

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 18.03.2021 18:03:18  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра «Информационные системы и технологии»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
« 14 » 02 2018 г.



**Цифровая обработка и анализ изображений**

Методические указания к практическим занятиям

для студентов направления подготовки  
09.03.02 Информационные системы и технологии

УДК 621

Составители: С. В. Дегтярев, Е.Н. Иванова

Рецензент

Профессор кафедры биомедицинской инженерии,  
доктор технических наук

*С.А. Филист*

**Цифровая обработка и анализ изображений:** методические указания к практическим занятиям / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: С.В. Дегтярев, Е.Н. Иванова. – Курск, 2018. - 15 с.: Библиограф.: с. 14.

Рассматриваются методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Цифровая обработка и анализ изображений». Приводятся задания по практическим занятиям и методика их выполнения.

Предназначены для студентов направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *14.02.18* . Формат 60x84 1/16.  
Усл.печ.л. *0,8* Уч.-изд.л. *0,6* Тираж 50 экз. Заказ *805* . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Оглавление**

Практическое занятие №1. Работа с изображениями в пакете mathcad.....	4
Практическое занятие №2. Поэлементное преобразование изображений.....	5
Практическое занятие №3. Медианная фильтрация изображений.....	7
Практическое занятие №4. Выделение контуров на изображениях.....	8
Практическое занятие №5. Восстановление изображений фильтром Винера. .	9
Практическое занятие №6. Неметрическая линейная восстанавливающая фильтрация изображений.....	12
Литература.....	14

## Практическое занятие №1. Работа с изображениями в пакете mathcad

**Цель работы:** Освоить инструментарий Mathcad, простейшие (базовые) операции над изображениями для дальнейшего использования в следующих лабораторных работах.

**Задание:** Освоить выполнение следующих операций:

1. Операции с файлами и отображение
  1. Чтение полутонового (256 градаций яркости) и цветного изображений в окно рисунка.
  2. Чтение полутонового и цветного изображений в матрицы.
  3. Отображение матрицы в виде таблицы.
  4. Отображение матрицы в окне рисунка.
  5. Построение 3D графика изображения.
  6. Построение одномерных графиков строки и столбца изображения.
  7. Запись изображения в файл в форматах bmp, jpeg.
2. Операции с изображением
  1. Извлечение части изображения.
  2. Реверс (зеркальный, вертикальный, поворот).
  3. Прореживание.
  4. Группировка пикселей.
3. Преобразования полутонового изображения
  1. Регулировка яркости и контрастности.
  2. Преобразование позитив-негатив.
  3. Логарифмирование с масштабированием.
  4. Потенцирование с масштабированием.
  5. Пороговая обработка.
4. Преобразования цветного изображения
  1. Регулировка яркости и контрастности.
  2. Изменение цветового баланса.
  3. Перестановка цветов.
5. Моделирование искажений
  1. Суммирование изображения с шумом с равномерным законом распределения.
  2. Суммирование изображения с шумом с нормальным законом распределения.
6. Вычисление характеристик изображения
  1. Расчет среднего уровня, среднеквадратического отклонения и дисперсии.
  2. Расчет и построение гистограммы изображения.

**Примечание:** Примеры выполнения указанных операций можно найти в справочной системе Mathcad, QuickSheets, разделы:

- Graphing and Visualization/ Image Processing,
- Graphing and Visualization/ Extracting a Subimage from an Image,
- Statistics/ Generating Random Numbers,
- Data Analysis.

В различных версиях Mathcad названия разделов могут отличаться от указанных.

Результаты выполнения указанных заданий оптимально распределить по нескольким документам Mathcad, аккуратно отформатировать, сопроводить необходимыми заголовками и комментариями. Сохранить в форматах xmsd, html и rtf. Оформить отчет с указанным выше содержанием.

## **Практическое занятие №2. Поэлементное преобразование изображений**

**Цель работы:** Изучение и реализация методов поэлементной обработки изображений с помощью Mathcad. Научиться применять методы препарирования, соляризации, линейного контрастирования и эквализации изображений.

