



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Крайнова Г.С.

« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
физики низкоразмерных структур

  
Саранин А.А.

« 19 » сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методы обработки оптической информации

**Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 8  
лекции 22 час.  
практические занятия    час.  
лабораторные работы 44 час.  
в том числе с использованием МАО лек.    /пр.    /лаб. 20 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 66 час.  
в том числе с использованием МАО 20 час.  
в том числе контролируемая самостоятельная работа    час.  
в том числе в электронной форме    час.  
самостоятельная работа 78 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
контрольные работы (количество) 7  
курсовая работа / курсовой проект    семестр  
зачет    семестр  
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ДВФУ № ОС-11.03.04-16/1-2016.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой Саранин А.А.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Бурундуков А.С.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and Nanoelectronics**

**Course title: Fundamental structures of matter and information and methods of optical information processing**

**Variable part of Block, 4 credits**

**Instructor:** A.S. Burundukov, Cand. of Phys. and math., associate Professor of the General and experimental physics department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

**Learning outcomes:**

GPC-7 ability to take into account modern trends in the development of electronics, measuring and computer technology, information technology in their professional activities;

SPC-2 ability to reasonably choose and implement in practice an effective method of experimental study of parameters and characteristics of devices, circuits, devices and installations of electronics and nanoelectronics for various functional purposes.

**Course description:** study of the most important physical phenomena and laws underlying the methods of optical information processing; formation of students' clear ideas about the basic concepts and modern methods of processing optical information, the ability and skills of calculation, experimental research and the use of basic methods and means of analog and digital computer processing of optical information; knowledge of pattern recognition algorithms, principles of operation of optical logic devices based on optical bistability; knowledge of the structure of optical computers and architecture of holographic memory systems.

**Main course literature:**

1. Dubnishhev Yu.N. Theory and transformation of signals in optical systems  
SPb: Lan, 2011. – 365 p.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=698](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=698)

2. Golovashkin D.L., Doskolovich L.L. Diffraction computer optics. – M. : Fizmatlit, 2007. – 735 p.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2327](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2327)

3. Basarab M.A. et al. Digital signal and image processing in radiophysical M. : Fizmatlit, 2007. – 544 p.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2215](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2215)

**Form of final knowledge control: pass.**

## **Аннотация дисциплины**

### **«Методы обработки оптической информации»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Методы обработки оптической информации» разработана для студентов 4 курса по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями ОС ВО ДВФУ по данному направлению.

Дисциплина «Методы обработки оптической информации» входит в дисциплины по выбору вариативной части образовательной программы.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (22 часа), лабораторные работы (44 часа) самостоятельная работа студента (78 час., в том числе 36 час. на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 8 семестре.

**Цель:** изучение важнейших физических явлений и закономерностей, лежащих в основе методов обработки оптической информации, формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и современных методиках обработки оптической информации, умения и навыков расчета, экспериментального исследования и применения основных методов и средств аналоговой и цифровой компьютерной обработки оптической информации.

,алгоритмами распознавания образов, принципами работы оптических логических устройств на основе оптической бистабильности, структурой оптических компьютеров и архитектурой голографических систем памяти, овладение научными методами, призванными способствовать творческому решению фундаментальных и прикладных проблем.

#### **Задачи:**

– формирование у студентов знаний: о способах представления и обработки оптической информации;

– формирование у студентов умения применять научные методы, призванные способствовать творческому решению фундаментальных и прикладных проблем;

– формирование у студентов умения выбирать для конкретной задачи метод и средства обработки, составить программу обработки и выполнить обработку данных и получить конечный результат;

Для успешного изучения дисциплины «Методы обработки оптической информации» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

– способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-7, способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	основные области применения методов обработки оптической информации
	Умеет	выявлять современные тенденции применения методов обработки оптической информации
	Владеет	навыками применения методов обработки оптической информации
ПК-2, способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем,	Знает	методы экспериментального исследования основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации
	Умеет	экспериментально определять основные параметры и характеристики оптических систем обработки информации
	Владеет	навыками экспериментального исследования основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации.

устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения		
--	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Методы обработки оптической информации» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: мозговой штурм, дискуссия.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лекции (22 часов)**

#### **Раздел I. Аналоговая обработка оптической информации (6 час.)**

##### **Тема 1. Виды обработки оптической информации (2 час)**

Предмет, цель и содержание дисциплины «Методы обработки оптической информации». Задачи обработки оптической информации. Виды обработки. Аналоговая и цифровая обработка оптической информации. Когерентная обработка оптической информации и голография. Принципы голографии. Основные оптические схемы.

