

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**

Т.Г. Смаглиенко, О.В. Украинский

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
ПО ОСНОВАМ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

**Учебно-методическое пособие
по выполнению лабораторных работ**

СПб ГУТ)))

УДК 621.3.049.75

ББК 32.844.1

К71

Рецензент

к.т.н., профессор, заведующий кафедрой радиосвязи и вещания СПбГУТ

О. В. Воробьев

Рекомендовано к печати

редакционно-издательским советом СПбГУТ

Смаглиенко Т. Г., Украинский О.В.

К71 Методические указания к выполнению лабораторных работ по основам обработки изображений предназначены для студентов очной и заочной форм обучения, изучающих дисциплины, связанные с подготовкой контента в системах телевизионного вещания.

Методические указания включают лабораторные работы, посвященные изучению влияния гамма-характеристики канала изображения на искажения передачи яркостных соотношений, в процессе выполнения лабораторных работ студентами моделируется процесс электронного растривания изображений, а также ряда других основных видов электронных преобразований.

Описанию каждой лабораторной работы предшествует необходимый теоретический материал, облегчающий ориентацию студентов в последовательности выполнения работы и разъясняющий основные теоретические положения.

УДК 621.3.049.75

ББК 32.844.1

© Смаглиенко Т.Г., Украинский О.В., 2019

© Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет

телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2018

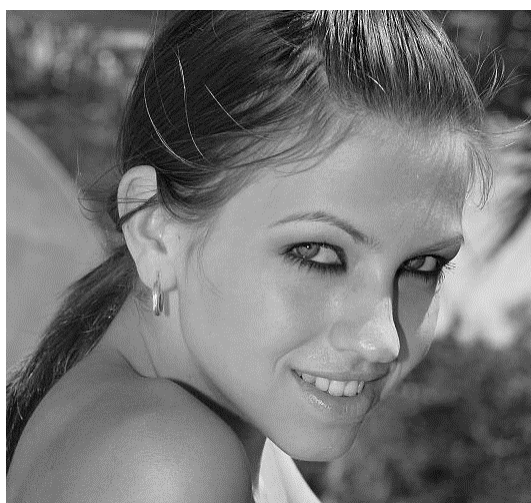
Исследование методов улучшения восприятия изображений при грубом квантовании

Цель работы

Распространенным инструментом цифровой компрессии изображений является сокращение числа уровней квантования. Этот прием используется в цифровом телевидении совместно с дискретным косинусным преобразованием при кодировании, а также для работы с отдельными изображениями в мультимедийных приложениях. Добавление к сигналу изображения аддитивного шума улучшает качество изображения после квантования, однако характеристики зашумления должны подбираться с учетом ряда факторов. Целью лабораторной работы является исследование метода улучшения качества изображения после квантования путем выбора требуемой степени зашумления.

Основные сведения

При сокращении числа уровней квантования изображения, а также в случае необходимости выбрать небольшое число уровней квантования из-за ограниченных возможностей канала или хранилища информации, возникают ложные контуры, которые хорошо видны на рис. 1 б):



а)



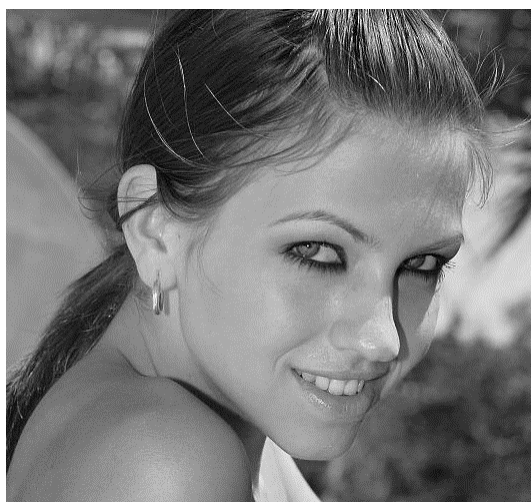
б)

Рис. 1. Влияние сокращения числа уровней квантования на качество изображения:

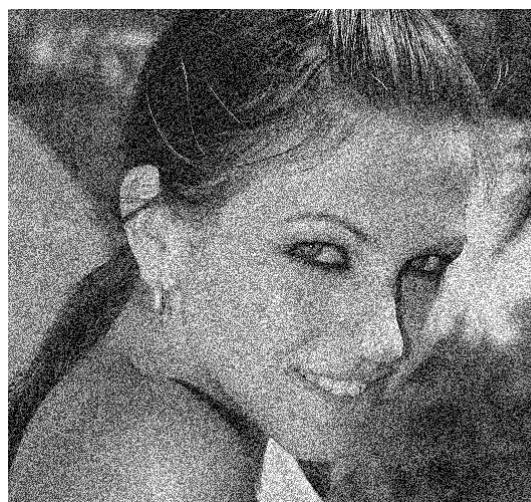
- а) — 256 уровней квантования,
- б) — 8 уровней квантования.

Существует возможность визуального улучшения качества изображения путем разрушения ложных контуров на изображении, возникающих при его равномерном квантовании с относительно небольшим числом уровней [1,2]. Этот приём известен под названием «dithering» и используется в аудио- и видеотехнике. Улучшение качества изображения достигается тем, что перед квантованием к сигналу изображения добавляют аддитивный шум с небольшой дисперсией. Такой шум влияет на процесс квантования, слегка изменяя пороги квантования для каждого элемента изображения отдельно и в случайную сторону. Процесс квантования при этом не сопровождается образованием на изображении ложных контуров. Дисперсия добавляемого шума должна быть небольшой, чтобы сильно не испортить изображение, но достаточной для разрушения на нём ложных контуров.

На рис. 2 показано изображение с различной степенью зашумления.



а)



б)

Рис.2. Изображение с различной степенью зашумления:

- а) — индекс зашумления 5,
- б) — индекс зашумления 80.

Цель работы заключается в изучении описанного эффекта путём подбора величины шума для нахождения компромисса между заметностью шума и заметностью ложных контуров, возникающих ввиду чрезмерно «грубого» квантования.

Лабораторная работа выполняется на базе интерфейса лабораторной работы № 14 «Исследование принципов формирования цифрового ТВ сигнала».

Выполнение работы

В ходе выполнения работы к изображению, подлежащему квантованию, добавляется случайный аддитивный шум (рабочее окно программы, вкладка «Шум») с уровнем шума, U_p . Уровень шума выставляется движком «Уровень шума» в поле «Случайный аддитивный шум» на вкладке «Шум» в нижней части окна программы.

В лабораторной работе, как и на практике, эта задача решается поиском оптимальной степени зашумления для изображений разных классов, а также с учетом количества уровней последующего квантования. Например, для изображения, подвергаемого квантованию на 16 уровней, добавляемый перед квантованием шум может быть практически не заметен, однако ложные контуры разрушаются практически полностью. Если изображение предполагается квантовать, например, на восемь уровней, то в этом случае для снижения заметности ложных контуров на изображении степень зашумления должна быть больше.

В ходе работы изображение следует подвергнуть зашумлению и сохранить в виде файла в папке «Temp», при этом к имени файла целесообразно прибавить цифру, показывающую уровень зашумления. Оптимальный уровень зашумления определяется для заданного числа уровней квантования как компромисс, исходя из следующих соображений: недостаточное зашумление изображения делает заметными ложные контуры на изображении после квантования, а чрезмерное зашумление изображения снижает его качество.

По результатам работы заполняется таблица (Таблица 1), а также для каждого из трех изображений строятся графики, показывающие:

- зависимость субъективной оценки качества изображения (по пятибалльной системе) от числа уровней квантования при условии минимальной заметности шума на изображении,

- зависимость условного индекса шума от числа уровней квантования для значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Наилучшее значение условного индекса шума (уровня шума) для улучшения качества изображения при различном числе уровней квантования.

Число уровней квантования	Изображение крупного плана	Изображение среднего плана	Изображение с мелкими деталями
4			
8			
16			
32			
64			

Для исследования изучаемого процесса выбираются изображения трех видов – с крупным планом, смешанными и средними планами, и также с мелкими деталями. Рабочие файлы соответственно – «Портрет-1», «Город», «Текст».

Содержание отчета

Отчет содержит название работы и ее цель в произвольном изложении, заполненную таблицу 1, графики, построенные по полученным значениям, а также выводы по проведенным исследованиям с формулировкой объяснения наблюдаемого эффекта, его природы и последствий.

Контрольные вопросы

1. Какова причина появления ложных контуров на изображении при грубом квантовании?

2. Соблюдение каких условий определяет компромисс в выборе требуемого значения уровня шума (см. табл. 1) для добавления в изображение перед квантованием?

3. Почему для исследуемой в работе цели используется аддитивный шум, а не, например, импульсный?

4. Каковы возможные области применения исследуемого в работе метода?

5. Почему присутствие шума в телевизионном сигнале считается нежелательным, если добавление шума в изображение улучшает его качество?

