. Пресс. - М. : Радио и связь, 1991. – 264 с.
10.	Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений / Л.П. Ярославский. – М. : Советское радио, 1979. – 312 с.
11.	Ярославский Л.П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии. Введение в цифровую оптику / Л.П. Ярославский. – М. : Радио и связь, 1987. – 295 с.
12.	Секен К. Приборы с переносом заряда / К. Секен, П. Томпсет. – М. : Мир, 1978. – 327 с.
13.	Гудмен Дж. Введение в фурье-оптику / Дж. Гудмен. - М. : Мир, 1970. - 364 с.
14.	Папулис А. Теория систем и преобразований в оптике / А. Папулис. - М. : Мир, 1971. - 495 с.
15.	Применение методов фурье-оптики / Под ред. Г. Старка. - М. : Радио и связь, 1988. - 536 с.
16.	Оптическая обработка информации / Под ред Д. Кейсесента. - М. : Мир, 1980. - 350 с.
17.	Парыгин В.Н. Оптическая обработка информации / В.Н. Парыгин, В.И. Балакий - М. : изд. Моск. ун-та, 1987. - 141 с.
18.	Информационная оптика / Под ред. Н. Евтихеева. - М. : МЭИ, 2000. - 611 с.
19.	Дубнищев Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах / Ю.Н. Дубнищев. М. : Лань, 2011. - 368 с.

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

№ п/п	Ресурс
20.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
21.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/

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

№ п/п	Источник
1.	Латышев А.Н. Цифровые изображения и их использование для определения интегрального альbedo объектов с неоднородной структурой отражающей поверхности : монография / А.Н. Латышев, Л.Ю. Леонова, В.Н. Селиванов. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2006. – 118 с.
2.	Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие / И. Е. Плещинская, А. Н. Титов, Е. Р. Бадертдинова, С. И. Дугев ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 195 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1715-4. – Текст : электронный.
3.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в магистратуре по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, И.Г. Гревцева ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.

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

В учебном процессе используются традиционные и дистанционные образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура практического занятия - решение задач или семинар: 1. Проверка готовности студентов к занятию - их теоретическая готовность к выполнению заданий. 2. Основная часть занятия, где студенты выполняют задания, а контроль их исполнения (полнота и качество) и помощь осуществляет преподаватель. 3. Заключительная часть - подведение преподавателем итогов занятия, получение студентами заданий на самостоятельную работу.

Содержание семинара, формируется так, чтобы оно способствовало поиску дополнительных источников знаний и развитию творческого мышления, умению находить пути решения и ответы на проблемные вопросы.

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

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель, проектор, ноутбук, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», ANSYSHF AcademicResearch.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Оптические сигналы.	ПК-2 ПК-5	ПК-2.1, 2.2 ПК -5.1,5,2, 5.3	Вопросы, тесты, задачи
2.	Оптическая связь.	ПК-2 ПК-5	ПК-2.1, 2.2 ПК -5.1,5,2, 5.3	Вопросы, тесты, задачи
3.	Классическая информация.	ПК-2 ПК-5	ПК-2.1, 2.2 ПК -5.1,5,2, 5.3	Вопросы, тесты, задачи
4.	Оптические устройства обработки информации.	ПК-2 ПК-5	ПК-2.1, 2.2 ПК -5.1,5,2, 5.3	Вопросы, тесты, задачи
5.	Голография.	ПК-2 ПК-5	ПК-2.1, 2.2 ПК -5.1,5,2, 5.3	Вопросы, тесты, задачи
6.	Оптическое машинное обучение.	ПК-2 ПК-5	ПК-2.1, 2.2 ПК -5.1,5,2, 5.3	Вопросы, тесты, задачи
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Комплект КИМ

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

20.1. Текущая аттестация

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы, тесты, задачи. Типовые задания теста, вопросы и задачи для проведения аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

Текущая аттестация №1. Письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример контрольно-измерительный материала для текущей аттестации №1:

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. Укажите правильные ответы.