##### **Тема 2. Анализ пространственно-частотной структуры изображений. Методы пространственной фильтрации и распознавание образов (2 час)**

Пространственно-частотный анализ изображений в схеме с наклонной опорной волной. Структура восстановленного поля. Голография Фурье. Оптические системы, выполняющие преобразование Фурье. Действие астигматической оптической системы. Голография Фурье-Фраунгофера и Фурье-Френеля: схемы регистрации и восстановления, структура изображений. Характеристики регистрирующих материалов. Модуляционно-передаточная функция. Влияние частотно-контрастной характеристики

фотоматериалов на качество изображения. Плоские и объемные голограммы. Основы аналоговой обработки оптической информации. Оптическая система как фильтр пространственных частот. Методы пространственной фильтрации. Многоканальный оптический анализатор спектра. Реализация операции свертки оптических сигналов. Когерентный аналоговый оптический процессор. Согласованная фильтрация. Распознавание образов и выделение сигналов на фоне помех. Изготовление фильтров.

### **Тема 3. Передача изображений на фоне помех (2 час. )**

Выделение сигнала на фоне помех методом автокорреляции. Метод производной при распознавании одномерных и двумерных образов. Передача изображений через искажающую среду. Выполнение математических операций оптическими методами: операций амплитудного умножения, деления, сложения, вычитания, дифференцирования и интегрирования функций. Когерентная оптическая обработка с использованием обратной связи.

## **Раздел II. Цифровая обработка оптической информации (16 часов)**

### **Тема 4. Голографические методы (4 часа)**

Цифровая обработка сигналов в оптических системах. Голографический способ записи цифровой информации. Голографические и оптические запоминающие устройства (ОГЗУ). Схема ОГЗУ с адресуемым лазерным лучом. Массовые ГЗУ. Архивные ГЗУ. Основные характеристики ГЗУ – плотность хранения информации, емкость блока памяти, быстродействие.

### **Тема 5. Теоретические основы цифровой обработки изображений. Квантование изображений (2 часа)**

Представление непрерывных изображений. Сингулярный оператор, линейные операторы, дифференциальные операторы. Двумерное преобразование Фурье. Статистическое описание двумерных изображений. Дискретизация изображений; вопросы восстановления исходного изображения по результату его дискретизации. Дискретное преобразование

Фурье, быстрое преобразование Фурье. Преобразования Адамара, Хаара,  $z$  - преобразование. Вейвлет – преобразование. Критерии качества изображений. Субъективное оценивание качества изображений. Метрики светлоты и цвета. Верность воспроизведения изображений. Энтропия изображений. Дешифрируемость изображений.

### **Тема 6. Формирование изображений (2 часа)**

Объединение цифровых потоков. Компенсация отличия амплитудных характеристик фоточувствительных элементов. Гистограммная коррекция, формирование выходных сигналов. Формирование изображений в условных цветах и тонах. Межкадровое накопление сигналов. Компиляция изображений. Поворот, масштабирование и зеркальное отражение изображений.

### **Тема 7. Повышение качества изображений (2 час )**

Подавление шумов. Подчеркивание границ. Винеровская фильтрация изображений. Рекурсивная фильтрация. Реставрация изображений методом псевдообращения матриц. Медианная фильтрация. Пространственная фильтрация.

### **Тема 8. Анализ изображений (2 час )**

Выделение признаков изображений. Символическое описание изображений. Описание формы. Обнаружение, классификация и распознавание объектов. Привязка изображений, стабилизация изображений.

### **Тема 9. Компрессия изображений (2 часа)**

Показатели качества методов компрессии. Статистическое кодирование. Групповое кодирование, кодирование по Хаффмену. Дифференциальный метод кодирования, кодирование с предсказанием, кодирование с зашумлением. Стандарт JPEG. Фрактальный метод сжатия изображений.

### **Тема 10. Трехмерные цифровые изображения (2 часа)**

Аффинные преобразования пространства, поверхности в пространстве, алгоритмы затенения и закрашивания, трассировка лучей. Уравнение

визуализации и методы его решения, случайная рекурсия лучей, алгоритмы отображения трехмерных сцен на экране.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (44 час.)**

#### **Лабораторная работа № 1. Двумерный оптический сигнал (2 час. )**

1. Модели непрерывных изображений, функция яркости, оптический сигнал.
2. Двумерный оптический сигнал и его преимущества при решении задачи передачи информации по сравнению с одномерным сигналом. Двумерные линейные системы.

#### **Лабораторная работа № 2. Дифракция световой волны (2 час. )**

1. Решение задачи дифракции световой волны на дифракционной решетке и прозрачном в параксиальном приближении и через интеграл Френеля-Кирхгофа.
2. Приближения Френеля и Фраунгофера, приближение тени. Структурная схема ОМОИ.
3. Оптические системы, выполняющие преобразование Фурье.

#### **Лабораторная работа № 3. Спектр сигнала (2 час.)**

1. Спектр периодического и непериодического сигнала. Свойства преобразования Фурье: линейность, изменение масштаба, запаздывание, перенос спектра, спектр производной, теорема о свертке, теорема Парсеваля.
2. Спектры импульсов, связь между длительностью импульса и шириной его спектра.
3. Спектры обобщенных функций.
4. Двумерное преобразование Фурье.