Литература

1. Рудаков П. И., Сафонов И. В. Обработка сигналов и изображений. MATLAB 5.x / Под общ. ред. к. т. н. Б.Г. Потемкина. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000. - 416 с.

2. Ежова К.В., Моделирование и обработка изображений. Уч. пос. СПб, ИТМО, 2011, 93 с

Исследование метода передачи полутонов при бинарном квантовании изображений

Цель работы

Появление техники воспроизведения изображений, основанной на технологии «электронных чернил», требуют поиска новых методов передачи полутонов и цветовых оттенков. Такие методы широко используются в полиграфии и они принципиально работают с двуградационными изображениями.

Целью работы является исследование возможности передачи информации о полутонах методом растрирования изображения, что оказывается возможным благодаря некоторым свойствам зрения.

Основные сведения

Метод растрирования — это «упрощенный» метод передачи полутонов изображения, широко используемый в полиграфии или в специальных воспроизводящих устройствах. Метод заключается в формировании растровых бинарных изображений из полутоновых. Он дает хорошие результаты в тех случаях, когда имеется определенный запас по разрешающей способности системы передачи изображения. Это связано с тем, что недостатком данного метода является ухудшение качества передачи мелких деталей [1-3].

Пример растрированного изображения показан на рис.1.

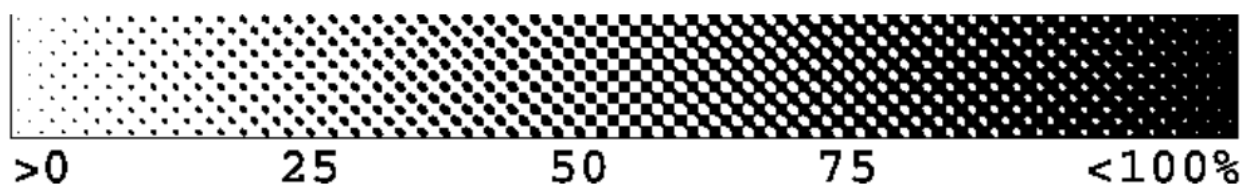


Рис. 1. Пример растрированного изображения полутоновой шкалы. Внизу показано соотношение площадей черных и белых участков изображения, которое аналогично понятию скважности.

Согласно этому методу, при воспроизведении или печати (например, газет или журналов) двуградационное изображение формируется из белых и черных точек. Предполагается, что для среднестатистических условий рассматривания такого изображения размер точек должен лежать в области пространственных частот вблизи границы разрешения глаза. При этом естественная для глаза низкочастотная пространственная фильтрация наблюдаемого изображения позволяет воспринимать двуградационное изображение как полутоновое, возникающий при этом эффект напоминает технологию широтно-импульсной модуляции.

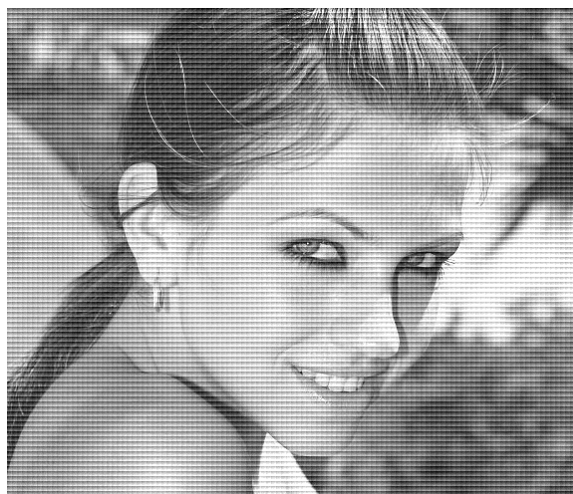
Для создания такого растриванного изображения исходное изображение разбивается по пространственным координатам на одинаковые квадратные блоки. К значению элементов каждого блока добавляется в качестве слагаемого число, присутствующее в матрице так называемого возмущающего сигнала с соответствующими координатами, размеры матрицы при этом равны размерам блока. В качестве матрицы возмущающего сигнала используют числа, подобранные с учетом статистики изображения и размеров содержащихся в нем мелких деталей.

?

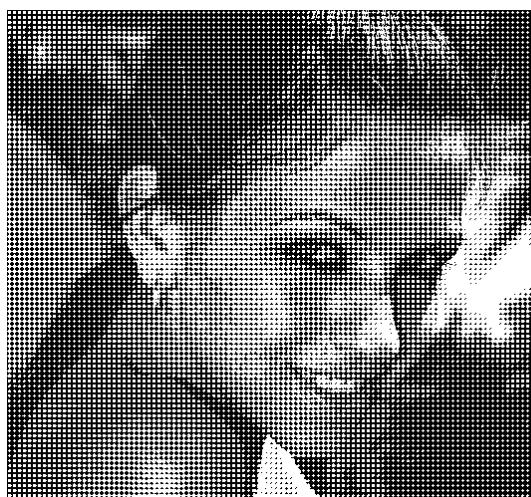
Следует отметить, что метод растривания изображения с целью передачи полутонов годится как для черно-белых изображений, так и для цветных, т.к. механизмы восприятия полутонового изображения во всех случаях определяются свойствами зрения и могут быть исследованы на примере черно-белого изображения.?

Цель данной лабораторной работы — исследовать практически процесс растривания изображения и влияния различных параметров этого процесса на восприятие растриванного изображения, а также подобрать размеры и содержание матрицы возмущающего сигнала для трех классов изображений.

Принцип получения растриванного изображения поясняется на рис. 2. Характер возмущающего сигнала, его структура и размер матрицы определяются областью применения, требованиями к устройству воспроизведения и его принципу работы. Наиболее полная информация о способах преобразования полутонового или цветного изображения в растриванное содержится в работе [2].



a)



б)



в)

Рис. 2.

- a) — исходное изображение с добавлением возмущающего сигнала,
- б) — изображение с добавлением возмущающего сигнала после бинарного квантования,

в) — исходное изображение после бинарного квантования.

Бинарное растриванное изображение (рис.2,б) создает значительно лучшее зрительное впечатление, чем обычное бинарное изображение (рис.2 в). Передача шкалы яркости при растривании достигается благодаря изменению относительных геометрических размеров белых и черных участков изображения, как это показано на рис.1. Если в блоке сгруппировались «светлые» отсчеты, то геометрические размеры белого пятна максимальны и равны размеру блока. При уменьшении яркости его геометрические размеры уменьшаются. Глаз человека выполняет локальное усреднение, создавая иллюзию наблюдения полутонового изображения.

В ходе выполнения работы для лучшего качества результирующего изображения требуется подбор матрицы возмущающего сигнала — ее размер и содержание, это связано с характером обрабатываемого изображения, а именно:

- размер матрицы возмущающего сигнала выбирается в зависимости от частотных свойств изображения, в частности, от наличия в нем мелких деталей, для передачи которых естественно выбирать размеры матрицы возмущающего сигнала возможно меньше,

- содержание матрицы возмущающего сигнала выбирается с учетом того факта, что равномерность распределения элементов матрицы по амплитуде определяет равномерность изменения средней яркости растриванного изображения для данного элемента, т.е., в конечном итоге, равномерность передачи полутонов исходного изображения.

Выполнение работы

Лабораторная работа выполняется на базе интерфейса лабораторной работы № 14 «Исследование принципов формирования цифрового ТВ сигнала». Полутоновое изображение открывается с помощью меню «Файл», затем в нижней части главного окна открывается вкладка «Шум», в правой части которой имеется раздел «Возмущающий сигнал». Здесь можно выбрать размер матрицы возмущающего сигнала и величину элементов матрицы.

Для работы следует использовать файл «Портрет» с изображением крупного плана и файл «Город» с изображением средних и мелких деталей. Для формирования возмущающего сигнала следует использовать для указанных файлов матрицы с размером соответственно 5 x 5 и 3 x 3 элемента, подобрав опытным путем значения их элементов. Следует иметь в виду, что

значения элементов матрицы возмущающего сигнала суммируются со значениями элементов изображения, а используемая компьютерная программа работает, как и в большинстве случаев, с восьмиразрядными изображениями, поэтому после суммирования с элементом матрицы возмущающего сигнала яркость элемента изображения не должна превысить значение 255, в противном случае возможны полутонные искажения. Чтобы избежать этого, яркость исходного изображения можно уменьшить движком «Яркость» на вкладке «Поэлементное преобразование». Для сохранения промежуточных изображений в процессе выполнения работы следует использовать папку «Temp» в каталоге программы.

Результат работы — файлы после обработки — сохраняется в папке «Temp» и предъявляется преподавателю.

Исследованию подвергаются следующие параметры преобразования изображений:

1. Размер матрицы возмущающего сигнала — выбирается два значения: 3x3 и 5x5 элементов.
2. Содержание матрицы возмущающего сигнала выбирается либо по заданию преподавателя, либо произвольно, с условием равномерного распределения значений. Выбирается три произвольных набора значений элементов матрицы, для которых формируются растринированные изображения, сохраняются в папке «temp» и для каждого из них выставляются субъективные оценки качества в пятибалльной системе.

