

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Физические методы контроля»

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов направления подготовки  
12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»  
дневной формы обучения*



Могилев 2018

УДК 004.92  
ББК 32.973.26-018.2  
К 63

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Физические методы контроля» «5» октября 2018 г.,  
протокол № 3

Составитель канд. техн. наук, доц. А. В. Кушнер

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

В методических рекомендациях кратко изложены теоретические сведения, необходимые для практических занятий. Рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Компьютерная обработка изображений» для направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии».

Учебно-методическое издание

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ответственный за выпуск	С. С. Сергеев
Технический редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 16 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 24.01.2014.

Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский  
университет», 2018



## Содержание

Введение.....	4
1 Законы распределения случайных процессов.....	5
2 Коррекция черно-белых и полноцветных изображений.....	10
3 Обработка дефектов черно-белых и полноцветных изображений.....	17
4 Обработка цифровых изображений.....	20
Список литературы.....	22



## Введение

Целью дисциплины является приобретение знаний о компьютерной графике, методах представления растровых и векторных изображений, технологиях их обработки, преобразования.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся изучит основы компьютерной графики, программные средства компьютерной графики, основы представления цвета, графические форматы и их структуру, устройства ввода/вывода графической информации, их характеристики и настройку, методы растрирования, методы преобразования растровых изображений, основы компьютерного дизайна, построения и анализа изображений, основы композиции, пропорции и перспективы, методы работы с растровой и векторной графикой, обработки и коррекции изображений, имитации техник графического дизайна; научится анализировать сложные графические образы, оценивать качество растровых, векторных изображений и шрифтов, использовать программные средства компьютерной графики для создания элементов графического дизайна и обработки растровых и векторных изображений; овладеет навыками обработки графической информации при помощи графических редакторов, коррекции, монтажа растровых изображений, композиционного анализа сложных графических образов, допечатной подготовки изображений, ввода-вывода графической информации, настройки цвета.



# 1 Законы распределения случайных процессов

**Цель работы:** осуществить моделирование псевдослучайных последовательностей с заданным законом распределения.

## 1.1 Основные теоретические сведения

Для получения последовательностей псевдослучайных чисел с заданным законом распределения чаще всего используют последовательности случайных величин, равномерно распределенных в интервале  $[0, 1]$ .

Пусть для величины  $z$ , имеющей заданное распределение, известна функция плотности распределения  $f(z)$ . Тогда, используя свойство функции распределения принимать значение от 0 до 1 при изменении аргумента от  $-\infty$  до  $+\infty$ , каждому значению  $x_i$  случайной величины  $X$ , равномерно распределенной в интервале  $[0; 1]$ , ставим в однозначное соответствие значение  $z_i$  величины  $Z$

$$x_i = \int_{-\infty}^{z_i} f(z) dz. \quad (1.1)$$

**Формирование последовательности случайных чисел с показательным распределением.**

Показательное распределение случайной величины имеет следующую плотность вероятности:

$$f(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x}, & \forall x \geq 0; \\ 0, & \forall x < 0. \end{cases} \quad (1.2)$$

Это распределение зависит от одного параметра  $\lambda$ , а его функция распределения

$$F(x) = \begin{cases} 1 - \lambda e^{-\lambda x}, & \forall x > 0; \\ 0, & \forall x \leq 0. \end{cases} \quad (1.3)$$

Подставим выражение (1.3) в (1.1), тогда

$$x_i = \lambda \int_0^{z_i} e^{-\lambda z} dz; \quad (1.4)$$

$$x_i = 1 - e^{-\lambda z_i}; \quad (1.5)$$

$$z_i = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - x_i). \quad (1.6)$$

Так как  $(1 - x_i)$  случайное равномерно распределенное в интервале  $[0; 1]$  число, то

$$z_i = -\frac{1}{\lambda} \ln x_i. \quad (1.7)$$

Теоретические значение математического ожидания  $m$ , дисперсии  $D$  и среднего квадратического отклонения  $\sigma$  последовательности случайных чисел с показательным распределением

$$m = \frac{1}{\lambda}; \quad D = \frac{1}{\lambda^2}; \quad \sigma = \sqrt{D}. \quad (1.8)$$