1. Что такое непрерывные сигналы?
 - А) Постоянно действующие сигналы.
 - Б) Физическая величина, непрерывно зависящая от времени.
 - В) Сигналы, гармонически зависящие от времени.
 - Г) Постоянные по величине сигналы.

2. Что такое дискретные сигналы?
 - А) Сигналы, кодирующие двоичные последовательности символов.
 - Б) Прерывистые во времени сигналы.
 - В) Сигналы, передающие информацию фиксированными порциями.
 - Г) Цифровые сигналы.

3. Какая связь существует между преобразованием Фурье сигнала и спектром сигнала?
 - А) Связывает временное и спектральное представление сигнала.
 - Б) Зависит от спектра сигнала.
 - В) Дает наглядное представление вида сигнала.
 - Г) Является оптическим аналогом спектра.

4. Что такое когерентность сигналов?
 - А) Гармоничность.
 - Б) Согласованное протекание сигналов.
 - В) Непрерывность.
 - Г) Отсутствие резких максимумов.

5. Что характеризуют параметры Стокса?
 - А) Расстояние между отражающими поверхностями.
 - Б) Наличие угловых компонент в упругом рассеянии.
 - В) Коэффициент преломления случайной среды.
 - Г) Поляризацию света.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Непрерывные и дискретные сигналы. Преобразование Фурье и спектральное представление сигналов.

Задание 3. Решите задачу: Расстояние между зеркалами резонатора $L=0,75$ м. Найти частоты мод резонатора. Выразить ответ в Гц.

Задание 4. Решите задачу: Гребенка импульсов получается в результате синхронизации 100 мод с частотным шагом $2 \cdot 10^8$ Гц. Найти длительность отдельных импульсов.

Текущая аттестация №2. Письменный ответ на задание, которое включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример контрольно-измерительного материала для текущей аттестации №2:

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. Укажите правильные ответы.

1. Что является амплитудно-фазовым фильтром в комплексной фильтрации изображения?
 - а) Фурье-голограмма с записанным Фурье-изображением,

- б) фрагмент Фурье- спектра,
- в) уравнения спектра частот,
- г) коррелятор Ван дер Люгта.

2. Устройство голографического способа реализации корреляционного алгоритма распознавания образов. Это:

- а) голографический коррелятор Ван дер Люгта,
- б) амплитудно-фазовый конвертор,
- в) транспарант,
- г) векторно-матричный множитель.

3. Частота перехода между уровнями попадает в СВЧ диапазон. Это:

- а) мазер,
- б) лазер,
- в) СВЧ-резонатор,
- г) резонатор Фабри – Перо.

4. Процесс присвоения меток каждому пикселю при распознавании изображения это:

- а) сегментация,
- б) трансформация,
- в) очистка энергетического спектра,
- г) нумерация.

5. Периодическим изменением какого показателя в пространственном направлении характеризуется структура фотонного кристалла?

- а) показателем преломления,
- б) энергией фотона,
- в) модулем Юнга,
- г) температурой.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Пропускная способность канала: формула Шеннона для канала с шумом.

Задание 3. Решите задачу: Найти производную функции активации искусственного нейрона

$f(u) = 1/(1 + \exp(-u))$ в точке $u = 0$.

Задание 4. Решите задачу: Найти энергию сигнала, представляющего собой отрезок синусоиды

$$s = 0.5 \sin \frac{\pi x}{3}$$

на интервале от $[0, 3]$.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения письменных заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретический вопрос:

3. Температура газообразного водорода такова, что на первом возбужденном состоянии находится 1/10 от атомов в основном состоянии. Какая доля находится во втором возбужденном состоянии по отношению к основному? Округлить результат до 10^{-3} .

Преподаватель _____ Головинский П. А.

