

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

УТВЕРЖДАЮЮ  
Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопией  
 (Овчинников О.В.)  
подпись, расшифровка подписи

05.06.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.33 Основы оптоинформатики

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки: 12.03.03. Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки: Фотоника и оптоинформатика
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы: Головинский Павел Абрамович, доктор физико-математических наук, профессор
7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 04.06.2025 г.
8. Учебный год: 2027 /2028 Семестр(-ы): 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* формирование у студентов знаний об интенсивно развивающихся и новых направлениях оптических систем передачи, хранения и обработки информации, понимания процессов разработки, проектирования и эксплуатации новых материалов, технологий, приборов и устройств, передачи, хранения и обработки информации на основе оптических технологий.

### *Задачи учебной дисциплины:*

- изучить основные тенденции и направления развития оптоинформатики, оптического материаловедения и оптических технологий, методы и принципы оптико-физических измерений и исследований устройств оптоинформатики, принципы построения и работы систем оптической передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации;

- научиться проводить расчеты основных характеристик и выбирать оптимальные режимы работы фотоприемников при решении задач оптоинформатики, применять оптические средства отображения информации;

- научиться выделять причинно-следственные взаимосвязи в типовых задачах оптоинформатики, обосновывать качественное модельное описание указанных взаимосвязей и схему экспериментального исследования;

- овладеть терминологией в предметной области оптоинформатики, практическими методиками выбора источника излучения, методиками расчетов характеристик технических средств отображения информации, навыками работы с оптическими элементами и устройствами.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: обязательная часть блока Б1.

## 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики	ОПК-1.3	Применяет общинженерные знания в инженерной деятельности	<b>Знать:</b> принципы применения общинженерных знаний в инженерной деятельности. <b>Уметь:</b> применять общинженерные знания в инженерной деятельности <b>Владеть:</b> общинженерными знаниями в инженерной деятельности
ОПК-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики измерений в системах и устройствах	ОПК-3.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	<b>Знать:</b> современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений. <b>Уметь:</b> проводить экспериментальные исследования и измерения на современном оборудовании. <b>Владеть:</b> навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения

	фотоники и оптоинформатики			экспериментальных исследований и измерений
		ОПК-3.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	<b>Знать:</b> принципы обработки экспериментальных данных. <b>Уметь:</b> представлять полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов. <b>Владеть:</b> навыками работы с экспериментальными данными.
ПК-7	Способен проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства приборов и исследование параметров наноструктурных материалов в соответствии с утвержденной методикой	ПК-7.1	Организует и контролирует экспериментальные проверки разработанных технологических процессов	<b>Знать:</b> принципы контроля экспериментальных проверок технологических процессов. <b>Уметь:</b> организовывать проведение экспериментальной проверки разработанных технологических процессов. <b>Владеть:</b> владеть навыками организации проверки технологических процессов.
		ПК-7.2	Разрабатывает программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов	<b>Знать:</b> утвержденную методику проверки технологических процессов. <b>Уметь:</b> разрабатывать программы проведения экспериментов. <b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки.
		ПК-7.3	Составляет перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов	<b>Знать:</b> перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов. <b>Уметь:</b> составлять перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов. <b>Владеть:</b> навыками составления перечня параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) — 5/180.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

### 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 8
Аудиторные занятия	64	64
в том числе:	лекции	38
	практические	26

	лабораторные		
Самостоятельная работа		80	80
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет, экзамен</i>		36	36
Итого:		180	180