**Задание:** Выполнить следующие преобразования полутоновых и цветных тестовых изображений:

1. Линейное контрастирование.
2. Соляризация.
3. Управляемое препарирование изображения в соответствии с таблицей 2.
4. Эквализация гистограммы изображения.
5. Гиперболизация закона распределения изображения.

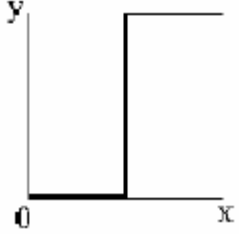
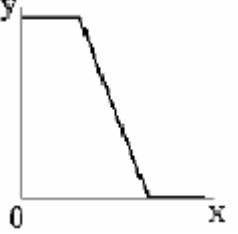
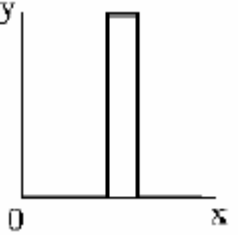
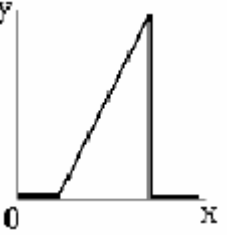
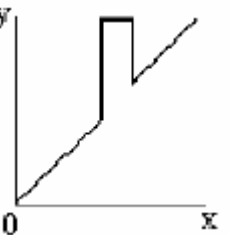
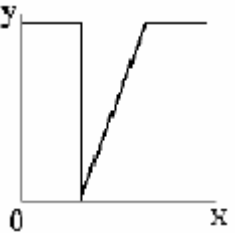
### **Примечания:**

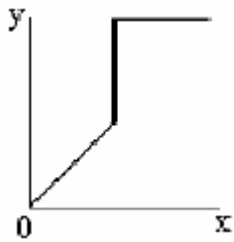
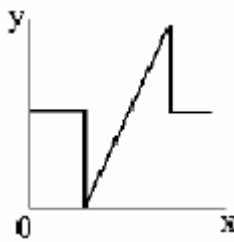
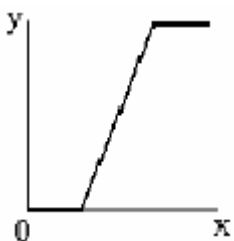
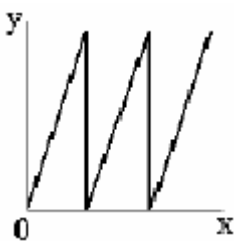
1. В качестве тестовых изображений использовать изображения различных классов.
2. Под словом “Управляемое” в задании 3 понимается возможность оперативного изменения характеристик преобразования (порог, ширина, наклон, полоса и т.п.). Для этих целей удобно использовать Controls из меню Insert/Control/Slider пакета Mathcad.
3. Номер варианта задания 3 выбирается по последней цифре номера студенческого билета.
4. Выполнить построение графиков всех функций преобразования.
5. Построить и сравнить гистограммы изображений до и после преобразований.
6. В заданиях 4 и 5 для ускорения счета использовать табличный метод преобразования.

Результаты выполнения указанных заданий оптимально распределить по нескольким документам Mathcad, аккуратно отформатировать, сопроводить необходимыми заголовками и комментариями. Сохранить в форматах xmsd, html и rtf.

Сформулировать выводы из проделанной работы. Оформить отчет с указанным выше содержанием.

### Варианты заданий

№ варианта	Функция препарирования	№ варианта	Функция препарирования
0		5	
1		6	
2		7	

3		8	
4		9	

### Практическое занятие №3. Медианная фильтрация изображений

**Цель работы:** Изучение и реализация нелинейного метода обработки изображений с помощью Mathcad.

**Задание:** На полутоновом и цветном тестовых изображениях выполнить следующие операции:

1. Сымитировать дефекты изображения в соответствии с вариантом из таблицы 3.
2. Эвристически определить оптимальные для заданной помехи вид и размеры апертуры медианного фильтра.
3. В виде функции Mathcad построить модель медианного фильтра.
4. Обработать искаженные изображения.
5. Построить изображение модуля ошибки метода путем вычитания из исходного изображения отфильтрованного.
6. Построить и сравнить гистограммы исходного и отфильтрованного изображений.
7. Сравнить качество фильтрации помех для различных по виду и размерам апертур медианного фильтра.

