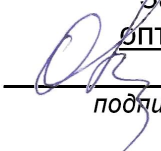


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

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

14.06.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.04 Оптоинформатика

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки/ специализация/ магистерская программа:

Материалы и устройства фотоники и оптоинформатики

3. Квалификация (степень) выпускника:

Высшее образование (магистр)

4. Форма образования:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы:

Головинский П.А.  
доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 13.06.2024

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)*

8. Учебный год: 2024 /2025 Семестр(-ы): 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

Оптоинформатика – 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. Оптоинформатика ориентирована на интеграцию оптических, информационных и телекоммуникационных технологий.

Основная цель преподавания дисциплины – получение магистрантами базовых теоретических знаний и практических навыков, позволяющих проводить моделирование систем связи и обработки информации, а также телекоммуникационных систем с использованием современных оптических технологий.

*Задачи учебной дисциплины:*

- получение глубоких знаний по оптической физике и оптической информатике, оптическому материаловедению, функциональным устройствам и системам оптоинформатики, технологиям фотоники;
- получение базовых теоретических знаний и практических навыков, позволяющих проводить моделирование систем связи и обработки информации;
- получение базовых теоретических знаний и практических навыков, позволяющих проводить моделирование телекоммуникационных систем с использованием современных оптических технологий;
- изучение современных средств миниатюризация и интеграция оптических элементов и устройств;
- изучение возможностей создания многофункциональных оптических материалов и систем;
- изучение методов перевода аналоговых оптических устройств в цифровые;
- исследование возможностей разработки компьютерной техники нового поколения.

## 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-2	Способен организовывать проведение научного исследования и разработку новых оптических систем и технологий, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и фотонных исследований	ОПК-2.1	Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы исследований и разработки оптических материалов и устройств фотоники и оптоинформатики	<b>Знать:</b> Определение и классификация сигналов. Оптические устройства для генерации и приема информации. Запись и воспроизведение оптической информации. Распространение световых сигналов. Энтропия и информация. Криптография. Оптические транзисторы и фотонные интегральные схемы. Принципы голографии. Принципы машинного обучения <b>Уметь:</b> выявлять естественнонаучную сущность проблемы исследований <b>Владеть:</b> методами разработки оптических материалов и устройств фотоники и оптоинформатики
		ОПК-2.2	Формулирует задачи, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора и методов защиты интеллектуальной деятельности при исследованиях и создании материалов и устройств фотоники и оптоинформатики	<b>Знать:</b> методы защиты интеллектуальной деятельности при исследованиях и создании материалов и устройств фотоники и оптоинформатики <b>Уметь:</b> формулировать задачи, определять пути их решения при исследованиях и создании материалов и устройств фотоники и оптоинформатики <b>Владеть:</b> методами защиты интеллектуальной деятельности

ОПК-3	Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1	Приобретает и использует новые знания в фотонике и оптоинформатике	<p><b>Знать:</b> современное состояние и перспективы развития фотоники и оптоинформатики</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать информацию при помощи интернет- и телекоммуникационных ресурсов</p> <p><b>Владеть:</b> навыками систематизации и внедрения новых знаний в фотонике и оптоинформатике</p>
		ОПК-3.2	Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач на основе технологий, разрабатываемых в фотонике и оптоинформатике	<p><b>Знать:</b> новые идеи и подходы к решению инженерных задач на основе технологий, разрабатываемых в фотонике и оптоинформатике</p> <p><b>Уметь:</b> применять технологии, разрабатываемые в фотонике и оптоинформатике для решения инженерных задач</p> <p><b>Владеть:</b> общеинженерными знаниями в инженерной деятельности</p>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3 / 108.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен

## 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	Семестр 1
Аудиторные занятия		108	108
в том числе:	лекции	30	30
	практические	14	14
	лабораторные		
Самостоятельная работа		28	28
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет, экзамен</i>		36	36
Итого:		108	108

### 13.1 Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
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.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Оптические сигналы	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. ч.
2.6	Оптическое машинное обучение	Резервуарные вычисления.

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

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Сам. работа	Контроль	
1.	Оптические сигналы	4	2		4		10
2.	Оптическая связь	6			4		10
3.	Классическая информация	6	4		6		16
4.	Оптические устройства обработки информации	4	4		4		12
5.	Голография	4	2		4		10
6.	Оптическое машинное обучение	6	2		6		14
	Итого	30	14		28	36	108

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

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: прочесть конспект лекции по теме, изучить рекомендованную литературу; разобрать примеры решения задач; проверить свои знания, отвечая на вопросы для самопроверки; если встретятся незнакомые термины, обязательно обратиться к словарю и зафиксировать их в тетради; при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.
- 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 активно 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.	Беспалов, В. Г. Основы оптоинформатики : учебное пособие / В. Г. Беспалов. – СПб: НИУ ИТМО. – Часть I: Информационные технологии – от электронного к оптическому компьютеру. – 2006. – 52 с.
2.	Берикашвили В.Ш. Когерентная оптика и оптическая обработка информации. М.: Инфа-М, 2022. – 306 с.
3.	Бурков А. Машинное обучение без лишних слов. СПб: Питер, 2020. – 192 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Харкевич А.А. Спектры и анализ. М.: ЛКИ, 2007. – 240 с.
5.	Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж., Агулло-Руеда Ф.: Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. М.: Техносфера, 2009. – 368 с.
6.	Brunner D., Soriano M. C. and Van der Sande G. Photonic Reservoir Computing: Optical Recurrent Neural Networks, Berlin, Boston: De Gruyter, 2019. <a href="https://doi.org/10.1515/9783110583496">https://doi.org/10.1515/9783110583496</a>
7.	АХМАНОВ С. А., НИКИТИН С. Ю. Физическая оптика: Учебник — М.: Изд-во Моек, ун-та, 1998. – 656 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурсы Интернет
8.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru – <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
9.	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
10.	ЭБС Лань – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
11.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
12.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
13.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – <a href="http://rucont.ru">http://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)

