



Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Севастопольский национальный технический
университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторной работы
«Исследование принципов формирования
цифрового телевизионного сигнала»
по дисциплине
«Основы телевидения и телевизионные системы»
(проект)

для студентов направления 6.050901 — «Радиотехника»
дневной и заочной форм обучения

Севастополь
2012

УДК 621.397

Исследование принципов формирования цифрового телевизионного сигнала: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Основы телевидения и телевизионные системы» для студентов направления 6.050901 «Радиотехника» дневной и заочной форм обучения / Ю.П. Михайлюк, Д.В. Начаров. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. — 18 с.

Целью данной методической разработки является оказание помощи студентам очной и заочной форм обучения в подготовке и проведении лабораторной работы «Исследование принципов формирования цифрового телевизионного сигнала» по дисциплине «Основы телевидения и телевизионные системы», а также в получении ими теоретических знаний по принципам дискретизации и квантования телевизионных сигналов.

Рассмотрено и утверждено на заседании научно-методического семинара кафедры радиотехники и телекоммуникаций (протокол № 12 от 2 июля 2011 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент:

доцент кафедры РТ, канд. техн. наук, доцент Слёзкин В.Г.

Ответственный за выпуск:

заведующий кафедрой РТ, д-р техн. наук, проф. Гимпилевич Ю.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Цель лабораторной работы	5
2. Краткие теоретические сведения	5
3. Описание программы «Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала»	9
3.1. Описание интерфейса программы «Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала»	9
3.2. Описание окна программы «Дискретизация»	11
3.3. Описание окна программы «Линейное квантование»	11
3.4. Описание окна программы «Нелинейное квантование»	12
4. Порядок исследований	13
4.1. Исследование дискретизации изображения	13
4.2. Исследование квантования изображения при линейной шкале квантования	15
4.3. Исследование квантования изображения при нелинейной шкале квантования	16
4.4. Содержание отчета по лабораторной работе	17
5. Контрольные вопросы	18
Библиографический список	18

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы телевидения и телевизионные системы» относится к нормативным и является начальной из дисциплин телевизионного цикла. Дисциплина изучается студентами направления 6.050901 — Радиотехника дневной и заочной форм обучения в 8-м и 9-м семестрах соответственно.

Изучение дисциплины предполагает выполнение лабораторного практикума, связанного с теоретическим и экспериментальным исследованием характеристик современных телевизионных систем.

Настоящие методические указания посвящены изучению принципов формирования цифровых телевизионных сигналов.

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы содержат следующие разделы: цель работы; теоретическая часть; краткое описание используемой для исследований компьютерной программы; порядок выполнения исследований; контрольные вопросы для допуска к работе и для подготовки к защите.

В итоге выполнения работы студент оформляет отчет, который должен содержать следующие разделы:

- цель работы;
- результаты исследований;
- выводы по результатам исследований.

1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Целями лабораторной работы являются:

- ознакомление студентов с принципами формирования цифровых телевизионных сигналов;
- исследование процессов дискретизации и квантования изображения;
- освоение методики оценки влияния процессов дискретизации и квантования на восприятие изображений различных классов.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Дискретизация и квантование изображений представляют собой два важных процесса, независимых друг от друга и необходимых для преобразования изображения в цифровую форму. Эти процессы характеризуются интервалом дискретизации и шагом квантования соответственно, причем оба эти параметра выбираются как компромисс между качеством изображения — с одной стороны, и возможностью сократить содержащуюся в нем информацию — с другой.

Правильный выбор для обоих указанных параметров, как правило, делается с учетом восприятия изображений, его содержания и т.д. Для моделирования восприятия изображения создаются искусственные условия, предполагающие, например, дополнительную дискретизацию изображения, уже существующего в цифровом виде в качестве графического файла. При этом дополнительная дискретизация изображения, осуществляемая в работе, не изменяет его размера, что является нехарактерным признаком для обычных условий наблюдения изображений.

Таким образом, зрителю предлагается наблюдать изображения достаточно крупного размера, но подвергнутые «грубой» дискретизации. Такой прием предъявления изображения, использованный в работе, хотя и нарушает привычные закономерности наблюдения, но позволяет создать условия, при которых может быть изучено влияние на восприятие изображения только одного изменяемого параметра — дискретизации или квантования — без учета влияния других факторов.

Дискретизация — неотъемлемая процедура представления изображения в цифровой форме. Однако выбор частоты дискретизации — это всегда компро-

мисс между качеством воспроизведения мелких деталей и степенью сокращения информации в изображении. Как правило, в процессе дискретизации изображения определяется, как говорят, его «формат», то есть количество образующих его элементов. При этом, естественно, меняется и размер изображения. Поэтому, чтобы исключить влияние этого дополнительного фактора (размера изображения) на исследуемый параметр, в настоящей работе применен искусственный прием: при изменении условий дискретизации размер изображения искусственно поддерживается постоянным.