#### Примечания:

1. Пример медианной фильтрации можно найти в справочной системе Mathcad, QuickSheets, раздел Graphing and Visualization/ Image Processing. В различных версиях Mathcad название раздела может отличаться от указанного.

2. Номер варианта задания выбирается по последней цифре номера студенческого билета.
3. В качестве объективного интегрального критерия для оценки качества фильтрации при выполнении п.7 задания можно использовать среднеквадратическую ошибку.

Результаты выполнения указанных заданий оптимально распределить по нескольким документам Mathcad, аккуратно отформатировать, сопроводить необходимыми заголовками и комментариями. Сохранить в форматах xmsd, html и rtf.

Сформулировать выводы из проделанной работы. Оформить отчет с указанным выше содержанием.

#### Варианты заданий

№ варианта	Вид искажения или шума
0	Случайные горизонтальные импульсы
1	Случайные вертикальные импульсы или царапины
2	Случайная помеха “снег”
3	Случайная помеха “конфетти”
4	Сетка и крестики оптики бинокля (прицела)
5	Алфавитно-цифровая служебная информация
6	Пыль
7	Асинхронная импульсная помеха (диагональные периодические светлые полосы)
8	“Битые” пиксели
9	“Выбитые” строки

### **Практическое занятие №4. Выделение контуров на изображениях**

**Цель работы:** Изучение и реализация методов выделения контуров на изображениях с использованием Mathcad.

**Задание:** Для полутоновых и цветных тестовых изображений реализовать в отдельных документах Mathcad следующие методы:



1. Выделение контуров с помощью двумерного оператора Лапласа.
2. Фильтры по сторонам света.
3. Фильтр Робертса.
4. Фильтр Собела.

Построить 3D-графики модуля пространственно-частотных спектров обработанных изображений.

Сравнить качество выделения контуров различных методов.

**Примечание:** Алгоритм обработки изображения с помощью маски реализовать в виде функции Mathcad в общем виде для произвольной маски. Использовать операторы цикла.

Результаты выполнения указанных заданий оптимально распределить по нескольким документам Mathcad, аккуратно отформатировать, сопроводить необходимыми заголовками и комментариями. Сохранить в форматах xmscd, html и rtf.

Сформулировать выводы из проделанной работы. Оформить отчет с указанным выше содержанием.

## **Практическое занятие №5. Восстановление изображений фильтром Винера**

**Цель работы:** Изучение метода и разработка алгоритма линейной метрической восстанавливающей фильтрации изображений, реализация моделей искажения и восстановления изображений с помощью Mathcad.

**Задание:** Разработать два документа Mathcad, в которых выполнены указанные ниже операции искажения и восстановления полутонового и цветного (факультативно) тестовых изображений:

1. Модель системы формирования изображения
  1. Расчет и построение изображения, а также 3D-графика аппаратной функции системы формирования в соответствии с таблицей вариантов 4. Необходимо предусмотреть возможность оперативного изменения ширины аппаратной функции.
  2. Расчет комплексной передаточной функции системы и построение 3D-графика ее модуля (пространственно-частотной характеристики). Сохранение в файле комплексной передаточной функции.
  3. Ввод из файла и построение исходного изображения.