**Формирование последовательности случайных чисел, равномерно распределенных в интервале  $[a; b]$ .**

Для формирования псевдослучайных числовых последовательностей  $z_i$ , равномерно распределенных в интервале  $[a, b]$  с плотностью распределения

$$f(z) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & \forall a \leq z \leq b; \\ 0, & \forall z < a; z > b. \end{cases} \quad (1.9)$$

достаточно случайное число  $x_i$  из интервала  $[0; 1]$  привести к интервалу  $[a; b]$  и сдвинуть на величину  $a$ :

$$z_i = (b - a) x_i + a. \quad (1.10)$$

При этом теоретическое значение математического ожидания  $m$  последовательности случайных чисел и их дисперсия  $D$  определяются по следующим формулам:

$$m = \frac{a+b}{2}; \quad D = \frac{(b-a)^2}{12}. \quad (1.11)$$

**Формирование последовательности случайных чисел, подчиняющихся распределению Пуассона (приближенный метод).**

Во многих задачах (анализ вызовов на АТС, излучение электронов из накаливаемого катода, анализ микробов в воздухе и т. д.) приходится сталкиваться со случайными величинами, распределенными по своеобразному закону, который называется законом Пуассона.

Случайная величина  $X$  распределена по закону Пуассона, если вероятность того, что она примет определенное значение  $m$  из ряда чисел  $0, 1, 2, \dots, m, \dots$ , выражается формулой

$$P_m = \frac{\alpha^m}{m!} \cdot e^{-\alpha},$$



где  $\alpha$  – некоторая положительная величина, называемая параметром закона Пуассона (может быть и нецелой).

Ряд случайной величины  $X$ , распределенной по закону Пуассона, имеет вид, показанный в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Ряд случайной величины  $X$ , распределенной по закону Пуассона

$X_m$	0	1	2	...	$m$	...
$P_m$	$e^{-\alpha}$	$\frac{\alpha}{1!} \cdot e^{-\alpha}$	$\frac{\alpha}{2!} \cdot e^{-\alpha}$	...	$\frac{\alpha}{m!} \cdot e^{-\alpha}$	...

На рисунке 1.1 приведены распределения случайной величины  $X$  по закону Пуассона, соответствующие различным значениям параметра.

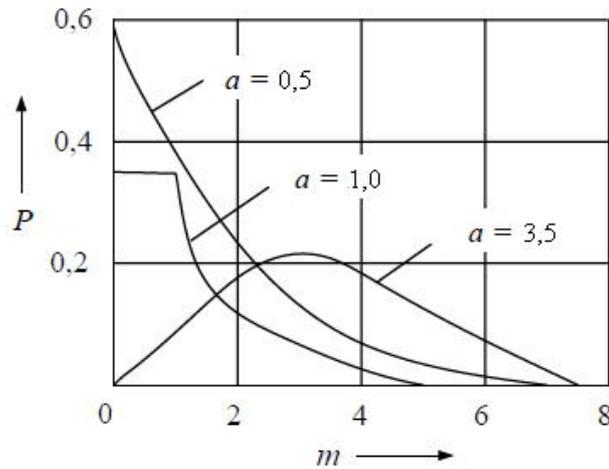


Рисунок 1.1 – Распределение случайной величины  $X$  по закону Пуассона

Для формирования такой последовательности может быть использована следующая процедура. Берется произведение равномерно распределенных в интервале  $[0; 1]$  чисел  $x_j$ . Причем число сомножителей  $m$  выбирается таким, чтобы выполнялось неравенство

$$\prod_{i=1}^m x_i < e^{-\lambda}, \quad (1.12)$$

где  $m$  – параметр моделируемого распределения Пуассона.

Если условие (1.12) выполняется, то можно утверждать, что число  $z_j = m - 1$  будет представлять случайное число, принадлежащее последовательности чисел, распределенных по закону Пуассона с параметром  $m$ .