Содержание отчета

Отчет содержит:

- название работы и ее цель в произвольной формулировке,
- записанные коэффициенты матрицы возмущающего сигнала, исследованные в работе,
- выводы относительно влияния размеров матрицы возмущающего сигнала для различных изображений,
- выводы относительно влияния величин элементов использованных в работе матриц на качество изображения,
- выводы по проведенным исследованиям с формулировкой объяснения эффекта передачи полутонных растринированным изображением.

Контрольные вопросы

1. Как применить метод растривания для работы с цветным изображением?
2. Какова роль размера матрицы возмущающего сигнала?
3. Есть ли ограничения на величину элементов матрицы возмущающего сигнала?
4. Какова последовательность действий с исходным изображением для преобразования его в черно-белое растриванное изображение?
5. Какие свойства зрения позволяют человеку, рассматривающему двуградационное изображение, воспринимать его как полутонное?

Литература

1. Ежова К.В., Моделирование и обработка изображений. Уч. пос. СПб, ИТМО, 2011, 93 с
2. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А., Цифровая обработка изображений в информационных системах. Уч.пос. НГТУ, 2000, 168 с.
3. Кузнецов Е., Введение в настольную полиграфию, часть 1. «Компьютеры + программы», 2003, №6.

Исследование особенностей пространственного спектра простейших изображений

Цель работы

Цель работы состоит в исследовании связи между изображением и его пространственным спектром, а также в изучении влияния основных характеристик изображения на его пространственный спектр.

Основные сведения

Пространственные частоты, участвующие в формировании оптического изображения и определяющие его пространственный спектр, являются важной характеристикой и определяющим фактором при анализе процесса кодирования, передачи и воспроизведения изображения, т.е. всех процессов, участвующих в телевизионной передаче [1,2].

Анализ и оценка спектра пространственных частот имеют большое значение также для систем прикладного телевидения, в которых передача информации имеет первостепенное значение [2]. В лабораторной работе используется компьютерная программа PICTLAB, разработанная и предоставленная сотрудниками Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова. Программа PICTLAB является простым и наглядным средством, позволяющим получить изображение пространственного спектра изображения на экране компьютера в трехмерном представлении, а также оценить влияние характеристик изображения и иных сопутствующих факторов на форму и конфигурацию пространственного спектра. При этом исследованию может подвергаться как обычное изображение, так и специально сформированное испытательное изображение, содержащее заранее заданные пространственные частоты.

Аналогично тому, как при изучении спектров временных частот используют простейшие сигналы — гармонические колебания, так и для изучения спектров пространственных частот необходимо использовать испытательное изображение в виде решетки с изменением яркости по гармоническому закону. В этом состоит широко применяемый в телевизионной технике метод гармонического анализа. Согласно этому методу, при изучении аналоговой ТВ техники изучалось прохождение временных частот сигнала через элементы ТВ тракта. Для этого нужны испытательные сигналы, и они формировались с помощью УЭИТ — набор гармонических сигналов путем развёртки шкалы групповой четкости на

испытательной таблице, а также единичный перепад яркости путем развертки элементов той же таблицы. При изучении пространственных частот также используется метод гармонического анализа и точно такая же методика исследования. В программе PICTLAB формируются испытательные сигналы в виде регулярных структур с изменением яркости по гармоническому закону с заданным размером, амплитудой (контрастом), пространственной частотой и направлением. Кроме того, в программе формируется испытательный сигнал в виде горизонтального и вертикального черно-белого перепада яркости, использование этого сигнала аналогично снятию переходной характеристики при изучении процессов во временной области.

Выполнение работы

После запуска программы в ее окне открывается файл `sk.bmp`, содержащий изображение для тестирования работы программы и знакомства с интерфейсом. Выделите фрагмент изображения, для этого нужно провести по нему указателем мышки с нажатой левой кнопкой, а затем щелкнуть левой кнопкой по выделенному фрагменту. После этого фрагмент изображения откроется в новом окне и к нему можно применить действия, определяемые главным меню программы. Опция меню «Спектр» позволяет построить спектр выделенного изображения для трех цветоделенных составляющих. Убедитесь, что наличие и характер мелких деталей в выделенном фрагменте изображения определяет протяженность спектра. Для ускорения работы программы и повышения наглядности выводов выделяемый фрагмент лучше выбирать небольшого размера.

1. Выберите на исходном изображении несколько фрагментов, отличающихся наличием и отсутствием мелких деталей, направлением ориентации контуров и перепадов яркости, регулярностью структуры. Изучите различия спектров пространственных частот, входящих в выделенные фрагменты, сформулируйте различия.

2. Сформируйте испытательное изображение в виде прямоугольного изображения периодической структуры с гармоническим законом изменения яркости размером 64×64 элемента, программа предлагает создать такой фрагмент по умолчанию.

Для исследования необходимо сформировать испытательный сигнал из двух пространственных частот $W_1=0,1$; $W_2=0,2$; амплитуда 126 единиц. Следует заметить, что численные характеристики испытательного изображения носят относительный характер, т.к. экран компьютера может иметь различный размер, амплитуда спектра автоматически нормируется при

его построении и закономерности изменения спектра являются общеизвестными [1].

На рис.1 показано окно для выбора пространственных частот в процессе синтеза испытательного изображения.

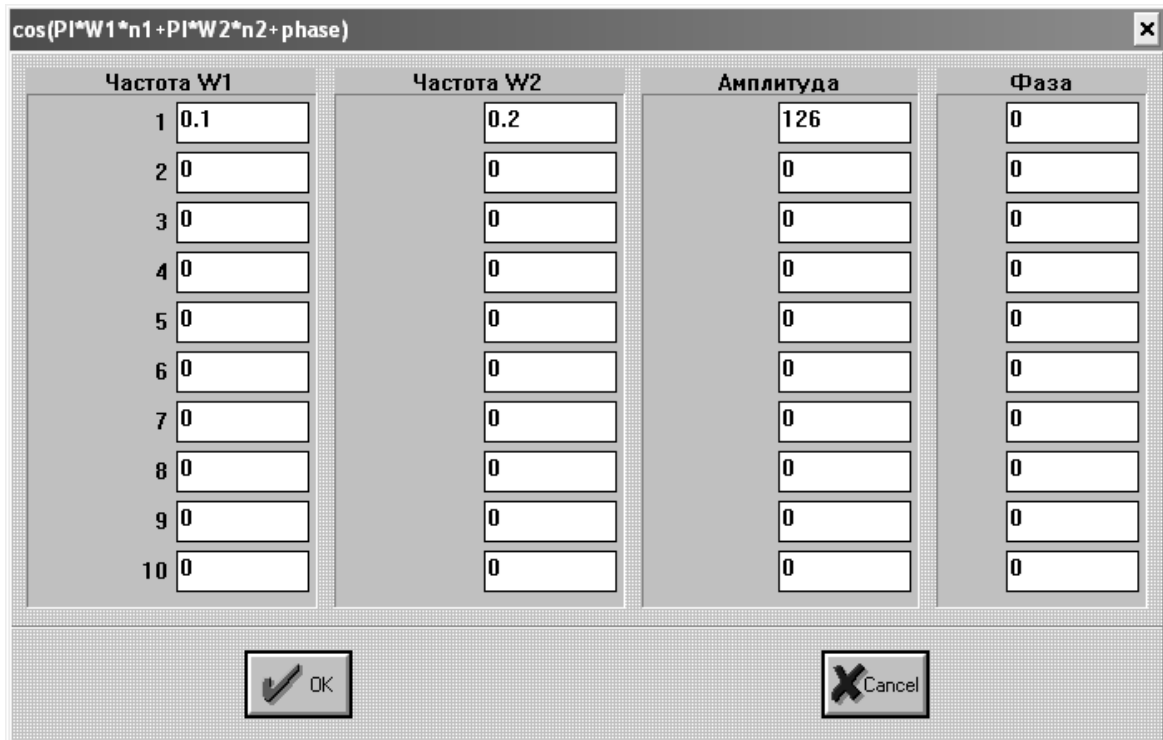


Рис.1. Окно для выбора частоты, амплитуды и фазы гармонических составляющих, образующих испытательное изображение.

Для исследования необходимо сформировать испытательные изображения со следующими пространственными частотами:

Изображение	Частота W1	Частота W2	Амплитуда (ед.)
№1	0,05	0,1	126
№2	0,1	0,2	126
№3	0,2	0,4	126

№4	0,4	0,8	126
----	-----	-----	-----

Изображения с различными пространственными частотами показаны на рис.2:



Рис. 2. Испытательные изображения с различными пространственными частотами.