4. Расчет комплексного пространственно-частотного спектра исходного изображения и построение 3D-графика его модуля.
  5. Расчет комплексного пространственно-частотного спектра искаженного изображения и построение 3D-графика его модуля.
  6. Расчет и построение искаженного изображения.
  7. Подрезка полученного изображения в соответствии с шириной аппаратной функции системы для компенсации краевого эффекта.
  8. Генерация и построение изображения шумового поля с заданными в таблице вариантов 5 законом распределения и пространственно-частотным спектром.
  9. Расчет теоретического и выборочного комплексных пространственно-частотных спектров шумового поля и построение 3D-графиков их модулей.
  10. Суммирование искаженного изображения и шумового поля с возможностью оперативного изменения их отношения.
  11. Построение и сохранение в файле изображения на выходе системы формирования.
2. Модель восстанавливающего фильтра Винера
    1. Ввод из файла и построение изображения на выходе системы формирования.
    2. Расчет комплексного пространственно-частотного спектра изображения на выходе системы формирования и построение 3D-графика его модуля.
    3. Ввод из файла комплексной передаточной функции системы и построение 3D-графика ее модуля.
    4. Расчет комплексной передаточной функции фильтра Винера и построение 3D-графика ее модуля.
    5. Восстанавливающая фильтрация.
    6. Расчет комплексного пространственно-частотного спектра восстановленного изображения и построение 3D-графика его модуля.
    7. Расчет и построение восстановленного изображения.

### **Примечания:**

1. Система формирования изображения описывается уравнением Фредгольма I рода с ядром типа свертки. Система моделируется (п. 1.5) в частотной области (свертка функций в пространстве эквивалентна перемножению их Фурье-преобразований в частотной области).
2. Для перехода из пространственной в частотную область и назад (п. 1.2, 1.4, 1.6, 1.9, 2.2, 2.7) используйте встроенные в Mathcad функции быстрого преобразования Фурье.
3. При выполнении п. 1.1 располагайте максимум аппаратной функции в центре изображения. В этом случае перед вычислением п. 1.2 необходимо

- выполнить перестановку квадрантов матрицы аппаратной функции, что объясняется спецификой реализации алгоритма БПФ.
4. Для моделирования шума (п. 1.8) используйте встроенные в Mathcad функции генерации случайных чисел. Для моделирования шумового поля с заданными спектральными характеристиками можно использовать частотную область.
  5. На некоторых этапах при вычислении изображений может потребоваться операция линейного контрастирования, поскольку значения яркости должны находиться в диапазоне от 0 до 255.
  6. В качестве оценки спектральной плотности мощности шума при расчете передаточной функции фильтра Винера (п. 2.4) используйте теоретическое (статистически значимое) представление и ни в коем случае не выборочное.
  7. В качестве оценки спектральной плотности изображения при расчете передаточной функции фильтра Винера (п. 2.4) используйте априорное знание. Например, можно принять гипотезу о его равномерности.
  8. Дублирование построения некоторых 3D-графиков во втором документе необходимо для контроля правильности вычислений и понимания физической сути восстанавливающей фильтрации.
  9. Номера вариантов задания выбираются по двум последним цифрам номера студенческого билета или назначаются преподавателем.
  10. Пример восстанавливающей фильтрации можно найти в справочной системе Mathcad, QuickSheets, раздел Graphing and Visualization/ Two-Dimensional Image Convolution. В различных версиях Mathcad название раздела может отличаться от указанного.

Документы Mathcad аккуратно отформатируйте, сопроводите необходимыми заголовками и комментариями. Сохраните в форматах xmsd, html и rtf. Оцените качество восстанавливающей фильтрации при изменении ширины аппаратной функции и уровня шума. Сформулируйте выводы из проделанной работы. Оформите отчет с указанным выше содержанием.

#### Варианты аппаратной функции

№ варианта	Вид аппаратной функции
0	Горизонтальный скоростной сдвиг (смаз)
1	Вертикальный скоростной сдвиг (смаз)

2	Расфокусировка
3	Атмосферная турбулентность при длительной экспозиции
4	Идеальное дифракционное ограничение
5	Конус
6	Куб
7	Тело вращения функции $ \sin x/x $
8	Тело вращения функции $(\sin x/x)^2$
9	Раздвоение изображения

#### Варианты характеристик шума

№ варианта	Закон распределения	Спектр
0	Нормальный	Низкочастотный

1		Полосовой
2		Высокочастотный
3	Равномерный	Низкочастотный
4		Полосовой
5		Высокочастотный
6	Экспоненциальный	Низкочастотный
7		Полосовой
8		Высокочастотный
9		Равномерный

### **Практическое занятие №6. Неметрическая линейная восстанавливающая фильтрация изображений**

**Цель работы:** Изучение метода и разработка алгоритма одномерной неметрической линейной восстанавливающей фильтрации изображений, Расчет и реализация фильтра с помощью Mathcad.