**Формирование последовательности случайных чисел, распределенных по нормальному закону с параметрами  $m$  и  $\sigma$ .**

Плотность распределения последовательности случайных чисел, распределенных по нормальному закону, имеет следующий вид:

$$f(z') = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}. \quad (1.13)$$

В силу центральной предельной теоремы случайная величина

$$z_j = \sum_{i=1}^N x_i, \quad j = 1, \dots, k \quad (1.14)$$

при достаточно большом  $N$  будет иметь распределение, близкое к нормальному. Здесь в качестве  $x_i$  могут быть использованы равномерно распределенные псевдослучайные числа;  $N$  – количество равномерно распределенных чисел в сумме;  $k$  – количество моделируемых нормально распределенных чисел.

Если  $x_i$  – некоррелированные величины, то

$$m[z] = \sum_1^N m_{x_i} = N \frac{a+b}{2}; \quad D[z] = \sum_1^N D_{x_i} = N \frac{(a+b)}{12}. \quad (1.15)$$

Используя последние выражения для заданного  $N$ , можно определить границы  $[a; b]$  такие, чтобы  $Z$  имела заданные значения параметров  $m$  и  $\sigma$ , решив систему уравнений

$$\sigma = \frac{(b-a)\sqrt{N}}{2\sqrt{3}}; \quad m = \frac{N(a+b)}{2}, \quad (1.16)$$

откуда

$$a = \frac{m - \sigma\sqrt{N}}{N}; \quad b = \frac{m + \sigma\sqrt{3N}}{N}. \quad (1.17)$$

Для получения псевдослучайных чисел, равномерно распределенных на интервале  $[a; b]$ , можно воспользоваться преобразованием (1.10).

Используя аппарат функциональных преобразований, а также разложение функции в ряды специального вида, можно получить уточненную формулу для формирования последовательностей случайных чисел, распределенных по нормальному закону:

$$z = z' + \frac{1}{20 \cdot N} \left[ (z')^3 - 3 \cdot z' \right].$$

**Вычисление основных статистических характеристик полученных псевдослучайных числовых последовательностей.**

Оценка математического ожидания  $m_p$ , дисперсии  $D_p$  и среднего квадратического отклонения  $\zeta_p$  числовой последовательности  $x_i$  выполняется



по следующим формулам:

$$m_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; D_p = \frac{1}{n} (x_i - m)^2; \sigma_p = D_p, \quad (1.18)$$

где  $x_i$  –  $i$ -е значение псевдослучайной числовой последовательности.

### **Оценка результатов статистического моделирования реализаций случайных величин.**

В силу случайных причин теоретические значения  $m$ ,  $D$  и  $\sigma$ , полученные по формулам (1.8) и вычисленные на основе смоделированных экспериментальных реализаций по формулам (1.18), будут отличаться на величину  $\varepsilon$ , называемую точностью оценки:

$$(m - m_p) < \varepsilon, (D - D_p < \varepsilon) = \alpha. \quad (1.19)$$

Вероятность  $\alpha$  того, что неравенства (1.19) выполняются, называют достоверностью оценки. Тогда

$$p(|m - m_p| < \varepsilon) = \alpha. \quad (1.20)$$

Согласно центральной предельной теореме, оценка среднего при больших значениях реализаций  $N$  будет иметь распределение, близкое к нормальному, с математическим ожиданием  $m$  и дисперсией  $\zeta^2/N$ . При этом точность оценки  $\varepsilon$  смоделированной нормально распределенной числовой последовательности при числе реализаций  $N$  может быть определена выражением

$$\varepsilon = \frac{t_\alpha \sigma_p}{\sqrt{N}}, \quad (1.21)$$

где  $t_\alpha$  – квантиль порядка  $\alpha$  (заданной вероятности  $\alpha$ ) для нормальной функции распределения с параметрами  $m = 0$ ;  $\sigma = 1$ .

Квантилем порядка  $\alpha$  одномерного распределения называется такое значение  $t_\alpha$  случайной величины  $t$ , для которого  $p(t < t_\alpha) = \alpha$ .

Для нормального закона распределения случайной величины с параметрами  $m$  и  $\zeta$  вероятность  $p(t < t_\alpha)$  определяется следующим образом:

$$p(t < t_\alpha) = \Phi\left(\frac{t_\alpha - \alpha}{\sigma}\right), \quad (1.22)$$

где  $\Phi$  – табулированная нормальная функция распределение Лапласа.