#### **Лабораторная работа № 4. Пространственная фильтрация сигналов (2 час.)**

1. Пространственные гармоники.
2. Оптические прозрачные.
3. Пространственная фильтрация оптических сигналов. Пространственный фильтр Вандер Люгта.
4. Оптическое преобразование Меллина.
5. Оптическая обработка сигналов в РЛС с синтезированной апертурой.

**Лабораторная работа № 5. Использование голографии в ОМОИ (2 час.)**

1. Физические принципы голографии.
2. Основное уравнение голографии.
3. Восстановление и обращение волнового фронта.
4. Двумерная и трехмерная голограмма, амплитудные и фазовые голограммы.
5. Голограммы Фраунгофера, Френеля и Фурье.
6. Ассоциативные свойства голограмм.
7. Компьютерный синтез голограмм.

**Лабораторная работа № 6. Системы хранения и обработки информации (2 час.)**

1. Компоненты оптических систем хранения и обработки информации. Пространственно-временные модуляторы света: мембранный ЭУТ (ПВСМ «Эйдефор», «Титус», ЭУТ на основе электрооптической керамики, «Фототитус», «ПРОМ»).
2. Акустооптические и электрооптические deflectоры, акустооптические модуляторы (АОМ) и спектроанализаторы.
3. Управляемые транспаранты и регистрирующие материалы, отражательные голографические оптические элементы.
4. Кинематика пропускающих и отражательных ГОЭ.

**Лабораторная работа № 7. ГЗУ и ОЗУ (2 час. )**

1. Голографические и оптические запоминающие устройства.
2. Методы повышения качества записи фурье-голограмм: метод дефокусировки, метод случайной фазы, метод аподизации входной страницы. Оперативные ГЗУ на двумерных и трехмерных голограммах.

**Лабораторная работа № 8. Когерентные оптические системы аналоговой обработки информации. (2 час.)**

1. Метод пространственной фильтрации.
2. Оптический процессор и выполняемые им математические операции: согласованная фильтрация и распознавание, преобразование кодов. Когерентная математическая обработка с использованием обратной связи. Методы синтеза пространственных операционных фильтров: метод Вандер Люгта, цифровые методы синтеза операционных фильтров с помощью компьютера.

**Лабораторная работа № 9. Оптические компьютеры (2 час. )**

1. Оптические компьютеры, оптические логические элементы и функциональные узлы.

2. Трансфазоры, волноводные логические элементы, логические устройства на основе управляемых транспарантов.

3. Оптоэлектронные цифровые компьютеры.

4. Фотонные кристаллы и перспективы создания квантовых оптических компьютеров.

**Лабораторная работа № 10. Представление изображений в компьютере (2 час.)**

1. Средства ввода и дискретизация изображений.

2. Последовательности и линейные системы с постоянными параметрами.

Дискретные ЛПП-системы.

3. Физическая реализуемость и устойчивость ЛПП-систем.

4. Разностные уравнения.

5. Двумерные последовательности.

6. Двумерные дискретные ЛПП-системы.

7. Физическая реализуемость двумерных систем. Двумерные разностные уравнения.

**Лабораторная работа № 11. Описание дискретных сигналов и систем в частотной области (2 час.)**

1. Частотные характеристики ЛПП-систем и спектры дискретных сигналов.

2. Основные свойства спектров последовательности.

3. Соотношения между спектрами непрерывных и дискретных сигналов.

4. Двумерные дискретные сигналы и ЛПП-системы в частотной области.

**Лабораторная работа № 12.  $z$ -преобразование (2 час.)**

1. Описание дискретных сигналов и систем с помощью  $z$ -преобразования.

Основные свойства  $z$ -преобразования.

2. Обратное  $z$ -преобразование.

3. Анализ и синтез ЛПП-систем с использованием  $z$ -преобразования.

Двумерное  $z$ -преобразование.

4. Основные свойства двумерного  $z$ -преобразования.

5. Анализ и синтез двумерных ЛПП-систем с использованием  $z$ -преобразования.

**Лабораторная работа № 13. Спектральный анализ дискретных сигналов (2 час.)**

1. Дискретное преобразование Фурье.

2. Связь ДПФ с  $z$ -преобразованием и непрерывным спектром последовательности.

3. Использование ДПФ для вычисления отсчетов непрерывного спектра. Использование ДПФ для вычисления последовательности по ее спектру.

Основные свойства ДПФ. Вычисление линейной свертки при помощи ДПФ. Быстрое преобразование Фурье.

**Лабораторная работа № 14. Вероятностные модели изображения (2 час.)**

1. Случайные процессы, случайные последовательности и их характеристики.

2. Преобразование случайных последовательностей в ЛПП-системах. Факторизация энергетического спектра.

**Лабораторная работа № 15. Критерии качества изображений (2 час.)**

1. Критерий визуального восприятия.

2. Среднеквадратичный критерий.

3. Критерий максимальной ошибки.

4. Вероятностно-зональный критерий.

5. Критерий пространственного разрешения.

**Лабораторная работа № 16. Погрешности дискретного представления (2 час.)**

1. Оценки погрешности квантования параметра по уровню. Восстановление непрерывных изображений по их дискретному представлению.