Необходимо для каждого изображения построить его пространственный спектр в логарифмическом масштабе и уровнем минус 20 дБ. Окна с построенными изображениями полученных спектров необходимо расположить на экране рядом с изображениями, обратить внимание на их взаимное отличие, сформулировать комментарий, схематично зарисовать и показать преподавателю.

3. Следующим фактором, влияющим на спектр изображения, является его амплитуда или контраст. Следует повторить исследование спектров, уменьшив амплитуду испытательных сигналов до уровня 5 единиц.

При этом амплитуда косинусоидальной составляющей уменьшится более значительно, чем постоянная составляющая в изображении, что и будет заметно на спектре. Полученные спектры нужно зарисовать.

4. Необходимо исследовать влияние зашумления изображения на его пространственный спектр. Шум значительно влияет как на изображение, так и на его спектр. Следует подвергнуть зашумлению все испытательные изображения (см. п.2) до уровня отношения «сигнал/шум», равного 2 дБ.

На рисунке 3 показаны зашумленные изображения, которые расположены справа от исходных:

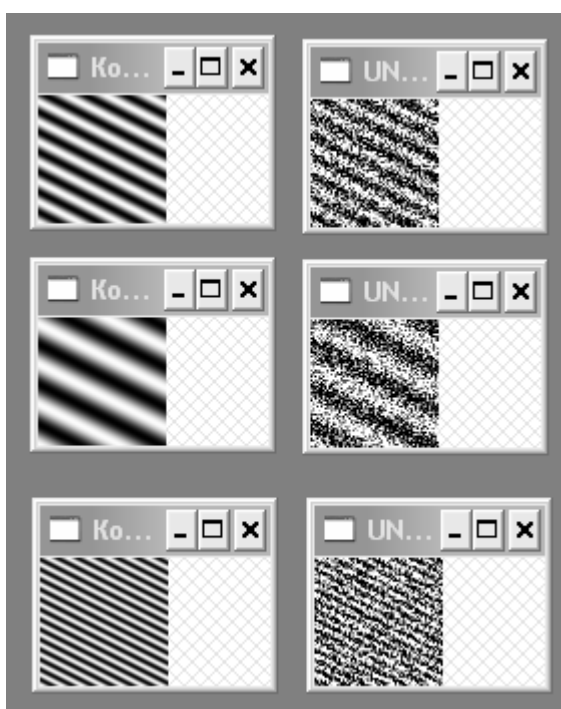


Рис. 3. Изображения испытательных сигналов — исходные (слева) и с добавлением импульсного шума (справа).

Необходимо сформулировать изменения в спектре, возникающие при добавлении шума в испытательное изображение. Зарисовать полученные спектры. Сделать выводы.

Содержание отчета

Отчет содержит название работы и ее цель, схематические зарисовки спектров изображений, наблюдаемые в процессе выполнения работы, а также комментарии и выводы по п. 1 - 4.

Контрольные вопросы

1. Как связан пространственный спектр изображения с его четкостью?
2. Что произойдет с изображением, если увеличить постоянную составляющую в спектре пространственных частот, образующих изображение?
3. От каких свойств изображения зависит, будет ли его спектр сплошным или дискретным?
4. Как исказится спектр пространственных частот при чрезмерном увеличении амплитуды или контраста изображения?
5. Как связаны частотные свойства сигнала, образующегося при развертке изображения, со спектром пространственных частот, образующих это изображение?

Литература

1. Краснящих А.В., Обработка оптических изображений. СПб, ИТМО, 2012, 129с
2. Гонга А., Функция передачи модуляции и телевизионные испытательные таблицы. Алгоритмы безопасности, 2013, №6.

Изучение гистограммных методов работы с изображениями

Цель работы

Задача телевидения состоит в передаче яркости элементов изображения, однако яркость окружающих объектов может изменяться на четыре порядка и более. [1] Такого диапазона невозможно требовать от телевизионного (ТВ) экрана. Тем не менее, на приемной стороне ТВ системы должны отображаться все замечаемые глазом изменения яркости на объекте. Таким образом, в вещательном и прикладном телевидении очень важна возможность контроля и коррекции характеристики передачи яркостных соотношений. Такая характеристика в современных системах сложнее обычной гамма-характеристики. Удобным и распространенным инструментом контроля передачи яркости в современных мультимедийных и ТВ системах является гистограмма изображения [2], и методы коррекции передачи яркостных соотношений в видео- и ТВ технике часто называются гистограммными методами. Целью лабораторной работы является исследование особенностей передачи яркости в изображении по его гистограмме и возможность коррекции изображения одновременно с контролем формы гистограммы.

Основные сведения

Гистограммой изображения называется график (рис.1), показывающий статистическое распределение элементов изображения по значениям их яркости. Горизонтальная ось графика обозначает яркость элементов изображения, а по вертикали откладывается общее количество элементов с данной яркостью в изображении.

Методы коррекции изображений в фотографии, ТВ и видеотехнике предполагают приведение изображения к виду, наиболее удобному для рассматривания, при этом сюжетно важные элементы и перепады яркости должны хорошо восприниматься зрителем [4-6]. Такую коррекцию на практике приходится выполнять по возможности быстро и точно, не вглядываясь в полутона на изображении, а имея перед глазами наглядный и удобный инструмент — гистограмму. При этом механизм коррекции

изображений с контролем его гистограммы осуществляется как для черно-белых изображений, так и для цветных, при этом, как правило, на одном графике отображаются три гистограммы для цветоделенных изображений. Такого рода улучшение качества изображения может быть осуществлено и другими средствами в автоматическом режиме, например, как это реализовано в технологии HDR (High Dynamic Range), широко известной по применению во многих смартфонах. В качестве пояснения напомним, что технология HDR позволяет отобразить реальную сцену, обладающую широким динамическим диапазоном яркости, на экране дисплея с меньшим динамическим диапазоном, сохранив при этом хорошую передачу переходов яркости и контраст мелких деталей. Типичная ситуация возникает, например, когда нужно сфотографировать человека с лицом в тени и на ярко освещенном фоне. Выбор правильной передачи яркости является в телевизионном и видеопроизводстве важной задачей, требующей работы с гистограммой.

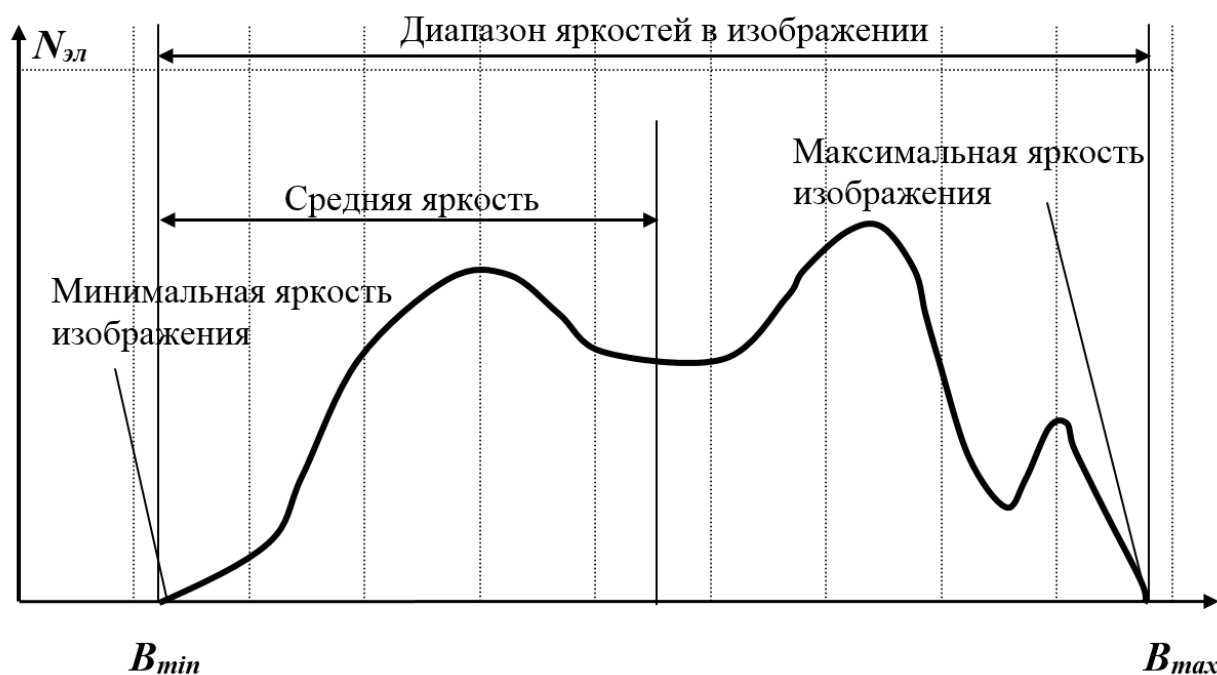


Рис. 1. Гистограмма изображения.