При моделировании случайных величин важным является вопрос о соответствии полученной реализации заданному закону распределения.

Существует несколько методов проверки качества числовых последова-



тельностью, например, проверка случайности и периодичности, а также гипотезы о соответствии последовательности заданному закону распределения.

Последняя проверка производится с помощью критериев согласия, из которых чаще всего используется критерий  $\chi^2$  Пирсона.

### **1.2 Индивидуальное задание**

Разработать модель для получения случайных чисел с заданным законом распределения по заданию преподавателя.

### **1.3 Контрольные вопросы**

1 Какие методы моделирования равномерно распределенных псевдослучайных чисел Вы знаете?

2 Почему для получения последовательности случайных чисел с заданным законом распределения в качестве базовой последовательности используются равномерно распределенные случайные числа?

3 Как получить последовательность равномерно распределенных в интервале  $[a; b]$  псевдослучайных чисел?

## **2 Коррекция черно-белых и полноцветных изображений**

**Цель работы:** научиться корректировать черно-белые и полноцветные изображения.

### **2.1 Основные теоретические сведения**

Первоначально фотография представляла собой чёрно-белое (Ч/Б) изображение. В настоящее время, чтобы получить черно-белый снимок, необходимо преобразовывать цветное изображение в Ч/Б.

Матрица в фотокамерах способна воспринимать свет только в оттенках серого, которых гораздо больше, чем 50. Для того чтобы картинка стала цветной, используют специальный фильтр, состоящий из красных, зелёных и синих участков, располагающихся в определённой последовательности.

При съёмке на плёнку сложно корректировать яркости отдельных цветов. Например, при использовании красного фильтра на объективе голубое небо в черно-белом варианте получается темнее.

В цифровой фотографии можно редактировать яркости отдельных цветов, в результате преобразования снимка в черно-белый можно получить желаемый результат, а в случае неудачи – попробовать еще раз. С пленкой такие манипуляции невозможны.

Наилучшими инструментами для съёмки чёрно-белых фотографий являются камеры с возможностью сохранения RAW-файлов. Необработанные фото-



графии содержат 12 или 14 бит информации о цвете, в отличие от Jpeg, где цветное пространство сжимается до 8 бит.

Почти все камеры имеют режим съёмки в Ч/Б режиме. У данной опции есть серьёзные недостатки. Изображение получается плоским. Невозможно регулировать параметры, такие как яркость отдельных тонов и контрастность. Иногда предоставляются параметры для регулировки контраста и баланса цветов, но этим очень неудобно пользоваться при съёмке.

Лучше всего снимать в цвете и сохранять снимки в RAW, а преобразование выполнять в различных растровых редакторах (платные: Adobe Photoshop, бесплатные: Krita, Paint.NET, Gimp, Pixa и т. д.) – некоторые из них могут содержать большое количество инструментов для этого. Среди них есть как разрушающие, так и неразрушающие.

Разрушающие инструменты – это те, которые не позволяют вернуться к цветному варианту снимка, а затем снова продолжить обработку в Ч/Б. Единственный способ вернуться к предыдущим шагам – это сделать отмену действий, которые ограничены количеством сохраняемых шагов в «истории».

Неразрушающие методы обработки предполагают использование корректирующих слоёв и смарт-объектов. Всё преобразование происходит на новом слое, параметры которого в любой момент можно изменить, а исходный снимок остаётся нетронутым. Затем можно сохранить работу в PSD или TIFF со всеми слоями для дальнейшего редактирования или сохранить как Jpeg с уменьшением объёма файла и утратой всех слоёв.

Рассмотрим коррекцию изображений на примере программы для работы с изображениями Paint.NET.

Меню «Коррекция» в Paint.NET содержит различные команды, предназначенные для корректировки цветового содержания изображения. Команд в этом меню может быть больше в зависимости от количества подключенных внешних плагинов plugin для Paint.NET. На рисунке 2.1 приведен минимальный вид меню «Коррекция» (так оно выглядит в только что установленном редакторе Paint.NET).