2. Оценки среднеквадратичной погрешности дискретизации. Оценки максимальной погрешности дискретизации.

3. Общая погрешность цифрового представления изображений.

**Лабораторная работа № 17. Повышение качества изображений (2 час.)**

1. Повышение качества изображений и оценки их геометрических параметров.

2. Преобразование яркости изображений.

3. Коррекция амплитудных характеристик. Линейное повышение контраста.

4. Преобразование гистограмм.

5. Пороговая обработка, препарирование. Адаптивные преобразования яркости.

**Лабораторная работа № 18. Повышение резкости изображений (2 часа)**

1. Выделение контуров: определение контура, дифференциальные методы, методы выделения перепадов яркости с согласованием.

**Лабораторная работа № 19. Линейная фильтрация и восстановление изображений (2 час.)**

1. Восстановление дискретного сигнала ЛПП-системой, уравнение Винера-Хопфа.
2. Оптимальное линейное восстановление сигнала.
3. Реализация оптимального фильтра обработкой «в прямом и обратном времени».
4. Реализация оптимального фильтра при помощи ДПФ. Восстановление сигнала КИХ-фильтром.
5. Двумерная оптимальная линейная фильтрация. Двумерные линейные субоптимальные КИХ-фильтры.

**Лабораторная работа № 20. Нелинейная фильтрация (2 час.)**

1. Медианная фильтрация.
2. Адаптивные фильтры.
3. Ранговая обработка изображений.
4. Оценки геометрических характеристик объектов на изображениях.

**Лабораторная работа № 21. Распознавание изображений (1 час)**

1. Вероятностный критерий качества классификации.
2. Оптимальные стратегии статистической классификации. Классификация Байеса.
3. Классификатор Неймана-Пирсона.

**Лабораторная работа № 22. Классификатор Байеса (1 час)**

1. Классификатор Байеса для нормально распределенных векторов признаков.
2. Алгоритмы классификации.
3. Вычисление вероятностей ошибочной классификации для НРВП.

**Лабораторная работа № 23. Группы признаков, используемых в ОМОИ (1 час)**

1. Основные группы признаков, используемых при распознавании изображений.
2. Геометрические признаки, топологические признаки, вероятностные признаки, спектральные признаки.

**Лабораторная работа № 24. Алгебраические методы в ОМОИ (1 час)**

1. Алгебраические методы в задачах распознавания изображений. Статистический и детерминированный подход к задачам анализа изображений.
2. Резонансный метод выделения геометрических примитивов.
3. Линейная разделимость классов в пространствах с  $p$ -адической метрикой.
4. Рациональные приближения иррациональных алгебраических чисел и теоремы устойчивости полиномиальных решающих правил.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Методы обработки оптической информации» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Виды обработки оптической информации	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 - 3
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Анализ пространственно-частотной структуры изображений Методы пространственной фильтрации и распознавание образов	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 - 11
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Передача изображений на фоне помех	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 12 - 14
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	

4	Голографические методы	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 15 - 16
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Теоретические основы цифровой обработки изображений. Квантование изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 17 - 20
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
6	Формирование изображений.	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 21
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
7	Повышение качества изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 22-23
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
8	Анализ изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 24 - 29
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
9	Компрессия изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 30 - 34
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	Вопрос 35
10	Трехмерные цифровые изображения	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 36
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

4. Дубнищев, Ю.Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2011. – 365 с. – Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=698](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=698)

5. Головашкин, Д.Л. Дифракционная компьютерная оптика [Электронный ресурс] : / Д.Л. Головашкин, Л.Л. Досколович. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2007. – 735 с. – Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2327](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2327)

6. Басараб, М.А. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] : монография / М.А. Басараб, В.К. Волосюк, О.В. Горячкин. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2007. – 544 с. – Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2215](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2215)

7. Роуэн-Робинсон М. Космология. – Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. – 256 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-16544&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

1. Основы теории информации : учебное пособие для вузов по гуманитарным и социально-экономическим направлениям подготовки / Ю. И. Оноприенко ; [отв. ред. И. А. Илюшин] . – Владивосток : Изд-во Дальневосточного технического университета, 2001. – 180 с.

2. Гаврилов, А.В. Дифракционная нанофотоника [Электронный ресурс] : / А.В. Гаврилов, Д.Л. Головашкин, Л.Л. Досколович [и др.]. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2011. – 677 с. – Режим доступа:

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5296](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5296)

3. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. Б. Сергиенко. – Санкт-Петербург : Питер , 2005. – 603 с.