### 13.1 Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение.	Пути развития информационных технологий. Пределы электронной техники и их преодоление на основе оптических альтернатив. Предел Бремермана, предельный объем памяти в физической системе, предел Бекенштейна. Физические и технические пределы по потребляемой мощности элементарной электронной логической ячейки. Энергетические затраты при передаче информации. Спектры и энергия сигналов.
1.2	Источники излучения для оптоинформатики.	Принципы работы полупроводниковых лазеров. Лазеры на гетероструктурах. Лазеры и усилители на основе квантово-размерных эффектов. Вертикально-излучающие полупроводниковые лазеры. Волоконные лазеры и усилители. Планарные лазеры и усилители.
1.3	Передача информации в оптических линиях связи.	Спектральное и временное уплотнение информационных потоков. Элементная база оптических линий связи. Передача оптических сигналов в атмосфере и космосе.
1.4	Оптическая запись, хранение и считывание информации.	Энтропия и информация. Локальная и распределенная запись информации. Оптические дисковые системы записи и хранения информации. Магнитооптические технологии. Голографические технологии. Регистрирующие среды и механизмы записи. Быстродействие, считывание информации в реальном времени - динамическая голография. Ассоциативная голографическая память.
1.5	Системы оптической обработки информации.	Аналоговые оптические вычисления. Фурье-голография. Голографическая коммутация. Мультиплексирование и демультиплексирование сигналов. Оптическая би- и мультистабильность. Оптические логические элементы, основные принципы. Полностью оптическая логическая ячейка на основе нелинейного интерферометра. Оптический транзистор. Цифровая оптическая обработка сигналов.
1.6	Оптические вычисления.	Оптический компьютер. Технологии создания и перспективы применения. Основные методы вычислений, производимых в аналоговых оптических компьютерах, с использованием законов оптики. Когерентный аналоговый оптический процессор, использующий методы пространственной фильтрации. Использование дифракционной оптики для выполнения математических операций.
1.7	Квантовая криптография и квантовые вычисления.	Введение в криптографические системы защиты информации (КСЗИ). Симметричные КСЗИ. Асимметричные КСЗИ. Управление криптографическими ключами. Электронные (цифровые) подписи и криптографические протоколы. Перспективы использования и ограничения квантовой криптографии и квантовых вычислений. Квантовый компьютер.
1.8	Самоорганизация в оптике. Системы искусственного интеллекта.	Когерентно-оптические системы распознавания образов. Оптические нейронные сети. Оптические системы нечеткой и нейро-нечеткой логики. Голографическая парадигма в искусственном интеллекте. Реализация принципов информатики мозга методами оптоинформатики.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Введение.	Практическое занятие по теме: «Пределы электронной техники и их преодоление на основе оптических альтернатив».
2.2	Источники излучения для оптоинформатики.	Практические занятия по теме: «Источники излучения для оптоинформатики».
2.3	Передача информации в оптических линиях связи.	Практические занятия по теме: «Передача оптических сигналов в атмосфере и космосе».

2.4	Оптическая запись, хранение и считывание информации.	Практические занятия по теме: «Оптическая запись, хранение и считывание информации»
2.5	Системы оптической обработки информации.	Практические занятия по теме: «Системы оптической обработки информации».
2.6	Оптические вычисления.	Практические занятия по теме: «Использование дифракционной оптики для выполнения математических операций».
2.7	Квантовая криптография и квантовые вычисления.	Практические занятия по теме: «Квантовая криптография и квантовые вычисления».
2.8	Самоорганизация в оптике. Системы искусственного интеллекта.	Практические занятия по теме: «Когерентно-оптические системы распознавания образов».

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1.	Введение.	2	2	0	10	4	18
2.	Источники излучения для оптоинформатики.	6	4	0	10	4	24
3.	Передача информации в оптических линиях связи.	6	5	0	10	4	25
4.	Оптическая запись, хранение и считывание информации.	5	3	0	10	4	22
5.	Системы оптической обработки информации.	5	3	0	10	5	23
6.	Оптические вычисления.	5	3	0	10	5	23
7.	Квантовая криптография и квантовые вычисления.	5	3	0	10	5	23
8.	Самоорганизация в оптике. Системы искусственного интеллекта.	4	3	0	10	5	22
	Итого	38	26		80	36	180