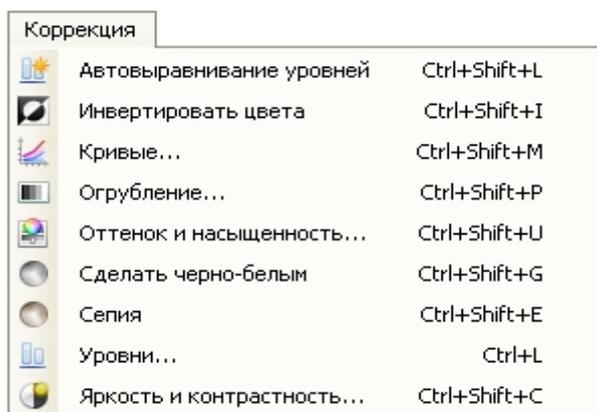


Рисунок 2.1 – Меню «Коррекция»

Для иллюстрации действия каждой команды из пункта меню «Коррекция» будем использовать изображение, показанное на рисунке 2.2. Это исходное

изображение. В описании большинства из команд на этой странице будет приведен пример – рисунок, полученный из исходного, путем применения той или иной команды Paint.NET из меню «Коррекция».



Рисунок 2.2 – Исходное изображение

#### *Автовывравнивание уровней цвета в Paint.NET.*

Пункт меню «Автовывравнивание уровней» в меню «Коррекция» графического редактора Paint.NET предназначен для выравнивания цвета изображения. Слишком темные или, наоборот, слишком яркие участки изображения будут отображены в нормальном диапазоне. Эта команда не имеет параметров. Результат после применения выравнивания уровней к исходному изображению можно увидеть на рисунке 2.3. Эта команда эквивалентна коррекции «Уровни» с параметрами по умолчанию и нажатой кнопкой «Автоуровень».



Рисунок 2.3 – Пример выравнивания цвета изображения

#### *Регулировка яркости и контраста изображения в Paint.NET.*

Пункт меню «Яркость и контрастность» предназначен для того, чтобы сделать цвета на рисунке темнее или светлее либо сделать их более контрастными.

Диалоговое окно этой функции имеет два параметра: «яркость» и «контрастность» соответственно.

Исходное изображение, если сделать его ярче, будет выглядеть следующим образом (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – Пример изображения с повышенной яркостью

Исходное изображение, если сделать его контрастнее, будет выглядеть следующим образом (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Пример изображения с повышенным контрастом

Исходное изображение, если сделать его ярче и контрастнее одновременно, будет выглядеть, как на рисунке 2.6.

*Размер изображения по размеру окна в Paint.NET.*

Команда «По размеру окна» масштабирует изображение так, чтобы оно полностью помещалось в рабочую область. Это удобно для больших изображений, чтобы увидеть весь рисунок целиком. При этом выполнение этой команды не увеличивает масштаб рисунка более 100 %, что можно заметить, используя её на маленьком изображении.



Рисунок 2.6 – Пример изображения с повышенной яркостью и контрастом

#### *Регулировка кривых цвета в Paint.NET.*

Команда «Кривые» предназначена для визуального управления цветом в виде кривых. Этому пункту меню «Кривые» посвящена отдельная страница инструкции.

#### *Как сделать изображение черно-белым в Paint.NET.*

Пункт меню «Сделать черно-белым» представляет собой простой способ отменить цвета на картинке и сделать её черно-белой в серых тонах. Пример применения этой коррекции над исходным изображением можно увидеть на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 – Пример изменения цветного изображения на черно-белое

#### *Изменение оттенков и насыщенности рисунка в Paint.NET.*

Команда «Оттенок и насыщенность» используется для изменения насыщенности цветов в изображении или изменения их оттенков. Кроме этого, с помощью данной команды можно изменять также яркость цветов. Однако именно для изменения яркости следует использовать специальную команду

«Яркость и контрастность», описанную выше, т. к. результат от использования этой функции может быть другим.