Для количественного определения требуемой степени дискретизации изображения с заданными свойствами служит теорема Котельникова, однако для оценки восприятия изображения в телевидении важны субъективные критерии. Поэтому задача лабораторной работы состоит в том, чтобы наглядно продемонстрировать изменение восприятия изображения при увеличении шага дискретизации, а также сделать это для изображений различных классов, в зависимости от степени содержания мелких деталей.

Пример влияния выбора шага дискретизации на качество изображения показан на рис. 2.1.

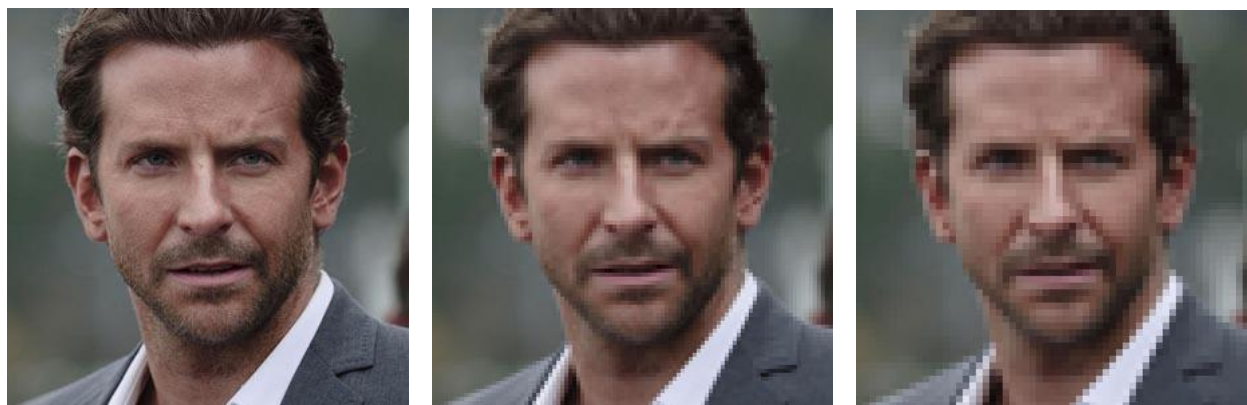


Рис. 2.1 — Пример влияние шага дискретизации на качество изображения

Квантование сигнала, и, в частности, изображения — процедура необратимая. Квантование сводится к тому, что любое произвольное значение элемента изображения (например, его яркость) фиксируется, то есть оно принимает ближайшее «разрешенное» значение, соответствующее самому близкому по величине уровню квантования. Преобразование изображения в цифровую форму обязательно требует процедуры квантования, при этом количество уровней

квантования также выбирается как компромисс между качеством изображения и возможностью сократить цифровой поток.

Недопустимое снижение числа уровней квантования, то есть его «угрубление», проявляется, в основном, в виде дополнительных контуров на крупных полутоновых переходах в изображении, что снижает его качество. При этом для мелких деталей эти искажения проявляются только при очень грубом квантовании, т. е. при значительном снижении количества его уровней. Эта особенность квантования является весьма привлекательной с точки зрения использования ее для целей видеокомпрессии, и она используется в ряде технологий кодирования изображений.

Обычно для ряда прикладных задач можно считать приемлемым число уровней квантования в изображении, равным 256. В современном вещательном телевидении, например, для сигнала яркости нормой считается величина 1024 уровня и более. В связи с этим одной из задач лабораторной работы состоит в демонстрации процесса квантования изображения, влияния изменения числа уровней квантования на восприятие крупных и мелких деталей, различной «стойкости» качества изображения, а также мелких и крупных его деталей к уменьшению числа уровней квантования (см. рис. 2.2).

Квантование изображений при нелинейной шкале квантования. Шкалой квантования называют шкалу распределения величины шага квантования по значениям амплитуды квантуемого сигнала (например, яркости элементов изображения). Эту шкалу считается линейной, если величина каждого уровня квантования линейно связана с соответствующей амплитудой сигнала или изображения. Однако изображение предназначено для восприятия глазом, не являющимся линейным приемником информации. Кроме того, существует ряд ситуаций, когда для улучшения восприятия изображений, облегчения его анализа или для минимизации ошибок в принятии решений целесообразно выбирать шкалу квантования нелинейной, то есть подвергать наиболее «тонкому» квантованию тот диапазон яркостей, изменения в котором являются в данном случае наиболее информативными.

В аналогичном смысле употребляются также термины «равномерная» и «неравномерная» шкалы квантования.