Критерии и шкалы оценивания КИМ:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) ответ на теоретические вопросы:

- 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

- 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

- 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);

- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;

- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

В зависимости от набранного балла за КИМ, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

от 5 до 6 баллов – «отлично»;

от 3 до 4 баллов – «хорошо»;

2 балла – «удовлетворительно»;

от 0 до 1 баллов – «неудовлетворительно».

Приложение 1.

Примерные тестовые задания для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. Что такое непрерывные сигналы?
 - А) Постоянно действующие сигналы.
 - Б) Физическая величина, непрерывно зависящая от времени.
 - В) Сигналы, гармонически зависящие от времени.
 - Г) Постоянные по величине сигналы.

2. Что такое дискретные сигналы?
 - А) Сигналы, кодирующие двоичные последовательности символов.
 - Б) Прерывистые во времени сигналы.
 - В) Сигналы, передающие информацию фиксированными порциями.
 - Г) Цифровые сигналы.

3. Какая связь существует между преобразованием Фурье сигнала и спектром сигнала?
 - А) Связывает временное и спектральное представление сигнала.
 - Б) Зависит от спектра сигнала.
 - В) Дает наглядное представление вида сигнала.
 - Г) Является оптическим аналогом спектра.

4. Что такое когерентность сигналов?
 - А) Гармоничность.
 - Б) Согласованное протекание сигналов.
 - В) Непрерывность.
 - Г) Отсутствие резких максимумов.

5. Что характеризуют параметры Стокса?
 - А) Расстояние между отражающими поверхностями.
 - Б) Наличие угловых компонент в упругом рассеянии.
 - В) Коэффициент преломления случайной среды.
 - Г) Поляризацию света.

6. Чем отличаются лазерные источники света от естественных?
 - А) Большой мощностью.
 - Б) Когерентностью и направленностью.
 - В) Малой спектральной шириной.
 - Г) Короткой длительностью.

7. В чем состоит идея быстрого преобразования Фурье?
 - а) В использовании суперкомпьютера.
 - б) В многократном использовании массива комплексных экспонент.
 - в) В использовании специализированного процессора.
 - г) В ускорении вычисления комплексных экспонент.

8. Что такое информационная энтропия?
 - а) Изменение энтропии передающего устройства при его работе.
 - б) Количество информации в сообщении.
 - в) Мера неопределенности данных.
 - г) Мера погрешности при передаче сообщений.

16. Частота спонтанного излучения определяется разностью энергий уровней, отнесенных к:
 - а) постоянной Планка,
 - б) постоянной Больцмана,
 - в) к температуре,
 - г) коэффициенту Эйнштейна.

17. При термодинамическом равновесии населенности энергетических уровней описываются статистикой:
- Больцмана,
 - Максвелла,
 - Бозе-Эйнштейна,
 - Ферми-Дирака.
18. Укажите соотношение де Бройля для свободного движения частицы:
- $E = hv$;
 - $E = mv^2/2$;
 - $E = 3/2 kT$;
 - $E = \omega t$.
19. Укажите фундаментальную проблему оптоинформатики
- дифракционный предел,
 - влияние электромагнитных волн,
 - невозможность параллельной передачи информации,
 - проблема взаимовлияния оптических каналов.
20. Для чего применяется амплитудная фильтрация Фурье-спектра?
- для увеличения контраста мелких деталей,
 - для распознавания объектов,
 - для устранения помех,
 - для восстановления волнового поля.
21. Что является амплитудно-фазовым фильтром в комплексной фильтрации изображения?
- Фурье-голограмма с записанным Фурье-изображением,
 - фрагмент Фурье- спектра,
 - уравнения спектра частот,
 - коррелятор Ван дер Люгта.
22. Устройство голографического способа реализации корреляционного алгоритма распознавания образов. Это:
- голографический коррелятор Ван дер Люгта,
 - амплитудно-фазовый конвертор,
 - транспарант,
 - векторно-матричный множитель.
23. Частота перехода между уровнями попадает в СВЧ диапазон. Это:
- мазер,
 - лазер,
 - СВЧ-резонатор,
 - резонатор Фабри – Перо.
24. Процесс присвоения меток каждому пикселю при распознавании изображения это:
- сегментация,
 - трансформация,
 - очистка энергетического спектра,
 - нумерация.
25. Периодическим изменением какого показателя в пространственном направлении характеризуется структура фотонного кристалла?
- показателем преломления,
 - энергией фотона,
 - модулем Юнга,
 - температурой.
26. Что позволяет сделать оптимальное кодирование?
- получить минимальное по длине сообщение,
 - улучшить канал связи,
 - снизить затраты на передачу информации,
 - изменить энтропию используемого алфавита.
27. В чем преимущество многомодового оптического волокна по сравнению с одномодовым?
- дешевле в изготовлении,