Если применить к исходному изображению команду «Оттенок и насыщенность» со значением параметра «оттенок» – 88 и параметра «насыщенность» – 158, то результат будет таким, как на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 – Изменение оттенка и насыщенности

#### *Создание фотонегатива в Paint.NET.*

Команда «Инvertировать цвета» по своему действию похожа на превращение фотографии в негатив. Эта команда заменяет цвета на противоположные. Так, если применить к изображению эту команду два раза, то в результате получится исходное изображение. Если применить эту команду к исходному изображению из рассматриваемого примера, то результат будет таким, как на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 – Негатив исходного изображения

#### *Гамма и цветовой диапазон изображения в Paint.NET.*

Команда «Уровни» используется для того, чтобы изменить цветовую гамму и диапазон цветов на изображении.

### *Огрубление цветов изображения в Paint.NET.*

Команда «Огрубление» позволяет уменьшить количество доступных цветов, используемых в изображении. Обычно для каждого цветового канала (красный, зеленый и синий) используется 256 возможных значений (от 0 до 255). С помощью команды «Огрубление» в Paint.NET можно ограничить это значение количеством от 2 до 64 для каждого цветового канала. Уменьшение количества цветов придает изображению эффект искусственно состаренной или ретро-картинки. Применение команды «Огрубление» для нашего примера даст следующий результат (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Применение эффекта «Огрубление» к исходному изображению

### *Создание эффекта сепии в Paint.NET.*

Команда «Сепия» сначала превращает изображение в черно-белое, а потом добавляет тон сепии. Из истории, одно из значений термина «сепия» – это краска. Натуральная сепия изготавливалась из чернильного мешка каракатицы. Эта краска использовалась художниками в середине восемнадцатого века при рисовании картин. Натуральная сепия применялась для тонирования фотографий в коричневый цвет. Эффектом сепии в фотографии является превращение серебра в сульфид, который становится более стоек к выцветанию. Поэтому многие старые чёрно-белые фотографии коричневые, так у них больше шансов не выцвести и дожить до наших дней. Применение команды «Сепия» в Paint.NET к нашему примеру можно увидеть на следующем рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Результат применения команды «Сепия» к исходному изображению

## 2.2 Индивидуальное задание

Провести коррекцию изображения по заданию преподавателя.

### Контрольные вопросы

- 1 Чем отличается съемка на цифровую камеру черно-белого и цветного изображения?
- 2 Какие виды коррекции изображения существуют?
- 3 Что позволяет сделать меню «Коррекция» Paint.NET?

## 3 Обработка дефектов черно-белых и полноцветных изображений

**Цель работы:** научиться обрабатывать дефекты черно-белых и полноцветных изображений

### 3.1 Основные теоретические сведения

#### *Хроматические aberrации.*

Хроматические aberrации – явление, вызванное дисперсией света (разложение луча света на составляющие), проходящего через объектив. Дело в том, что лучи с разной длиной волны (разного цвета) преломляются под разными углами, поэтому из белого пучка образуется радуга.

Хроматические aberrации приводят к снижению чёткости изображения (рисунок 3.1) и появлению цветных контуров (особенно на контрастных объектах).



Рисунок 3.1 – Хроматические aberrации

Часто термин хроматические aberrации сокращают до «ХА».

### *Дисторсия.*

Дисторсия – геометрическое искажение прямых линий. Есть два вида дисторсии – подушкообразная и бочкообразная. Если прямые стали вогнутыми – это подушкообразная дисторсия, если выпуклыми – бочкообразная (рисунок 3.2).

Дисторсия наблюдается у зум-объективов при крайних значениях.

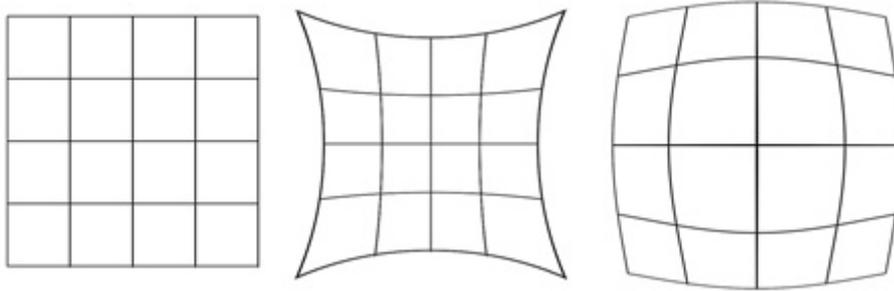


Рисунок 3.2 – Дисторсия

### *Виньетирование.*

Виньетирование – это падение яркости от центра к краям изображения. Как правило, в центре нет затемнения, оно четко видно только на углах изображения (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Виньетирование