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Работа с текстом конспекта лекции.
- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка докладов.
- Подготовка к практическим занятиям, оформление отчетов.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Салех, Б.Е.А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие] : [в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Деврова. — Долгопрудный : Изд. Дом "Интеллект" — 2012. — 759 с. (14 экземпляров)
2.	Кручинин, В.В. Компьютерные технологии в научных исследованиях и индустрии фотоники и оптоинформатики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Кручинин - М. : ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. - 31 с. <a href="http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=11373">http://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=11373</a>
3.	Якушенков, Ю.Г. Двух- и многодиапазонные оптико- электронные системы с матричными излучениями / Ю.Г. Якушенков, В.В. Тарасов. - М. : Логос, 2007. - 192 с. <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=84746">https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&amp;id=84746</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Звягин, В.Ф. Параллельные вычисления в оптике и оптоинформатике: Учебное пособие / В.Ф. Звягин, С.В. Фёдоров - СПб. : СПбГУ ИТМО, 2009. - 109 с. <a href="http://window.edu.ru/resource/359/66359">http://window.edu.ru/resource/359/66359</a> .
5.	Епифанов, Георгий Иванович. Твердотельная электроника : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Радиофизика и электроника" / Г.И. Епифанов, Ю.А. Мома .— М. : Высшая школа, 1986 .— 303,[1] с. : ил., табл. (16 экземпляров)
6.	Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/684">http://e.lanbook.com/book/684</a>
7.	Шандаров, С.М. Физические основы квантовой электроники и фотоники. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2012. — 47 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/10867">http://e.lanbook.com/book/10867</a>
8.	Богатырева, В.В. Оптические методы обработки информации. [Электронный ресурс] / В.В. Богатырева, А.Л. Дмитриев. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2005. — 46 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/40801">http://e.lanbook.com/book/40801</a>

Контингент 6 чел.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интернет
9.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
10.	ЭБС "Издательства "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
11.	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru">https://biblioclub.lib.vsu.ru</a>
12.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>

## 16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы:

№ п/п	Источник
1	<u>Учебно-методические указания к практическим занятиям дисциплины "Основы оптоинформатики".</u>
2	<u>Электронный учебный курс "Основы оптоинформатики".</u>

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

В учебном процессе используются следующие 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 др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

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

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

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

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100\*200. Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acsmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acsmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019

Single OLV NL Each Academic Edition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1.3. Применяет общеинженерные знания в инженерной деятельности	<b>Знать:</b> принципы применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности. <b>Уметь:</b> применять общеинженерные знания в инженерной деятельности <b>Владеть:</b> общеинженерными знаниями в инженерной деятельности	Все разделы	КИМ
ОПК-3.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	<b>Знать:</b> современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений. <b>Уметь:</b> проводить экспериментальные исследования и измерения на современном оборудовании. <b>Владеть:</b> навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений	Все разделы	КИМ
ОПК-3.2. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	<b>Знать:</b> принципы обработки экспериментальных данных. <b>Уметь:</b> представлять полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов. <b>Владеть:</b> навыками работы с экспериментальными данными.	Все разделы	КИМ
ПК-7.1. Организует и контролирует экспериментальные проверки разработанных технологических процессов	<b>Знать:</b> принципы контроля экспериментальных проверок технологических процессов. <b>Уметь:</b> организовывать проведение экспериментальной проверки разработанных технологических процессов. <b>Владеть:</b> владеть навыками организации проверки технологических процессов.	Все разделы	КИМ

ПК-7.2. Разрабатывает программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов	<b>Знать:</b> утвержденную методику проверки технологических процессов. <b>Уметь:</b> разрабатывать программы проведения экспериментов. <b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки.	Все разделы	КИМ
ПК-7.3. Составляет перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов	<b>Знать:</b> перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов. <b>Уметь:</b> составлять перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов. <b>Владеть:</b> навыками составления перечня параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов.	Все разделы	КИМ
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен			КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторных работ; оценки результатов практической деятельности (решение задач, работа на семинарах). Критерии оценивания приведены ниже. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Для оценивания результатов обучения на экзамене учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами волновых явлений;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований в оптоинформатике;
- 4) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов
- 5) владение понятийным аппаратом и умение применять теоретические знания для решения практических задач.

**Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление о теоретических основах, допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

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

#### **19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:**

1. Оптический компьютер. Технологии создания и перспективы применения.
2. Реализация принципов информатики мозга методами оптоинформатики.
3. Основные методы аналоговых вычислений, производимых в аналоговых оптических компьютерах.
4. Оптические нейронные сети.
5. Симметричные криптографические системы защиты информации.
6. Оптические системы нечеткой логики.
7. Асимметричные криптографические системы защиты информации.
8. Голографическая парадигма в искусственном интеллекте.
9. Когерентно-оптические системы распознавания образов.
10. Приемники оптического излучения на основе полупроводниковых диодов.
11. Перспективы использования и ограничения квантовой криптографии и квантовых вычислений.
12. Когерентный аналоговый оптический процессор, использующий методы пространственной фильтрации.
13. Принципы работы полупроводниковых лазеров.
14. Лазеры на гетероструктурах.
15. Лазеры и усилители на основе квантово-размерных эффектов.
16. Вертикально-излучающие полупроводниковые лазеры.
17. Волоконные лазеры и усилители.
18. Планарные лазеры и усилители.
19. Спектральное и временное уплотнение информационных потоков.
20. Элементная база оптических линий связи.
21. Передача оптических сигналов в атмосфере и космосе.
22. Локальная и распределенная запись информации.
23. Оптические дисковые системы записи и хранения информации.
24. Магнитооптические технологии.