Из графика (рис.1), в частности, следует, что восприятие отдельных градаций яркости изображения или цветовых оттенков определяется разностью в положениях сюжетно важных точек изображения на гистограмме по горизонтальной оси, поэтому существующие методы

коррекции корректируют форму гистограммы, «растягивая» ее в той части, где сюжетно важным фрагментам изображения для их лучшей различимости должна соответствовать наибольшая крутизна амплитудной характеристики изображения — зависимости яркости экрана от величины сигнала.

Коррекция формы гистограммы или ее нелинейные преобразования осуществляются также в случаях, когда нужно использовать неравномерную шкалу квантования изображения, т.к. неравномерное квантование не может быть реализовано с помощью обычного АЦП, и для этого используются нелинейные преобразования [3] (рис.2).

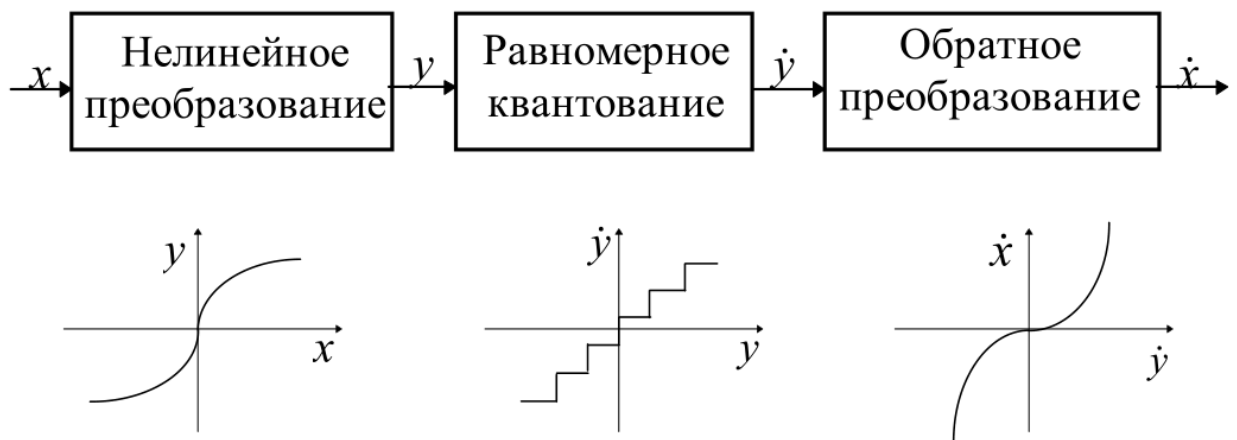


Рис. 2. Схема реализации неравномерного квантования изображения путем нелинейной коррекции.

В ходе выполнения лабораторной работы осуществляется моделирование различных преобразований изображения, связанных с изменением гистограммы, анализируется связь между коррекцией изображения и изменениями в гистограмме, а также моделируется анализ требуемого изменения гистограммы для коррекции изображения с целью выделения сюжетно важного объекта.

Вид окна программы с гистограммой и открытой вкладкой «Гистограммные методы» показан на рис. 3:

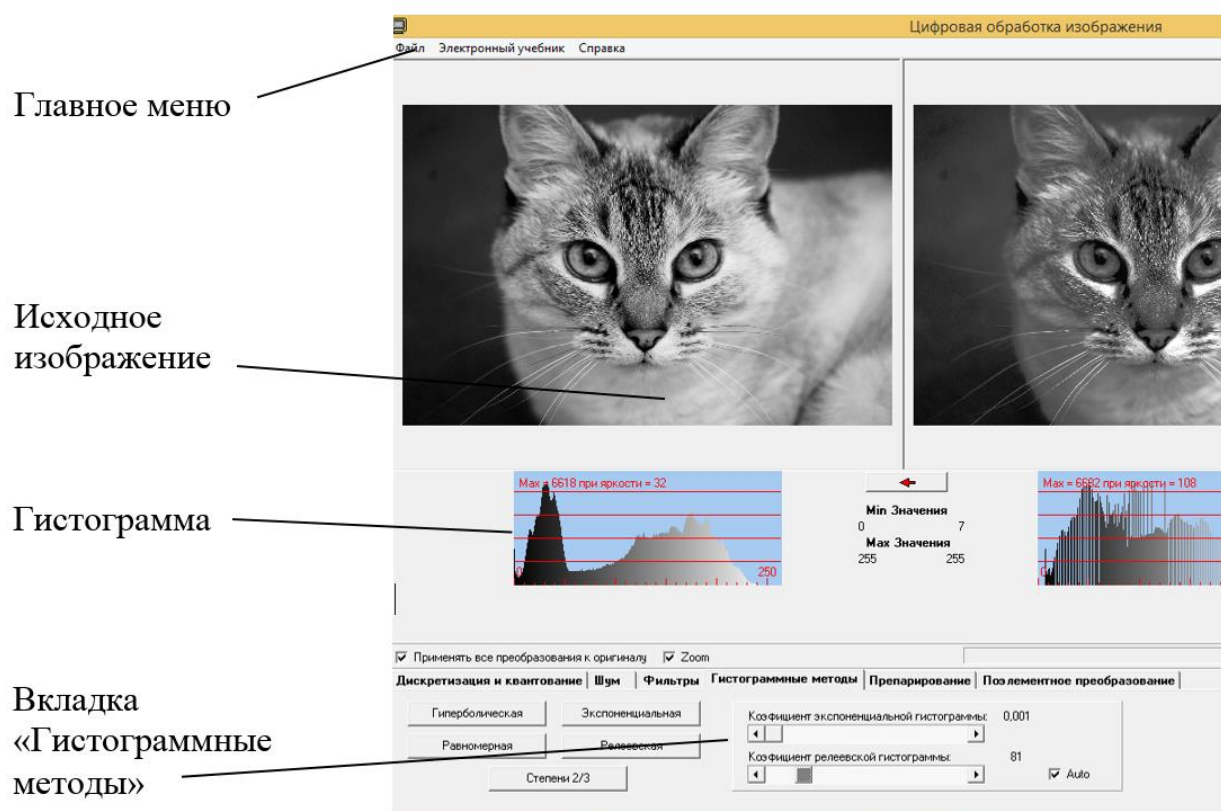


Рис. 3. Вид окна программы при изучении работы с гистограммами.

Коррекция изображения в случаях, рассматриваемых в данной работе, связана с нелинейным преобразованием, по закону которого меняется также форма гистограммы. Поэтому в лабораторной работе реализованы различные варианты коррекции, которые соответствуют изменению характеристики изображения по экспоненциальному, гиперболическому и другим законам. Кнопки на вкладке «Гистограммные методы» имеют соответствующие названия (рис.4) и их нажатие позволяет применить данный метод коррекции к изображению и регулировать степень коррекции опытным путем с помощью движка, проградуированного в условных числах (рис. 4):

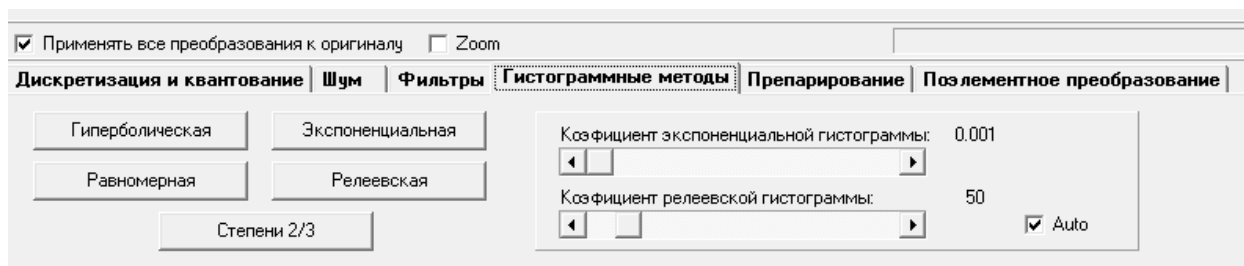


Рис. 4. Вкладка «Гистограммные методы» и органы управления программой.

Изменить отдельно яркость или контраст изображения можно с помощью соответствующих регулировок на вкладке «Поэлементное преобразование» (рис. 5):

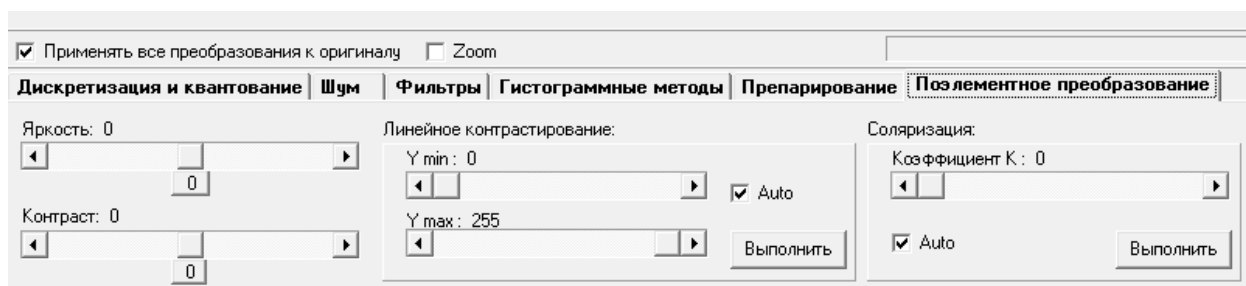


Рис. 5. Вкладка «Поэлементное преобразование»

Выполнение работы

1. Определение связи между простейшими характеристиками изображения и формой его гистограммы.