4. Волков, А.В. Методы компьютерной оптики [Электронный ресурс] : / А.В. Волков, Д.Л. Головашкин. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2003. – 599 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2326](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2326)

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Чивилихин С.А. Квантовая информатика: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 80 с. <http://window.edu.ru/resource/390/67390>

2. Звягин В.Ф., Фёдоров С.В. Параллельные вычисления в оптике и оптоинформатике: Учебное пособие. - СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009. – 109 с. <http://window.edu.ru/resource/359/66359>

3. Цой В.И., Голубенцева Л.И. Оптика. Выпуск десятый. Фильтрация пространственных частот оптических изображений: Руководство к лабораторным работам по курсу общей физики. - Саратов: Саратовский гос. ун-т, 2004. – 15 с. <http://window.edu.ru/resource/948/29948>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступить к освоению дисциплины следует в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы учебной дисциплины (РПУД). Обратить внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные работы) планируется самостоятельная работа, результаты которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все аудиторные и самостоятельные задания необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с планом-графиком.

### **Использование материалов учебно-методического комплекса**

Для успешного освоения дисциплины следует использовать содержание разделов учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД): рабочей программы, лекционного курса, материалов лабораторных работ,

методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов, глоссария, перечня учебной литературы и других источников информации, контрольно-измерительных материалов (тесты, опросы, вопросы зачета), а также дополнительных материалов.

### **Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям и лабораторным работам**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний.

При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники. В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на лабораторной работе.

Основной целью проведения лабораторных работ является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к лабораторным работам студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

При подготовке к текущему контролю использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

При подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

На самостоятельную работу выносятся подготовка к лабораторным работам.

При подготовке к лабораторным работам необходимо ознакомиться с материалами из основной и дополнительной литературы, выучить основной теоретический материал по теме, при необходимости, воспользоваться литературой на русском языке и/или источниками в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная лаборатория, проектор, ноутбук.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Методы обработки оптической информации»  
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

## **1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1.	В течение семестра	Изучение разделов теоретической части курса	22 час.	Собеседование (УО-1)
2.	В течение семестра	Подготовка к лабораторным работам	20 час.	Контрольная работа (ПР-2)
3.	В течение семестра	Подготовка к экзамену	36	Экзамен

## **2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение разделов теоретической части курса.

Изучение разделов теоретической части курса осуществляется студентом в период между посвященной данной теме лекцией и следующей лекцией. Задание и литературу для изучения разделов теоретической части курса преподаватель сообщает в конце лекции. Студент изучил соответствующий раздел, если может ответить на контрольные вопросы к данной теме, приведенные в приложении 2.

## **3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Контроль выполнения работы по изучению разделов теоретической части курса осуществляется на лекциях в форме собеседования, теста или контрольной работы. На собеседовании оформление ответов на вопросы не требуется. На тестировании ответы оформляются на листе бумаги с указанием

ФИО и номера группы студента. Студент проставляет номер вопроса и букву, соответствующую выбранному варианту ответа.

Контрольные работы завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Количество работ – 4. Каждая контрольная работа состоит из четырех вопросов. Вопросы контрольных работ представлены в приложении 2.

#### **4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

Критерии оценивания теста:

90-100 % тестовых вопросов верны – «отлично»;

60-80 % – «хорошо»;

40-50% – «удовлетворительно»;

0-30 % – «неудовлетворительно».

Критерии оценивания контрольной работы:

ответ на все вопросы без ошибок – «отлично»;

ответ на все вопросы с одной ошибкой – «хорошо»;

ответ на все вопросы с двумя ошибками – «удовлетворительно»;

ответ только на половину вопросов или ответ на все вопросы с более чем двумя ошибками – «неудовлетворительно».

При получении оценки «неудовлетворительно» считается, что студент не прошел текущий контроль. В этом случае проводится повторный контроль на консультации.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Методы обработки оптической информации»  
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает
Умеет		выявлять современные тенденции применения методов обработки оптической информации
Владеет		навыками применения методов обработки оптической информации
ПК-2 - способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;	Знает	методы экспериментального исследования основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации
	Умеет	экспериментально определять основные параметры и характеристики оптических систем обработки информации
	Владеет	навыками экспериментального исследования основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Виды обработки оптической информации	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 - 3
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Анализ пространственно-частотной структуры изображений	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 - 7
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

3	Методы пространственной фильтрации и распознавание образов	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 8 - 11
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Передача изображений на фоне помех	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 12 - 14
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
5	Голографические методы	ОПК-7	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 15 - 16
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
6	Теоретические основы цифровой обработки изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 17 - 18
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
7	Квантование изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 19 - 20
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
8	Формирование изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 21
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
9	Повышение качества изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 22 - 23
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
10	Анализ изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 24 - 29
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
11	Компрессия изображений	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 30 - 34
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	Вопрос 35

12	Трехмерные цифровые изображения	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 36
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-7 способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знает	основные области применения методов обработки оптической информации	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания в области применения методов обработки оптической информации
	Умеет	выявлять современные тенденции применения методов обработки оптической информации	выполнять типичные задачи по выявлению тенденций применения методов обработки оптической информации	способность применить знания и практические умения по выявлению тенденций применения методов обработки оптической информации
	Владеет	навыками применения методов обработки оптической информации	решать усложненные задачи по применению методов обработки оптической информации	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по решению задач применения методов обработки оптической информации
ПК-2 - способность аргументировать	знает (пороговый уровень)	методы экспериментального исследования	воспроизводить и объяснять учебный материал с	способность показать базовые знания и основные