Виньетирование вызвано конструктивными особенностями объективов, из-за которых обрезается световой поток, сильно отклоняющийся от оси объектива. Соответственно, сильнее всего виньетирование заметно на широкоугольных объективах. Также виньетирование проявляется на объективах с большой светосилой при максимальной диафрагме.

Виньетирование используется и как художественный элемент обработки изображения.

### *Бэк- и фронт-фокус.*

Иногда возникают ситуации, когда при фокусировке на объект получается фотография, на которой четкость смещена в сторону камеры. Это называется фронт-фокус (рисунок 3.4). Когда фокусировка смещена в обратную от камеры сторону – это бэк-фокус.



Рисунок 3.4 – Фронт-фокус

В идеале объектив посылает все лучи света точно на одну плоскость, на которой находится матрица. Но, если по какой-либо причине объектив несколько смещен, возникает такая проблема. Исправляется это с помощью процесса юстировки, которая выполняется в сервисном центре.

### *Устранение дефектов оптики.*

Изначально все дефекты связаны с классом оптики, на бюджетных объективах они проявляются намного сильнее, нежели на дорогой оптике.

В той или иной степени все вышеперечисленные дефекты изображений, кроме бэк- и фронт-фокуса, устраняются программно. Виньетирование полностью исправляется с помощью стандартных инструментов самых распространенных графических программ: Lightroom и Photoshop (Camera Raw). Дисторсии несколько сложнее исправить, но и это не вызывает проблем. Больше всего времени придется потратить на устранение хроматических аберраций.

## **3.2 Индивидуальное задание**

Обнаружить, идентифицировать и устранить дефекты на изображениях, представленных преподавателем.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое хроматическая аберрация?
- 2 Что такое дисторсия?
- 3 Что такое виньетирование?
- 4 Что такое бэк- и фронт-фокус?

## 4 Обработка цифровых изображений

**Цель работы:** изучить методы обработки цифровых изображений

### 4.1 Основные теоретические сведения

Все методы, решающие задачи обработки цифровых изображений, можно разделить на методы обработки в частотной и пространственной областях. Для обработки изображений в пространственной области наибольшее распространение получили следующие методы:

- ранговые алгоритмы;
- разностные методы;
- гистограммные методы;
- метод локальных контрастов;
- координатный метод анализа изображения;
- спектральный метод анализа изображения.

К преимуществам методов обработки изображений в пространственной области относится возможность быстрой обработки в масштабе реального времени, а к недостаткам – ограниченность функциональных возможностей и недостаточная эффективность. При рассмотрении методов обработки изображений всегда остро стоит вопрос выбора критериев оценки качества их преобразования. Хотя способы обработки изображений в частотной области и достаточно развиты, но требуют значительных вычислительных затрат и для решения практических задач применяются реже.

#### *Ранговые алгоритмы.*

Существующие методы цифровой обработки изображений с позиций использования вычислительных средств можно разделить на две категории – структурированные и неструктурированные методы.

#### *Разностные методы.*

Психофизические эксперименты показывают, что фотографическое или телевизионное изображение с подчеркнутыми границами часто воспринимается субъективно лучше, чем фотометрически совершенная продукция. Процедуру подчеркивания границ реализуют с использованием методов нечеткого маскирования (разностных методов).

Суть этих методов состоит в следующем. Исходное изображение сканируют двумя апертурами с различной разрешающей способностью. В одной апертуре разрешающая способность отвечает норме, а во второй – ниже нормы. В результате образуются два массива: массив элементов изображения  $L$  и массив элементов нечеткого изображения  $\bar{L}$ . Недостатком метода нечеткого маскирования является то, что коэффициент усиления  $k$  представляет собой константу. Это приводит к одинаковому усилению слабоконтрастных участков и участков с достаточным контрастом.