Открыть изображение, схематически зарисовать его гистограмму.

Изменить в небольших пределах яркость изображения и контраст в обе стороны, зафиксировать характер изменения гистограммы в обоих случаях, сделать выводы. Необходимо обратить внимание – изменения яркости и контраста должны быть незначительными, чтобы не вносить существенных изменений в значения элементов изображения, в противном случае могут возникнуть нелинейные искажения в изображении и изменения в гистограмме могут выразиться в ее амплитуде, т.к. при построении графика программа автоматически осуществляет нормирование числа элементов.

2. Подвергнуть изображение линейному квантованию на 16 уровней, зарисовать гистограмму полученного изображения. Сравнить ее с гистограммой исходного изображения. Сделать выводы.

3. Подвергнуть изображение неравномерному квантованию, выбрав 3 – 4 уровня. Зарисовать гистограмму полученного изображения, отметив на ней выбранные уровни квантования.

4. Проквантовать изображение по линейной шкале на восемь уровней. Сохранить изображение в папке «temp», зарисовать гистограмму, затем подвергнуть изображение зашумлению с добавлением аддитивного шума с уровнем до 10. Зарисовать гистограмму полученного изображения, объяснить результат.

5. Используя сохраненное в папке «temp» изображение, проквантованное на восемь уровней (см. п.4), подвергнуть его зашумлению с добавлением импульсного шума с уровнем до 100, отметить изменения в гистограмме, объяснить результат.

6. Открыть изображение («Портрет»), выбрать на изображении деталь (самостоятельно или по указанию преподавателя), практически не различимую из-за малого контраста выбранного фрагмента изображения. Открыть вкладку «Гистограммные методы» и подобрать требуемый характер и степень коррекции изображения для наилучшей передачи полутонов выбранной детали изображения. Использовать для этого имеющиеся программные средства, с помощью движков подбирая степень и характер коррекции. Проанализировать изменения в гистограмме для этого случая, зарисовать эти изменения. Сделать выводы.

Содержание отчета

Отчет содержит название работы и ее цель в произвольном изложении, а также выводы и зарисовки по п. 1 – 5 и выводы. Изображение после коррекции должно быть сохранено в папке «temp».

Контрольные вопросы

1. Что такое гистограмма изображения?
2. Как должна выглядеть гистограмма изображения для его наилучшего рассматривания?
3. Как изменяют вид гистограммы квантование изображения и его зашумление?
4. В каких случаях гистограмма имеет непрерывную структуру, а в каких - дискретную?
5. Почему передачу полутонов при воспроизведении изображения удобнее контролировать с помощью гистограммы, чем наблюдая изображение непосредственно?

Литература

1. Телевидение: учебник для вузов / Под ред. В.Е. Джакони, 4-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007, 616 с.

2. Ежова К.В., Моделирование и обработка изображений. Учебное пособие. СПб, ИТМО, 2011, 93 с

3. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А., Цифровая обработка изображений в информационных системах. Учебное пособие НГТУ, 2000, 168 с.

4. Гомон Ю.Б., Методы улучшения качества изображений. Учебное пособие для учащихся бакалавриата и магистратуры направления «Радиотехника». СПб ГИКиТ, 2014, 35 с.

5. Мальшева Н.В., Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений Издательство Московского государственного университета леса М., 2012, 154 с.

6. <https://habrahabr.ru/post/244507/>

Контроль передачи яркости изображения при воспроизведении на мониторе

Цель работы

При воспроизведении изображений на экране монитора одной из важных характеристик является передача яркостных соотношений. В большинстве случаев эта характеристика аппроксимируется степенной функцией, характеризуется коэффициентом «гамма» и называется «гамма-характеристикой». Целью лабораторной работы является изучение простейших приемов контроля этой характеристики, осуществляемых с помощью специальных испытательных изображений.

Основные сведения

Яркость свечения элемента изображения на экране телевизионного приемника обычно тем выше, чем выше яркость или освещенность соответствующей точки объекта передачи. Однако связь между этими величинами не может быть однозначной и не является линейной. Причина в том, что яркость реальных предметов обычно может меняться в сотни тысяч раз, а яркость экрана, как правило, составляет максимум 350 кандел на квадратный метр. Кроме того, нелинейный характер зависимости между этими величинами выбирается по обычному для телевидения критерию – исходя из комфорта восприятия изображения на приёмной стороне. При этом нарушения этой зависимости воспринимаются как нелинейные искажения телевизионного изображения, и для сокращения этих искажений необходима правильная настройка устройства воспроизведения [1].

Нелинейность характеристики устройства воспроизведения принято оценивать величиной γ («гамма»), аппроксимируя эту кривую степенной зависимостью:

$$B_{\text{экр}} = K \cdot (U_{\text{сигн}})^\gamma, \quad (1)$$

где: $B_{\text{экр}}$ – яркость свечения элемента экрана,

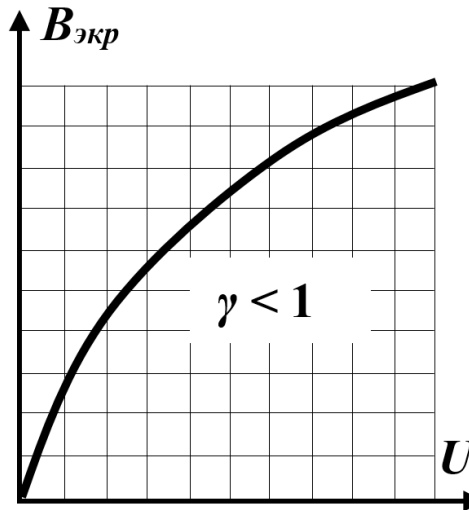
K – коэффициент пропорциональности,

$U_{\text{сигн}}$ – величина сигнала изображения,

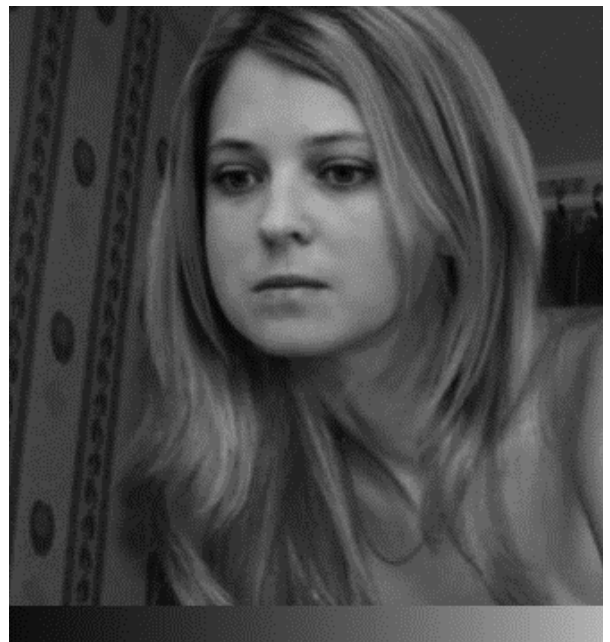
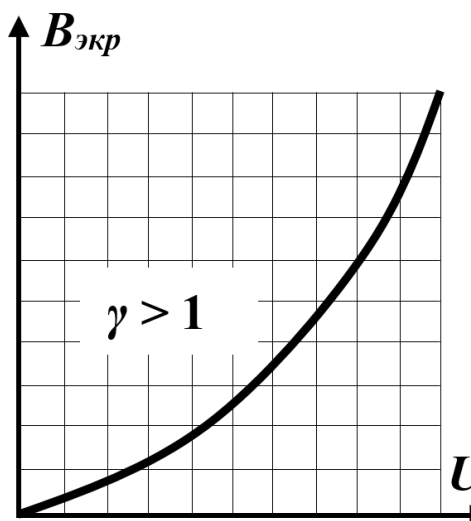
γ – показатель степенной зависимости.

Монитор или телевизионный приемник — это основное звено, определяющее качество изображения. Он является также преобразователем электрического сигнала в яркость экрана, поэтому необходим постоянный контроль этого преобразования, хотя бы путем оперативной оценки величины показателя γ .

На рис. 1 показано влияние величины γ монитора на изображение. Слева на рисунке — характеристика монитора, а справа — соответствующее ей изображение на экране.



а) изображение при настройке монитора на величину $\gamma < 1$



б) изображение при настройке монитора на величину $\gamma > 1$

Рис.1. Влияние показателя γ на восприятие изображения.