#### **Задание:**

1. В первом документе Mathcad выполнить расчет одномерного неметрического линейного восстанавливающего фильтра и составить его модель.

1. Аналитически задать одномерную инвариантную аппаратную функцию системы формирования изображения в соответствии с таблицей 6 и построить ее график. Предусмотреть возможность оперативного изменения ширины аппаратной функции.
2. Для генерации шума использовать датчик некоррелированных случайных чисел с нормальным распределением. Построить график шума.
3. Выполнить расчет опорного восстанавливающего вектора в частном случае КИХ-фильтрации. Построить график восстанавливающего вектора.
4. Выполнить расчет результирующей аппаратной функции и построить ее график.
5. Путем свертки с аппаратной функцией сформировать искаженный сигнал. В качестве тестового сигнала использовать штриховые миры с изменяемыми параметрами.
6. Суммировать искаженный сигнал и шум с возможностью оперативного изменения их отношения.
7. Восстановить сигнал с помощью модели КИХ-фильтра.
8. Построить и сравнить графики исходного, искаженного и восстановленного сигналов.
9. Путем изменения отношения сигнал/шум и ширины аппаратной функции исследовать эффективность фильтра.
2. Во втором документе Mathcad применить фильтр для построчного восстановления изображения.
  1. Ввести из файла и построить исходное изображение. При этом целесообразно использовать монохромное изображение.
  2. Выполнить горизонтальный смаз изображения с помощью аппаратной функции из первого документа в частотной области и добавить шум.
  3. Подрезать полученное изображение для учета краевых эффектов моделирования в пространственно-частотной области и визуализировать искаженное изображение.
  4. Построчно восстановить изображение с помощью модели КИХ-фильтра из первого документа. Визуализировать результат.

### **Примечания:**

1. Перед выполнением практической части работы изучите теорию неметрической линейной восстанавливающей фильтрации по конспекту лекций.
2. При выполнении данной работы необходимо учесть опыт, приобретенный при выполнении предыдущей лабораторной работы.
3. При вычислении изображений (п. 2.2, 2.3) может потребоваться операция линейного контрастирования, поскольку значения яркости должны находиться в диапазоне от 0 до 255.

4. Номер варианта задания выбирается по последней цифре номера студенческого билета или назначается преподавателем.

#### Варианты аппаратной функции

№ варианта	Вид аппаратной функции
0	Прямоугольный импульс
1	Треугольный импульс
2	Функция Гаусса
3	Функция $ \sin x / x $
4	Функция $(\sin x / x)^2$
5	Экспонента
6	Раздвоение изображения
7	Один полупериод косинуса
8	Парабола

9	Трапеция
---	----------

Документы Mathcad аккуратно отформатируйте, сопроводите необходимыми заголовками и комментариями. Сохраните в форматах xмcd, html и rtf.

Оцените качество неметрической восстанавливающей фильтрации при изменении ширины аппаратной функции и уровня шума. Сформулируйте выводы из проделанной работы. Оформите отчет с указанным выше содержанием.

## Литература

1. Яне, Б. Цифровая обработка изображений [Текст] : учебное пособие / Б. Яне. – М. : Техносфера, 2007. – 584 с.

2. Местецкий, Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры [Электронный ресурс] / Л.М. Местецкий. - М. : Физматлит, 2009. - 285 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76562>

3. Садыков, С.С. Методы цифровой обработки изображений [Текст] : учебное пособие ч. 1 / С.С. Садыков [и др.]. – Курск : КурскГТУ, 2001. – 167 с.

4. Садыков, С.С. Методы цифровой обработки изображений [Текст] : учебное пособие ч. 2 / С.С. Садыков [и др.]. – Курск : КурскГТУ, 2002. – 118 с.

5. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Умняшкин. - М. : Техносфера, 2016. - 528 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444859>