<p>анно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;</p>		<p>основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации</p>	<p>требуемой степени научной точности и полноты</p>	<p>умения в области: методы экспериментального исследования основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>экспериментально определять основные параметры и характеристики оптических систем обработки информации</p>	<p>выполнять типичные задания по экспериментальному исследованию основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации</p>	<p>способность применить знания и практические умения при выполнении типичных заданий по экспериментальному исследованию основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>навыками экспериментального исследования основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации.</p>	<p>самостоятельно осуществлять экспериментальные исследования основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации</p>	<p>способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения при проведении самостоятельных экспериментальных исследований основных параметров и характеристик оптических систем обработки информации</p>

## Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине "Методы обработки оптической информации "

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	«зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	«зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	«зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0 -60	«не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

		Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--

## 1. Вопросы к экзамену

1. Задачи обработки оптической информации.
2. Виды обработки. Аналоговая и цифровая обработка оптической информации.
3. Когерентная обработка оптической информации и голография. Принципы голографии. Основные оптические схемы.
4. Пространственно-частотный анализ изображений в схеме с наклонной опорной волной. Структура восстановленного поля.
5. Голография Фурье. Оптические системы, выполняющие преобразование Фурье. Действие астигматической оптической системы.
6. Голография Фурье-Фраунгофера и Фурье-Френеля: схемы регистрации и восстановления, структура изображений.
7. Характеристики регистрирующих материалов. Модуляционно-передаточная функция. Влияние частотно-контрастной характеристики фотоматериалов на качество изображения.
8. Оптическая система как фильтр пространственных частот. Методы пространственной фильтрации.
9. Многоканальный оптический анализатор спектра. Реализация операции свертки оптических сигналов.
10. Когерентный аналоговый оптический процессор. Согласованная фильтрация.
11. Распознавание образов и выделение сигналов на фоне помех. Изготовление фильтров.
12. Выделение сигнала на фоне помех методом автокорреляции.
13. Метод производной при распознавании одномерных и двумерных образов.
14. Выполнение математических операций оптическими методами.
15. Голографический способ записи цифровой информации.

16. Голографические и оптические запоминающие устройства (ОГЗУ).
17. Представление непрерывных изображений. Сингулярный оператор, линейные операторы, дифференциальные операторы.
18. Двумерное преобразование Фурье. Статистическое описание двумерных изображений.
19. Дискретизация изображений; вопросы восстановления исходного изображения по результату его дискретизации.
20. Дискретное преобразование Фурье, быстрое преобразование Фурье.
21. Преобразования Адамара, Хаара,  $z$  - преобразование. Вейвлет – преобразование.
22. Критерии качества изображений.
23. Компенсация отличия амплитудных характеристик фоточувствительных элементов. Гистограммная коррекция, формирование выходных сигналов.
24. Формирование изображений в условных цветах и тонах. Межкадровое накопление сигналов.
25. Компиляция изображений. Поворот, масштабирование и зеркальное отражение изображений.
26. Подавление шумов. Подчеркивание границ. Винеровская фильтрация изображений.
27. Рекурсивная фильтрация. Реставрация изображений методом псевдообращения матриц.
28. Медианная фильтрация. Пространственная фильтрация.
29. Выделение признаков изображений.
30. Символическое описание изображений. Описание формы.
31. Обнаружение, классификация и распознавание объектов. Привязка изображений, стабилизация изображений.
32. Показатели качества методов компрессии. Статистическое кодирование.
33. Групповое кодирование, кодирование по Хаффмену. Дифференциальный метод кодирования, кодирование с предсказанием, кодирование с зашумлением.

34. Стандарт JPEG. Фрактальный метод сжатия изображений.
35. Аффинные преобразования пространства, поверхности в пространстве, алгоритмы затенения и закрашивания, трассировка лучей.
36. Уравнение визуализации и методы его решения, случайная рекурсия лучей, алгоритмы отображения трехмерных сцен на экране.

## **2. Вопросы для контрольных работ**

### **Контрольная работа №1. Дифракция света на транспаранте**

1. Оптический сигнал и его информационная структура.
2. Двумерные линейные системы и их свойства.
3. Дифракция света на оптическом транспаранте.
4. Интеграл Френеля-Кирхгофа.
5. Дифракционная формула Френеля.
6. Дифракционная формула Фраунгофера.

### **Контрольная работа №2. Аналоговая обработка оптической информации**

1. Структурная схема ОМОИ.
2. Оптические системы, выполняющие преобразование Фурье.
3. Преобразования оптического сигнала с помощью пространственно-инвариантной системы.
4. Пространственная фильтрация оптических сигналов.
5. Пространственный фильтр (коррелятор) Вандер Люгта.
6. Оптическое преобразование Меллина.
7. Оптическая обработка сигналов РЛС с синтезированной апертурой.
8. Компоненты оптических систем обработки информации.
9. Пространственно-временные модуляторы света.
10. Акустооптические модуляторы и спектроанализаторы.
11. Отражательные голографические оптические элементы.
12. Кинематика пропускающих и отражательных ГОЭ.
13. Оптические устройства хранения информации

14. Двумерное преобразование Фурье.