Контроль этой характеристики в каждой ее точке сложен, однако, поскольку характер аппроксимирующей функции известен, то для оценки

величины γ достаточно определить эту характеристику хотя бы в одной точке.

Существует метод контроля величины γ , основанный на применении специальных испытательных таблиц. Поясним это подробнее.

Метод основан на том, что полутоновое изображение на экране монитора может быть получено двумя способами (см. рис.2):

- путём формирования сигнала изображения такой величины, которая, с учетом показателя γ и условия (1), создаст на экране монитора изображение нужной яркости (рис. 2 а), или вторым способом —
- с помощью так называемого «растрированного» изображения, лишённого полутонов, которое, благодаря своей мелкой структуре, создает у зрителя ощущение наблюдения полутонового изображения (рис. 2 б).

а)



б)



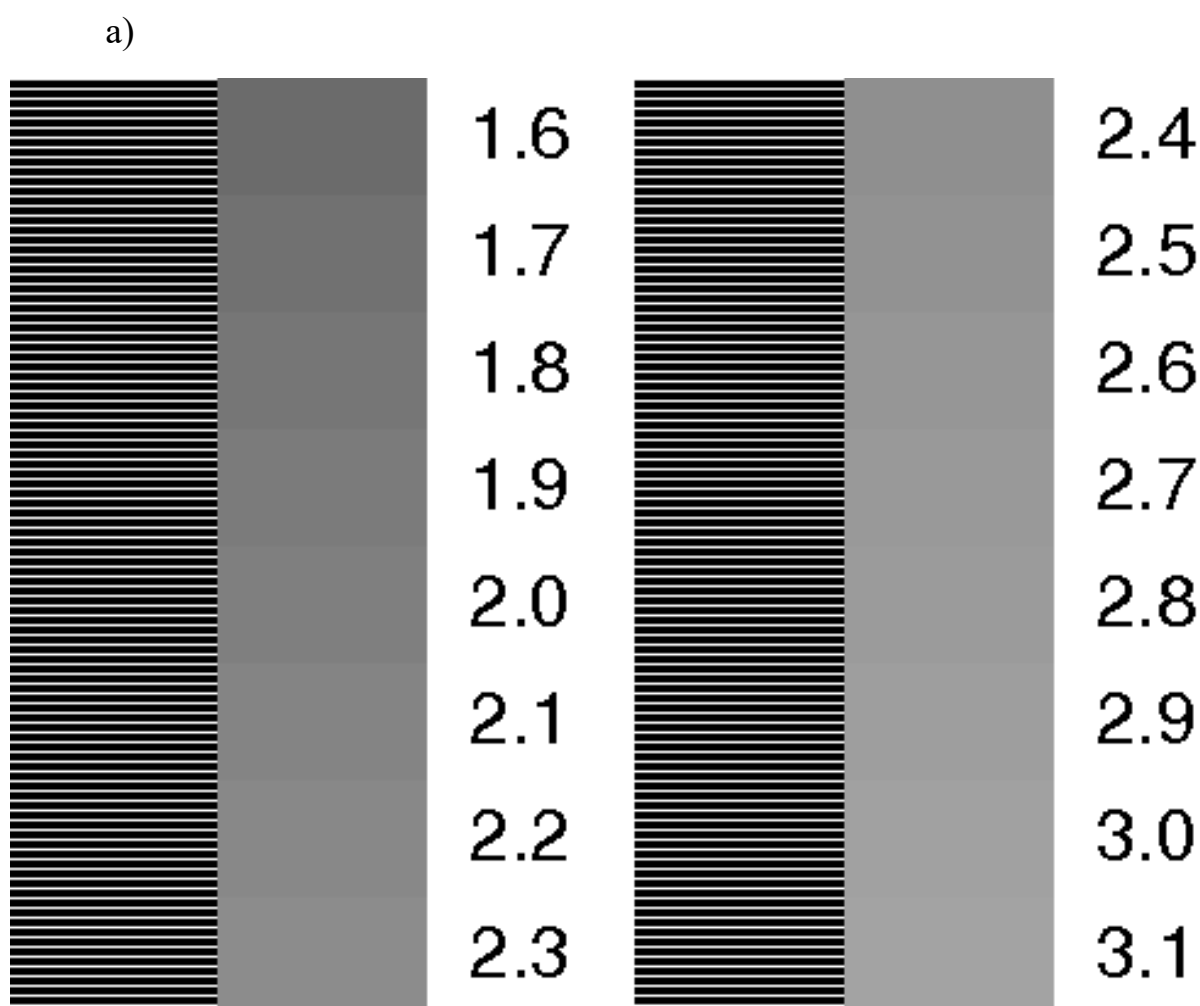
Рис.2. Два способа воспроизведения полутонового изображения на экране монитора:

- а) путем изменения величины сигнала для разных точек изображения,
- б) путем электронного растривания.

Напомним, что технология электронного растривания известна из полиграфии и представляет собой замену полутонового изображения специальной структурой, состоящей из мелких участков на контрастном фоне, размер которых при достаточно большом расстоянии рассматривания

позволяет глазу усреднить яркость участков изображения и сыграть таким образом роль низкочастотного пространственного фильтра, что и создает иллюзию наблюдения полутонов вместо мелкой структуры. Этот процесс можно сравнить, например, с частотной или широтно-импульсной модуляцией, осуществляемой не во временном измерении, а в пространстве. Современные мониторы позволяют воспроизвести изображение с большой четкостью, поэтому обе шкалы на рис. 2 могут быть воспроизведены на мониторе, отличимыми друг от друга только с очень близкого расстояния.

Очевидно, что при изменении показателя γ монитора вид верхней шкалы (рис.2 а) изменится (см. шкалу на рис.1 под фотографией), в то время как нижняя шкала (рис.2 б) измениться не может, т.к. она образована без полутонов, а выглядит так лишь благодаря низкочастотной пространственной фильтрации зрения и не зависит от величины γ . Поэтому сравнение по яркости участков обеих шкал, приведенных на рис.2 и воспроизведенных на экране, позволит судить о величине показателя γ . Для облегчения сравнения сравниваемые участки шкал на испытательной таблице (Рис.3) располагаются возможно ближе друг к другу:



б)

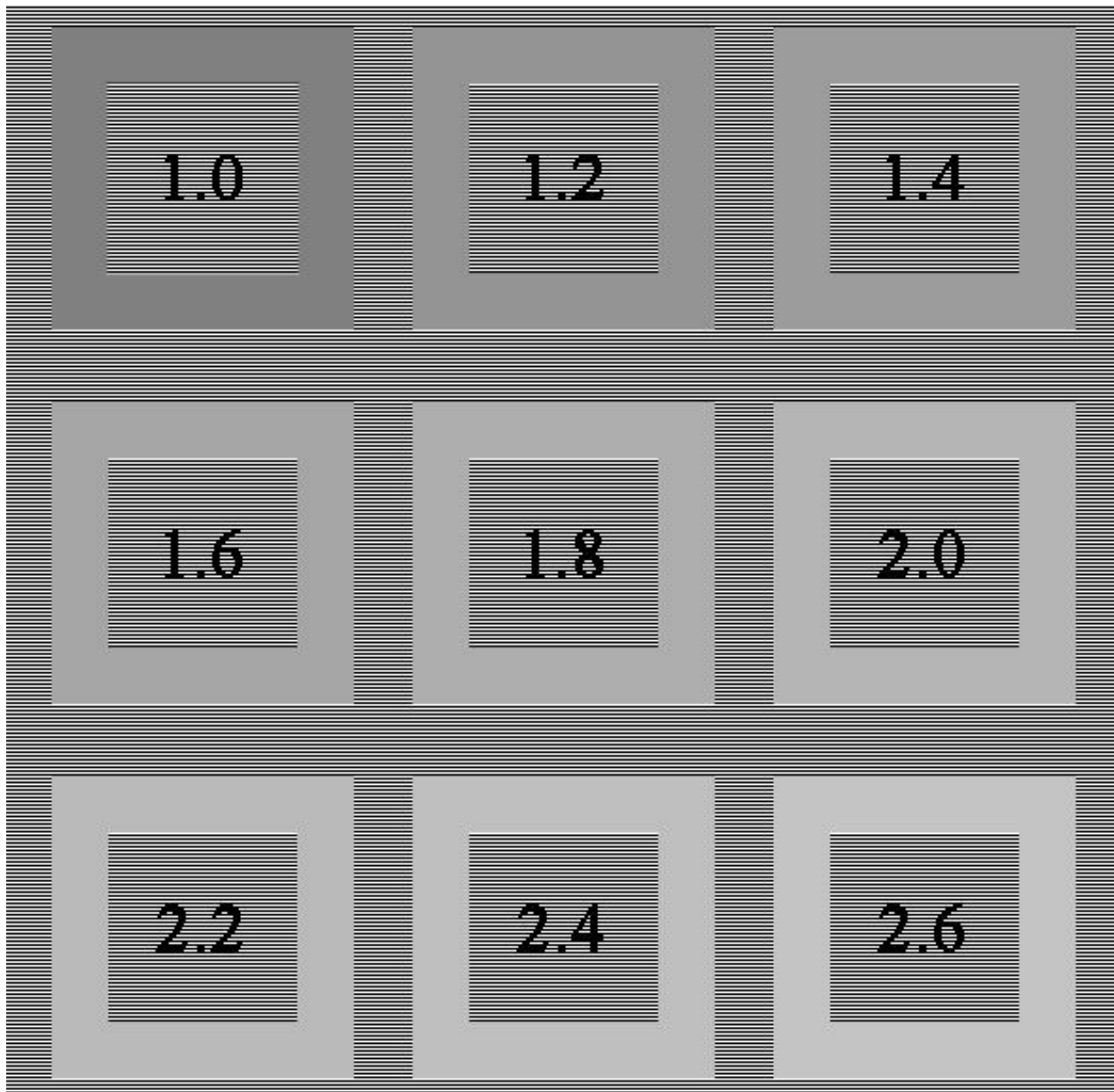


Рис.3. Примеры испытательной таблицы для оценки величины γ .