- б) обладает меньшим затуханием сигнала,
- в) имеет большую пропускную способность,
- г) обладает переменным коэффициентом преломления сердцевины.

28. Для чего применяется открытый ключ шифрования?

- а) для шифрования малоценной информации,
- б) для асимметричного шифрования,
- в) для сквозного шифрования,
- г) для отправки сообщений большому числу абонентов.

29. Для чего нужен широкий спектр при передаче сигнала?

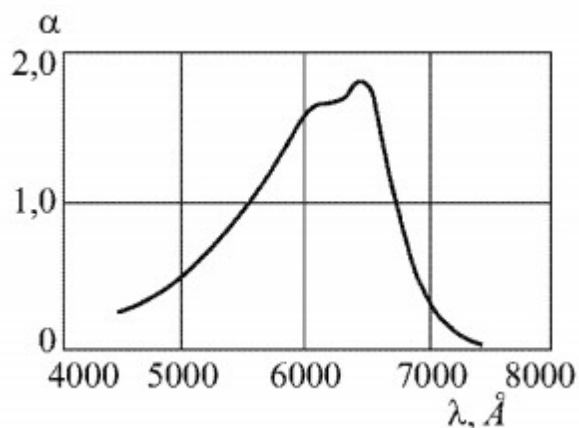
- а) для повышения скорости передачи сигнала,
- б) для улучшения качества сигнала,
- в) для уменьшения мощности передатчика,
- г) для изменения глазковой диаграммы.

30. Что такое экстремальное машинное обучение?

- а) машинное обучение при ограниченных ресурсах,
- б) ускоренные алгоритмы оптимизации,
- в) обучение линейного выхода нелинейной системы, смешивающей входные сигналы,
- г) обучение нейронных сетей при минимальном числе нейронов на скрытых слоях.

Примеры задач для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. Расстояние между зеркалами резонатора $L=0,75$ м. Найти частоты мод резонатора. Выразить ответ в Гц.
2. Гребенка импульсов получается в результате синхронизации 100 мод с частотным шагом $2 \cdot 10^8$ Гц. Найти длительность отдельных импульсов.
3. При определенной интенсивности лазерного излучения в эксперименте наблюдалось 15 гармоник излучения титан-сапфирового лазера. Сколько гармоник будет наблюдаться при увеличении интенсивности в 2 раза. Мишень – газ аргон.
4. Сравнить интенсивность рассеяния красного и синего света мелкими частицами воды с размерами 0,02 длины волны красного света.
5. На рисунке показан спектр полосы поглощения. Пусть на длине волны 5000Å на заданной толщине вещества происходит ослабление света за счет поглощения в 2 раза. Насколько будет ослаблен свет на частоте 6000Å при прохождении того же образца. Достаточно ли информации для полного ответа на вопрос?



6. Источник информации генерирует символы 0, 01, 110, 11 с вероятностями $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8}$. Найти энтропию источника и среднюю длину кода.
7. Задан двоичный источник без памяти с алфавитом $X=\{0,1\}$ и с вероятностями для символов 0 и 1 – $\frac{1}{2}$. Найти энтропию такого источника.