### **Контрольная работа № 3. Линейные системы с постоянными параметрами**

1. Оптические линейные системы в частотной области.
2. Представление изображений в компьютере. Средства ввода изображения. Дискретизация изображений.
3. Дискретные ЛПП-системы. Физическая реализуемость и устойчивость ЛПП-систем.
4. Двумерные дискретные ЛПП-системы.
5. Частотная характеристика ЛПП-систем и спектры дискретных сигналов. Основные свойства спектров последовательности.
6. Соотношение между спектрами непрерывных и дискретных сигналов. Описание двумерных дискретных сигналов и систем в частотной области.

### **Контрольная работа № 4. ЛПП-системы, $z$ -преобразование и дискретное преобразование Фурье**

1. Прямые и обратные  $z$ -преобразования и их свойства.
2. Анализ и синтез ЛПП-систем с использованием  $z$ -преобразования.
3. Двумерное  $z$ -преобразование. Основные свойства двумерного  $z$ -преобразования.
4. Анализ и синтез двумерных ЛПП-систем с использованием  $z$ -преобразования.
5. Дискретное преобразование Фурье.
6. Связь ДПФ с  $z$ -преобразованием и непрерывным спектром последовательности.
7. Использование ДПФ для вычисления отсчетов непрерывного спектра.
8. Использование ДПФ для вычисления последовательности по ее спектру.
9. Вычисление линейной свертки при помощи ДПФ.
10. Быстрое преобразование Фурье.

11. Случайные последовательности и их характеристики.
12. Преобразование случайных последовательностей в ЛПП-системах.
13. Факторизация энергетического спектра.

### **Контрольная работа № 5. Критерии качества изображений**

1. Критерий визуального восприятия.
2. Среднеквадратичный критерий.
3. Критерий максимальной ошибки (равномерного приближения).
4. Вероятностно-зональный критерий.
5. Критерий пространственного разрешения.

### **Контрольная работа № 6. Оценка погрешностей и обработка изображений**

1. Оценка погрешностей квантования параметра по уровню.
2. Восстановление непрерывных изображений по их дискретному представлению.
3. Оценка среднеквадратичной погрешности дискретизации.
4. Оценка максимальной погрешности дискретизации.
5. Общая погрешность цифрового представления изображений.
6. Преобразования яркости изображений.
7. Коррекция амплитудных характеристик.
8. Линейное повышение контраста. Преобразование гистограмм.
9. Пороговая обработка. Препарирование. Адаптивные преобразования яркости.
10. Повышение резкости изображений. Выделение контуров. Определение контура.
11. Дифференциальные методы. Методы выделения перепадов яркости с согласованием.
12. Линейная фильтрация и восстановление изображений. Восстановление дискретного сигнала ЛПП-системой.
13. Оптимальное линейное восстановление сигнала.

14. Реализация оптимального фильтра обработкой «в прямом и обратном времени».
15. Реализация оптимального фильтра при помощи ДПФ.
16. Восстановление сигнала КИХ-фильтром.
17. Двумерная оптимальная линейная фильтрация.
18. Двумерные линейные субоптимальные КИХ-фильтры.

### **Контрольная работа № 7. Алгоритмы фильтрации, классификации и распознавания образов**

1. Нелинейная фильтрация.
2. Медианная фильтрация.
3. Адаптивные фильтры.
4. Ранговая обработка изображений.
5. Оценка геометрических характеристик объектов на изображениях.
6. Распознавание изображений.
7. Вероятностный критерий качества классификации.
8. Оптимальные стратегии статистической классификации.
9. Классификатор Байеса.
10. Минимаксный классификатор.
11. Классификатор Неймана-Пирсона.
12. Классификатор Байеса для нормально распределенных векторов признаков.
13. Алгоритмы классификации.
14. Вычисление вероятностей ошибочной классификации для нормально распределенных векторов признаков.
15. Основные группы признаков, используемых при распознавании изображений.
16. Алгебраические методы в задачах распознавания изображений.
17. Статистический и детерминированный подходы к задачам анализа изображений.

18. Резонансный метод выделения геометрических примитивов.
19. Линейная разделимость классов в пространствах с  $p$ -адической метрикой.
20. Рациональные приближения иррациональных алгебраических чисел и теоремы устойчивости полиномиальных решающих правил.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем.

### **3. Вопросы для самоконтроля**

#### **Тема 1. Физические основы аналоговой обработки оптического сигнала**

##### **1. Дифракция света на прозрачном**

1. Оптический сигнал и его информационная структура.
2. Двумерные линейные системы и их свойства.
3. Дифракция света на оптическом прозрачном.
4. Интеграл Френеля-Кирхгофа.
5. Дифракционная формула Френеля.
6. Дифракционная формула Фраунгофера.