Сравнение по яркости отдельных участков шкал на рис.2 можно также пояснить, например, по графикам на рис.1 слева (рис.4):

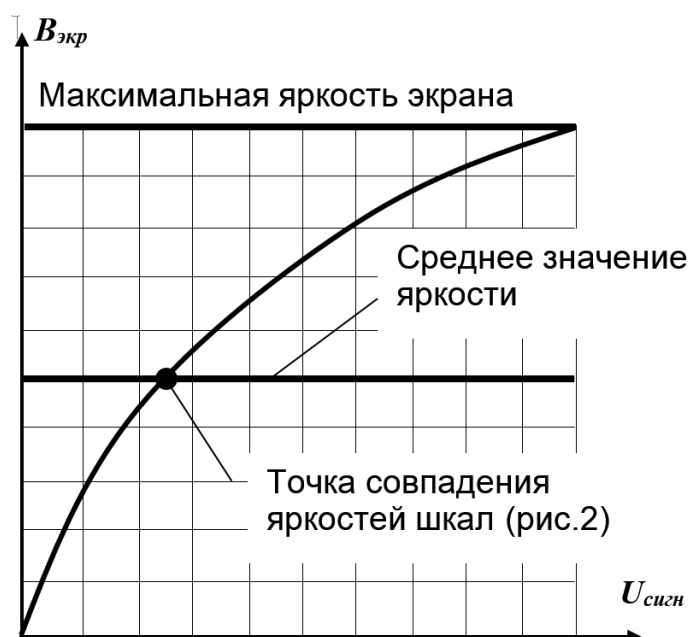


Рис. 4. Оценка показателя γ с помощью испытательной таблицы по совпадению участков изображения с идентичной визуальной яркостью для случая $\gamma < 1$.

Рисунок 4 поясняет, что, при неизменной величине сигнала изображения, положение точки пересечения обоих графиков зависит исключительно от величины γ . Поэтому точки полутоновой шкалы, в которых наблюдается совпадение яркостей полутонового изображения и растринрованного, обозначены цифрами соответствующего значения величины γ (см. рис. 3). Это значение может быть считано с таблицы как результат измерения.

Примеры испытательных таблиц для оценки величины «гамма» приведены на рис.3 лишь в качестве иллюстрации, т.к. полиграфическое воспроизведение таких таблиц, также как их масштабирование электронным способом при воспроизведении на экране, нарушают передачу мелкой структуры изображения и делают испытательные таблицы неприемлемыми. Поэтому для воспроизведения таблиц на экране монитора при выполнении лабораторной работы предлагается использовать специальный файл с названием «Испытательные таблицы», расположенный в папке лабораторной работы.

Существуют компьютерные программы, позволяющие оперативно изменять показатель «гамма» монитора. К ним относится бесплатная программа Gamminator, которая запускается одноименным файлом, находящимся в каталоге лабораторной работы. Работа программы поясняется файлом Gamminator.Help, расположенным там же. При перемещении движка регулятора показателя «гамма», расположенного в окне программы, можно уменьшить показатель «гамма» монитора во столько раз, какое число отображается белыми цифрами в левом верхнем углу окна программы.

Операционная система Windows также обладает средствами настройки показателя «гамма» монитора. Внутренняя программа, служащая для этой цели, запускается командой dscw из командной строки или из окошка «выполнить», которое находится рядом с кнопкой «Пуск». На экране появляется надпись «Калибровка цветов экрана» и испытательные изображения с подробными пояснениями. Программа не вносит сохраняемых изменений в настройку монитора, она лишь по завершении работы сформирует новый созданный пользователем режим работы монитора и создаст по завершении работы две кнопки, нажимая на которые можно будет сравнить между собой два режима работы монитора – исходный и только что созданный пользователем.

Выполнение работы

1. Изучите раздел «Основные сведения» в описании лабораторной работы, а также рассмотрите испытательные таблицы, приведенные в файле «Испытательные таблицы», который расположен в каталоге лабораторной работы.

2. Проведите измерения величины «гамма» монитора с помощью приведенных испытательных таблиц (п.2, таблицы 1-5). Запишите все пять полученных значений в таблицу. Укажите также в таблице усредненное значение показателя «гамма».

3. Изучите работу программы Gamminator. Проследите за изменением изображения на экране монитора при перемещении движка регулятора показателя «гамма» в окне программы Gamminator.

4. Перемещая движок, установите коэффициент изменения показателя «гамма» монитора равным 1,5. Показатель «гамма» монитора при этом уменьшился в 1,5 раза.

5. Повторите п.2 с измененным значением показателя «гамма» монитора, дополнив сделанную ранее таблицу.

Рассчитайте усредненное значение показателя «гамма» в результате измерений по п.2, занесите это значение в таблицу.

6. С помощью программы Gamminator установите коэффициент изменения показателя «гамма» равным 0,5.

7. Повторите измерения п.2 для увеличенного значения показателя «гамма», дополните таблицу полученными и усредненным значениями показателя «гамма»

8. С помощью программы Gamminator установите коэффициент изменения показателя «гамма» равным 1,0.

9. В файле «Испытательные таблицы» рассмотрите таблицы в п.3 — «Таблицы для определения показателя «гамма» монитора для цветного изображения».

10. На компьютере в режиме командной строки запустите программу dssw. Следуя указаниям, проследите за влиянием органов регулировки показателя «гамма» на приведенное в этой программе испытательное изображение.

11. Нажимая кнопку «Далее», перейдите к десятому по счету экрану, который имеет слева сверху название «Настройка цветового баланса». В нижней части экрана расположены движковые регуляторы для каждой цветоделенной составляющей сигнала.

12. Измените положение одного из регуляторов до получения заметного дисбаланса цветов на экране. Не выходя из программы dssw, откройте таблицы в п.3 файла «Таблицы для определения показателя «гамма» монитора для цветного изображения». Сформулируйте и запишите выводы.

13. В программе нажмите кнопку «Далее», а затем «Отмена».

Содержание отчета

Отчет содержит название работы и ее цель в произвольном изложении, а также таблицу, содержащую измеренные по таблицам значения показателя «гамма», таблица заполняется по результатам выполнения пунктов 2, 5 и 7.

По результатам выполнения пунктов 9 – 13 должны быть кратко сформулированы полученные результаты.

Контрольные вопросы

1. Почему показатель «гамма» монитора, равный единице, не считается идеальным условием для воспроизведения изображения?
2. Почему при последовательном прохождении сигнала изображения через элементы тракта с различными показателями «гамма» результирующее искажение определяется произведениями показателей «гамма» для отдельных элементов тракта? Покажите это аналитически.
3. Почему испытательное изображение, содержащее растрованные элементы, не может быть воспроизведено полиграфическими средствами?
4. Как зависит изучаемый в работе метод оценки коэффициента «гамма» монитора от внешнего освещения в помещении?
5. Почему для использования метода оценки величины «гамма» предложенным в лабораторной работе способом необходимо отойти от экрана монитора на сравнительно большое расстояние?

Литература

1. Телевидение: учебник для вузов / Под ред. В.Е. Джакони, 4-е изд. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007, 616 с.
2. <http://forum.ixbt.com/topic.cgi?id=28:21910> - Методика самостоятельной проверки гамма-кривых монитора и их коррекции без калибратора.
3. <http://www.normankoren.com/makingfineprints1B.html#steps>
4. https://www.itp.uni-hannover.de/fileadmin/arbeitgruppen/zawischa/static_html/wiedergabe.html
5. <http://phys.bspu.unibel.by/static/lib/inf/gr/cgraphics/charter2/1.htm>
6. <https://habrahabr.ru/post/244507/>