8. Фотон поляризован вертикально. Какова вероятность обнаружить его с поляризацией под углом $\varphi = \pi/4$?

9. Температура газообразного водорода такова, что на первом возбужденном состоянии находится 1/10 от атомов в основном состоянии. Какая доля находится во втором возбужденном состоянии по отношению к основному? Округлить результат до 10^{-3} .

10. Сколько типов сигналов необходимо использовать при равновероятном приеме, если один сигнал несет 3 бита информации?

11. Дан алфавит из трех символов (a, b, c). Вероятность появления букв в тексте равна $p(a) = p(b) = 0.25$, $p(c) = 0.5$. Найти энтропию этого алфавита.

12. Найти производную функции активации искусственного нейрона $f(u) = 1/(1 + \exp(-u))$ в точке $u = 0$.

13. Найти энергию сигнала, представляющего собой отрезок синусоиды

$$s = 0.5 \sin \frac{\pi x}{3}$$

на интервале от $[0, 3]$.

14. Вычислить норму сигнала, представляющего собой отрезок прямой

$$s = \frac{1}{2} x$$

на интервале от $[0, 1]$. Результат округлить до 10^{-3} .

15. Найти энергию сигнала, представляющего собой функцию

$$s = 1 - x$$

на интервале от $[0, 1]$.

16. Найти энергию сигнала, представляющего собой отрезок показательной функции

$$s = \frac{1}{3} e^x$$

на интервале от $[0, 1]$. Результат округлить до 10^{-3} .

17. Найти энергию сигнала, представляющего собой отрезок показательной функции

$$s = 1.5 e^{\frac{x}{5}}$$

на интервале от $[0, 1]$. Результат округлить до 10^{-2} .

Вопросы к экзамену:

1. Непрерывные и дискретные сигналы. Преобразование Фурье и спектральное представление сигналов.
2. Импульсы. Энергия. Когерентность.
3. Поляризация. Способы управления поляризацией. Параметры Стокса.
4. Оптические устройства для генерации и приема информации. Лазерные источники света. Генерация оптических импульсов. Фемтосекундные и аттосекундные импульсы.
5. Временная и пространственная модуляция оптического излучения. Оптические транспаранты.
6. Приемники оптического излучения; их чувствительность и пространственно-временное разрешение.
7. Запись и воспроизведение оптической информации.
8. Распространение световых сигналов. Оптическое поглощение, рассеяние, флуктуации, дисперсия, нелинейность.
9. Оптоволоконные линии связи.
10. Оптические солитоны в оптических линиях связи.
11. Передача сигнала через атмосферу и атмосферные искажения.
12. Энтропия и информация.
13. Принцип Ландауэра.
14. Условная энтропия. Относительная энтропия.
15. Дивергенция Кульбака-Лейблера.
16. Передача информации по каналу. Теоремы Шеннона.

17. Передача непрерывных сигналов. Теорема отсчетов Котельникова.
18. Пропускная способность канала: формула Шеннона для канала с шумом.
19. Криптография. Системы шифрования с открытым ключом на основе эллиптических кривых.
20. Оптические транзисторы и фотонные интегральные схемы.
21. Дифракционное описание оптических полей в пространстве. Двойное преобразование Фурье.
22. Пространственная фильтрация оптических сигналов.
23. Оптические преобразования и вычисления.
24. Принципы голографии.
25. Цифровая голография.
26. Информационная емкость оптических сигналов. Теоремы Габора.
27. Голографическое распознавание образов. Ассоциативная голографическая память.
28. Динамическая голография.
29. Принципы машинного обучения. Искусственные нейронные сети.
30. Распознавание образов. Применение искусственных нейронных сетей для фильтрации сигналов (автокодировщики).
31. Оптические нейронные сети.
32. Резервуарные компьютеры.
33. Оптическое резервуарное машинное обучение.
34. Экстремальное машинное обучение.