25. Голографические технологии.
26. Регистрирующие среды и механизмы записи.
27. Быстродействие, считывание информации в реальном времени - динамическая голография.
28. Ассоциативная голографическая память.
29. Принципы квантовых вычислений.
30. Биты и кубиты.
31. Квантовое распределение ключей.

### 19.3.2 Темы рефератов

1. Векторно-матричный множитель – простейший оптический процессор.
2. Использование дифракционной оптики для выполнения математических операций.
3. Перспективы использования квантовой криптографии.
4. Ограничения квантовой криптографии.
5. Голографическая парадигма в искусственном интеллекте.
6. Ограничения классических компьютерных технологий.
7. Квантовый компьютер - современное состояние квантовых вычислений.
8. ЯМР-компьютеры.
9. Компьютеры на квантовых точках.
10. Компьютеры на ионных ловушках.
13. Квантовый компьютер.
14. Использование дифракционной оптики для выполнения математических операций.
15. Управление криптографическими ключами.
16. Оптический компьютер. Технологии создания и перспективы применения.
17. Электронные (цифровые) подписи и криптографические протоколы.
18. Оптические системы нейро-нечеткой логики.

### 19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

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

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); тестирования; оценки результатов практической деятельности. Критерии оценивания приведены выше.

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей, которая проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса; тестирования; оценки результатов практической деятельности (решение задач, работа на семинарах).

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используется качественная шкала оценок.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Выполнение тестовых заданий по разделам дисциплины и решение практических задач (не менее 50%). Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>аттестован</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	-	<i>неаттестован</i>

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: тестовые задания и практические задачи. Пример КИМ для текущей аттестации:

Тестовые задания:

Тестовые вопросы без ответов

1. Что такое преобразование Фурье и спектральное представление сигналов?
2. Что такое когерентность?
3. Что такое поляризация?
4. Что такое оптические лазерные источники света?
5. Что такое фемтосекундные и аттосекундные импульсы?
6. Что такое оптические транспаранты?
7. Что такое пространственно-временное разрешение?
8. Что такое оптическая нелинейность?
9. Что такое оптоволоконные линии связи?
10. Что такое оптические солитоны?
11. Что такое атмосферные искажения?
12. Что такое информационная энтропия?
13. Что такое поляризация света?
14. Что такое оптическое волокно?
15. Что такое ультракороткий оптический импульс?
16. Что такое кодирование сигнала?
17. Что такое пропускная способность информационного канала?
18. Что такое криптография?
19. Что такое системы шифрования с открытым ключом?
20. Что такое оптические транзисторы?
21. Что такое двойное преобразование Фурье?
22. Что такое оптические преобразования и вычисления?
23. Что такое цифровая голография?
24. Что такое ассоциативная голографическая память?
25. Что такое динамическая голография?
26. Что такое искусственные нейронные сети?
27. Что такое оптические нейронные сети?
28. Что такое квантовый компьютер?
29. Что такое оптическое машинное обучение?
30. Что такое обучение с учителем в машинном обучении?