### *Гистограммные методы.*

Гистограмма распределения яркостей реального изображения, подвергнутого линейному квантированию, имеет ярко выраженный подъем в сторону малых уровней. Поэтому мелкие детали на темных участках видимы плохо, а сами изображения характеризуются низким контрастом. С целью повышения контраста таких изображений используют методы видоизменения гистограммы. Суть этих методов состоит в преобразовании яркостей исходного изображения таким образом, чтобы гистограмма распределения яркостей приобрела желательную форму.

Оптимальным с точки зрения зрительного восприятия человеком является изображение, элементы которого имеют равномерное распределение яркостей. Множество исследователей получили ряд улучшенных изображений путем выравнивания гистограммы, т. е. в каждом случае они стремились достичь равномерности распределения яркостей обработанного изображения. Процедура выравнивания гистограммы состоит из следующих действий:

- 1 Вычисляется гистограмма распределения яркостей элементов изображения.
- 2 Строится нормированная кумулятивная гистограмма.
- 3 Формируется новое изображение.

Это преобразование эффективно для улучшения визуального качества низкоконтрастных деталей. Существует также ряд известных методов видоизменения гистограммы, которые приводят к получению изображений с заранее заданным распределением. Описанные методы преобразования гистограммы могут быть глобальными, т. е. использовать информацию обо всем изображении, и скользящими, когда для преобразования используются локальные области изображения. Рассмотренные выше подходы служат основой широкого класса гистограммных методов преобразования изображений.

### *Метод локальных контрастов.*

Одной из наиболее удобных форм представления информации является изображение. Существуют различные подходы к визуализации. Одним из существенных недостатков этих методов является то, что в большинстве своем они обеспечивают формирование слабоконтрастных изображений. Это вызывает необходимость развития методов их обработки. Поэтому основная цель методов улучшения состоит в преобразовании изображений к более контрастному и информативному виду. Довольно часто на изображении присутствуют искажения в определенных локальных областях, которые вызваны дифракцией света, недостатками оптических систем или расфокусировкой. Это порождает необходимость выполнения локальных преобразований изображения.

Рассмотрим известную технологию повышения качества изображений, которая основывается на преобразовании локальных контрастов. Основная ее идея состоит в том, что для каждого элемента изображения сначала определяется локальный контраст, а потом происходит его нелинейное усиление и восстановление яркости данного элемента изображения из уже скорректированного локального контраста.

Рассмотренный метод является классическим примером методов класса преобразования локальных контрастов. Эти методы позволяют не только ре-

шать задачи улучшения визуального качества изображений, но и реализовывать как высокочастотную, так и низкочастотную фильтрацию с помощью применения различных функций преобразования локальных контрастов.

Контрастирование может использоваться для улучшения изображений. Как правило, при контрастировании преобразуется и яркость. Основное правило для оценки применимости контрастирования: монотонно нарастающие характеристики преобразования яркости в основном используются для повышения качества изображений. Контрастирование может применяться как для ахроматических, так и для цветных изображений.

#### **4.2 Индивидуальное задание**

Провести обработку изображения одним из методов по заданию преподавателя.

#### **Контрольные вопросы**

- 1 Какие методы обработки изображений Вы знаете?
- 2 В чем заключаются ранговые алгоритмы?
- 3 Объясните разностные методы.
- 4 Поясните работу гистограммных методов.

#### **Список литературы**

- 1 **Ткаченко, Г. И.** Компьютерная графика : учебное пособие / Г. И. Ткаченко. – Таганрог : Южный федеральный ун-т, 2016. – 94 с.
- 2 Меню «Коррекция» в Paint.NET [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://paint-net.ru/?id=67>. – Дата доступа: 28.09.2018.
- 3 Оптические дефекты изображения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fototips.ru/praktika/opticheskie-defekty-izobrazheniya/>. – Дата доступа: 28.09.2018.
- 4 Обзор методов цифровой обработки изображений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/6152535/page:3/>. – Дата доступа: 28.09.2018.