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:

Учебная аудитория (ауд. 428): специализированная мебель, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ» 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, этаж – 4, пом. 126,

Учебная аудитория (ауд. 335): специализированная мебель 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, этаж – 3, пом. 128

Учебная аудитория (ауд. 129): специализированная мебель 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, этаж – 1, пом. 141

## 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	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Тестовые задания Практические задачи
2.	Оптическая связь	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Тестовые задания Практические задачи
3.	Классическая информация	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Тестовые задания Практические задачи
4.	Оптические устройства обработки информации	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Тестовые задания Практические задачи
5.	Голография	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Тестовые задания Практические задачи
6.	Оптическое машинное обучение	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Тестовые задания Практические задачи
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				КИМ (Теоретический вопрос+тест + практическая задача)

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

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

Тестовые задания:

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) Сигнал, кодирующий двоичные последовательности символов.
  - Б) Прерывистый во времени сигнал.
  - 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.  
 В) Непрерывность.  
 Г) Отсутствие резких максимумов.
5. Что такое поляризация света?  
 А) Упорядоченные колебания светового луча.  
 Б) Наличие в световом луче колебаний кратной частоты.  
 В) Упорядоченные колебания вектора напряженности поля.  
 Г) Воздействие света на диэлектрик.

#### Практические задачи

1. Разложить функцию

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

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

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

- Требуется: разложить функцию в ряд Фурье с периодом  $T=2l$ , где  $l$  – произвольное положительное число.
3. Расстояние между зеркалами резонатора  $L=0,75$  м. Найти частоты мод резонатора. Выразить ответ в Гц.
4. Гребенка импульсов получается в результате синхронизации 100 мод с частотным шагом  $2 \cdot 10^8$  Гц. Найти длительность отдельных импульсов.
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.

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).

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>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	<i>аттестован</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	-	<i>не аттестован</i>



## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: теоретические вопросы, тесты, практические задачи.

### Вопросы:

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.

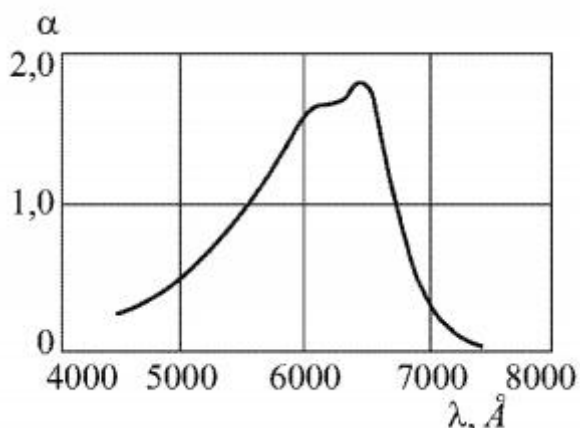
### Примеры тестовых заданий:

1. Что характеризуют параметры Стокса?
  - А) Расстояние между отражающими поверхностями.
  - Б) Наличие угловых компонент в упруго рассеянии.
  - В) Коэффициент преломления случайной среды.
  - Г) Поляризацию света.
2. Чем отличаются лазерные источники света от естественных?
  - А) Большой мощностью.
  - Б) Когерентностью и направленностью.
  - В) Малой спектральной шириной.
  - Г) Короткой длительностью.
3. За счет чего формируются ультракороткие импульсы?
  - А) За счет использования качественных резонаторов.
  - Б) За счет синхронизации мод.
  - В) За счет прохождения импульса через среду.
  - Г) За счет параметрического рассеяния света.
4. 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.
5. В чем состоит принцип Ландауэра?
  - А) Работа при переносе электрона в наноструктуре.
  - Б) Определяет минимальное тепло при стирании информации.
  - В) Ограничение на скорость записи информации.
  - Г) Максимальна плотность хранения информации.
6. Что дает теорема Котельникова?
  - А) Связь между интервалом передаваемых частот и расстояниями между импульсами передаваемого сообщения.
  - Б) Количество отсчетов в спектральном интервале.
  - В) Связь между длительностями импульсов и их формой.
  - Г) Возможность кодирования сложных сигналов.
7. Что такое пропускная способность канала?
  - А) Возможность канала передавать определенные виды информации.
  - Б) Количество информации, передаваемое по каналу без искажения.
  - В) Зависимость информационного канала от физической среды.
  - Г) Термодинамические ограничения на работу канала.
8. 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 экспонент.
9. Что утверждает теорема Габора?
  - А) Описывает размеры голограммы.
  - Б) Информационная емкость оптической системы.
  - В) Накладывает ограничения на оптический спектр передаваемой информации.
  - Г) Определяет поле в дальней зоне через поле в ближней зоне.
10. Что такое машинное обучение?
  - А) Обучение машин.
  - Б) Методы определения коэффициентов математических моделей обработки данных.
  - В) Обучение при помощи машин.
  - Г) Обучение с использованием компьютеров.

Примеры практических задач:

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

2. На рисунке показан спектр полосы поглощения. Пусть на длине волны  $5000\text{Å}$  на заданной толщине вещества происходит ослабление света за счет поглощения в 2 раза. Насколько будет ослаблен свет на частоте  $6000\text{Å}$  при прохождении того же образца. Достаточно ли информации для полного ответа на вопрос?



3. 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.

4. 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.

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

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 и практических занятий. Полный правильный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Правильные 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>Неудовлетворительно</i>