Тестовые задания с вариантами ответов:

1. Частота спонтанного излучения определяется разностью энергий уровней, отнесенных к: а) постоянной Планка, б) постоянной Больцмана в) к температуре г) к коэффициенту Эйнштейна
2. При термодинамическом равновесии населенности энергетических уровней описываются статистикой: а) Больцмана, б) Максвелла, в) Бозе-Эйнштейна, г) Ферми-Дирака
3. Укажите соотношение де Бройля для свободного движения частицы: а)  $E = h\nu$ ; б)  $E = mv^2/2$ ; в)  $E = 3/2 kT$ ; г)  $E = \omega t$ .
4. Укажите фундаментальную проблему оптоинформатики а) дифракционный предел, б) влияние электромагнитных волн, в) невозможность параллельной передачи информации, г) проблема взаимовлияния оптических каналов
5. Для чего применяется амплитудная фильтрация Фурье-спектра? а) для увеличения контраста мелких деталей, б) для распознавания объектов, в) для упрощения математической обработки, г) для восстановления волнового поля
6. 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
7. 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
8. Частота перехода между уровнями попадает в СВЧ диапазон. Это: а) мазер, б) лазер, в) СВЧ-резонатор, г) резонатор Фабри – Перо
9. Процесс присвоения меток каждому пикселю при распознавании изображения это: а) сегментация, б) трансформация, в) очистка энергетического спектра, г) нумерация

10. Периодическим изменением какого показателя в пространственном направлении характеризуется структура фотонного кристалла? а) показателем преломления, б) энергией фотона, в) модулем Юнга, г) температурой
11. Что позволяет сделать оптимальное кодирование? а) получить минимальное по длине сообщение, в) улучшить канал связи, г) снизить затраты на передачу информации
12. В чем преимущество многомодового оптического волокна по сравнению с одномодовым? а) дешевле в изготовлении, б) обладает меньшим затуханием сигнала, г) имеет большую пропускную способность
13. Для чего применяется открытый ключ шифрования? а) для шифрования малоценной информации, б) для асимметричного шифрования, г) для отправки сообщений большому числу абонентов
14. Для чего нужен широкий спектр при передаче сигнала? а) для повышения скорости передачи сигнала, б) для улучшения качества сигнала, г) для уменьшения мощности передатчика
15. Что такое экстремальное машинное обучение? а) машинное обучение при ограниченных ресурсах, б) ускоренные алгоритмы оптимизации, в) обучение линейного выхода нелинейной системы, смешивающей входные сигналы.

Примеры практических задач:

Пример 1. Разложить функцию

$$f(x) = x + 1$$

в ряд Фурье на промежутке  $[-\pi, \pi]$ . Построить график суммы и частичной суммы  $S_2$ .

Пример 2. Дана функция

$$f(x) = |x|$$

Требуется: разложить функцию в ряд Фурье с периодом  $T=2l$ , где  $l$  – произвольное положительное число.

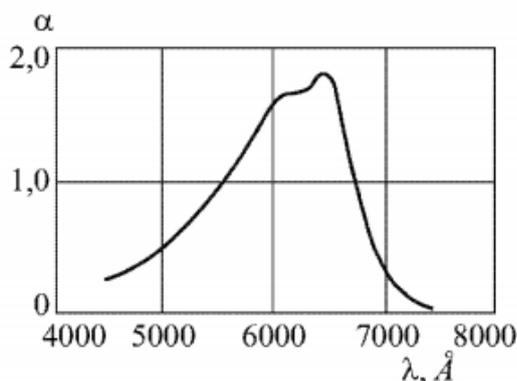
Пример 3. Расстояние между зеркалами резонатора  $L=0,75$  м. Найти частоты мод резонатора. Выразить ответ в Гц.

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

Пример 5. 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.

Пример 6. Сравнить интенсивность рассеяния красного и синего света мелкими частицами воды с размерами 0,02 длины волны красного света.

Пример 7. 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?



Пример 8. 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.

Пример 9. 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.

Пример 10. При каком значении  $p$  энтропия двоичного источника достигает максимума? Чему равен этот максимум?

Пример 10. Найти энергию электрона, заключенного в одномерную потенциальную яму бесконечной высоты с шириной  $a$ .

Пример 11. Фотон поляризован вертикально. Какова вероятность обнаружить его с поляризацией под углом  $\varphi = \pi/4$ ?

Пример 12. 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?

Пример 13. А и Б хотят создать общий секретный ключ, используя алгоритм Диффи-Хеллмана. Они выбирают общие параметры: *основание*  $g=5$  и *большое простое число*  $p=23$ . Вычислить секретный ключ.

Пример 14. Зашифровать и расшифровать сообщение "CAB" по алгоритму RSA, выбирая  $p=3$  and  $q=11$ .

Пример 15. Найти производную функции активации искусственного нейрона  $f(u) = 1/(1 + \exp(-u))$ .