##### **2. Аналоговая обработка оптической информации**

1. Структурная схема ОМОИ.
2. Оптические системы, выполняющие преобразование Фурье.
3. Преобразования оптического сигнала с помощью пространственно-инвариантной системы.
4. Пространственная фильтрация оптических сигналов.
5. Пространственный фильтр (коррелятор) Вандер Люгта.
6. Оптическое преобразование Меллина.

7. Оптическая обработка сигналов РЛС с синтезированной апертурой.
8. Компоненты оптических систем обработки информации.
9. Пространственно-временные модуляторы света.
10. Акустооптические модуляторы и спектроанализаторы.
11. Отражательные голографические оптические элементы.
12. Кинематика пропускающих и отражательных ГОЭ.
13. Оптические устройства хранения информации
14. Двумерное преобразование Фурье.

## **Тема 2. Математические основы цифровой обработки сигнала**

### **1. Линейные системы с постоянными параметрами**

1. Оптические линейные системы в частотной области.
2. Представление изображений в компьютере. Средства ввода изображения. Дискретизация изображений.
3. Дискретные ЛПП-системы. Физическая реализуемость и устойчивость ЛПП-систем.
4. Двумерные дискретные ЛПП-системы.
5. Частотная характеристика ЛПП-систем и спектры дискретных сигналов. Основные свойства спектров последовательности.
6. Соотношение между спектрами непрерывных и дискретных сигналов. Описание двумерных дискретных сигналов и систем в частотной области.

### **2. ЛПП-системы, $z$ -преобразование и дискретное преобразование Фурье**

1. Прямые и обратные  $z$ -преобразования и их свойства.
2. Анализ и синтез ЛПП-систем с использованием  $z$ -преобразования.
3. Двумерное  $z$ -преобразование. Основные свойства двумерного  $z$ -преобразования.
4. Анализ и синтез двумерных ЛПП-систем с использованием  $z$ -преобразования.
5. Дискретное преобразование Фурье.

6. Связь ДПФ с  $z$ -преобразованием и непрерывным спектром последовательности.
7. Использование ДПФ для вычисления отсчетов непрерывного спектра.
8. Использование ДПФ для вычисления последовательности по ее спектру.
9. Вычисление линейной свертки при помощи ДПФ.
10. Быстрое преобразование Фурье.
11. Случайные последовательности и их характеристики.
12. Преобразование случайных последовательностей в ЛПП-системах.
13. Факторизация энергетического спектра.

### **3. Критерии качества изображений**

1. Критерий визуального восприятия.
2. Среднеквадратичный критерий.
3. Критерий максимальной ошибки (равномерного приближения).
4. Вероятностно-зональный критерий.
5. Критерий пространственного разрешения.

### **4. Оценка погрешностей и обработка изображений**

1. Оценка погрешностей квантования параметра по уровню.
2. Восстановление непрерывных изображений по их дискретному представлению.
3. Оценка среднеквадратичной погрешности дискретизации.
4. Оценка максимальной погрешности дискретизации.
5. Общая погрешность цифрового представления изображений.
6. Преобразования яркости изображений.
7. Коррекция амплитудных характеристик.
8. Линейное повышение контраста. Преобразование гистограмм.
9. Пороговая обработка. Препарирование. Адаптивные преобразования яркости.
10. Повышение резкости изображений. Выделение контуров. Определение контура.

11. Дифференциальные методы. Методы выделения перепадов яркости с согласованием.
12. Линейная фильтрация и восстановление изображений. Восстановление дискретного сигнала ЛПП-системой.
13. Оптимальное линейное восстановление сигнала.
14. Реализация оптимального фильтра обработкой «в прямом и обратном времени».
15. Реализация оптимального фильтра при помощи ДПФ.
16. Восстановление сигнала КИХ-фильтром.
17. Двумерная оптимальная линейная фильтрация.
18. Двумерные линейные субоптимальные КИХ-фильтры.

## **5. Алгоритмы фильтрации, классификации и распознавания образов**

1. Нелинейная фильтрация.
2. Медианная фильтрация.
3. Адаптивные фильтры.
4. Ранговая обработка изображений.
5. Оценка геометрических характеристик объектов на изображениях.
6. Распознавание изображений.
7. Вероятностный критерий качества классификации.
8. Оптимальные стратегии статистической классификации.
9. Классификатор Байеса.
10. Минимаксный классификатор.
11. Классификатор Неймана-Пирсона.
12. Классификатор Байеса для нормально распределенных векторов признаков.
13. Алгоритмы классификации.
14. Вычисление вероятностей ошибочной классификации для нормально распределенных векторов признаков.

15. Основные группы признаков, используемых при распознавании изображений.
16. Алгебраические методы в задачах распознавания изображений.
17. Статистический и детерминированный подходы к задачам анализа изображений.
18. Резонансный метод выделения геометрических примитивов.
19. Линейная делимость классов в пространствах с  $p$ -адической метрикой.
20. Рациональные приближения иррациональных алгебраических чисел и теоремы устойчивости полиномиальных решающих правил.