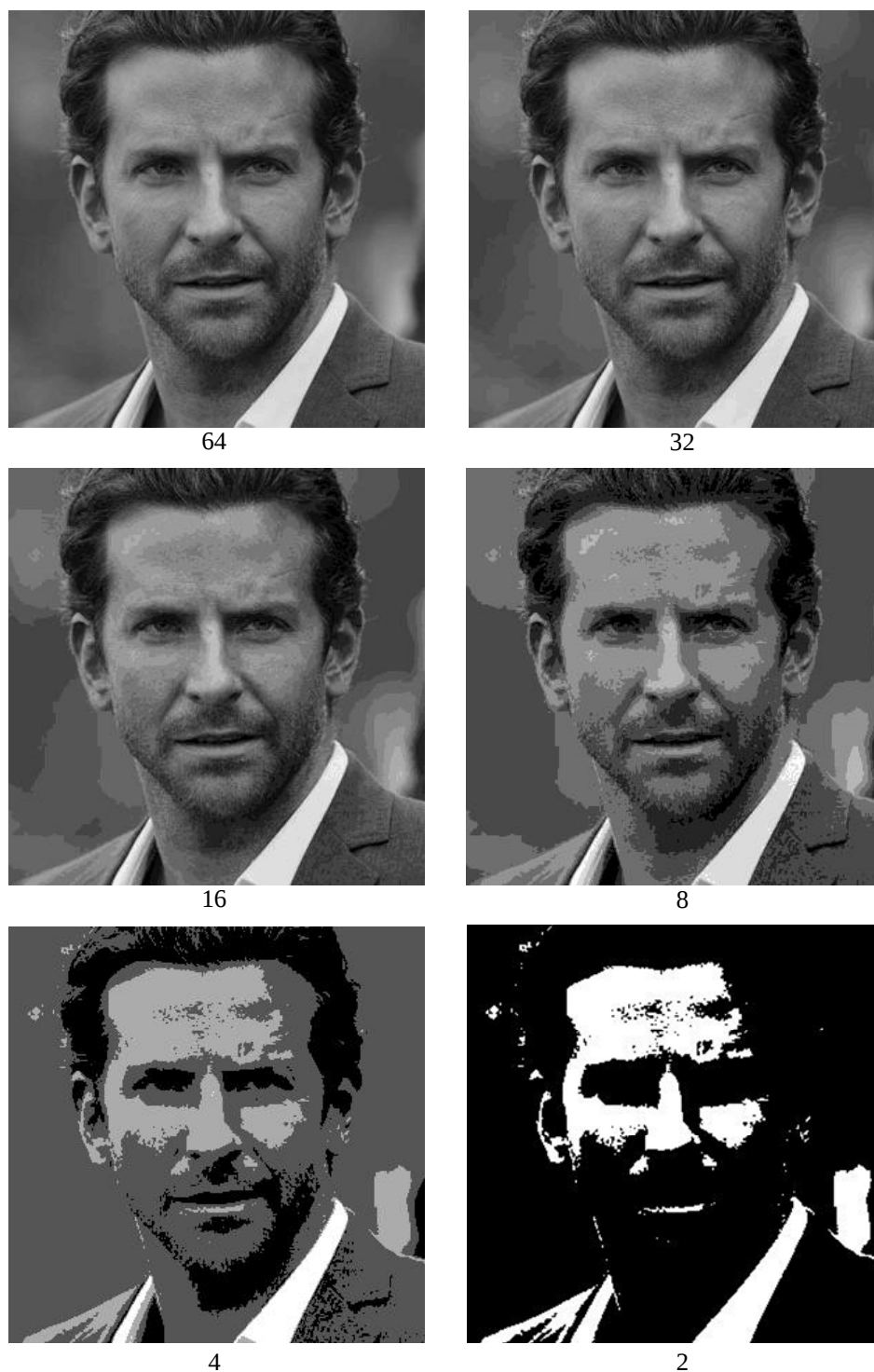


Рис. 2.2 — Влияние квантования изображения на его качество (числом под изображением количество уровней квантования)

Исследования в работе проводятся для различных классов изображений, примеры которых показаны на рис. 2.3.



а)



б)

Растровые дисплеи обычно предпочитают диспл

а) когда попеременно требуется непосредственное наблюдение изображения на экране, на

б) когда применение очков неудобно или например, шлема летчика, скафандра, пил для коррекции зрения.

Основным недостатком линзорастрового монитора наблюдателя в зоне видения стереоскопического горизонтали возможно наблюдение «инвертированного» правый глаз видит левый ракурс, а левый глаз – л

Кроме того, формируемое линзорастровым дисплем изображение имеет пониженное разрешение.

в)

Рис. 2.3 — Изображения различных классов изображений для исследования процессов дискретизации и квантования:

а) «портрет»; б) «город»; в) «текст»

3. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ «ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА»

3.1. Описание интерфейса программы «Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала»

Программа к лабораторной работе «Исследование принципов формирования цифрового телевизионного сигнала» состоит из трех частей:

- дискретизация изображений;
- квантование изображений при линейной шкале квантования;
- квантование изображений при нелинейной шкале квантования.

Запуск программы производится двойным щелчком мыши на ярлыке **«Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала»**.

При запуске программы открывается стартовое окно, озаглавленное как «Выберите вид преобразования» (см. рис. 3.1), содержащая кнопки «Дискретизация», «Линейное квантование» и «Нелинейное квантование».

Каждая из кнопок запускает графическое окно для выполнения соответствующей части лабораторной работы.

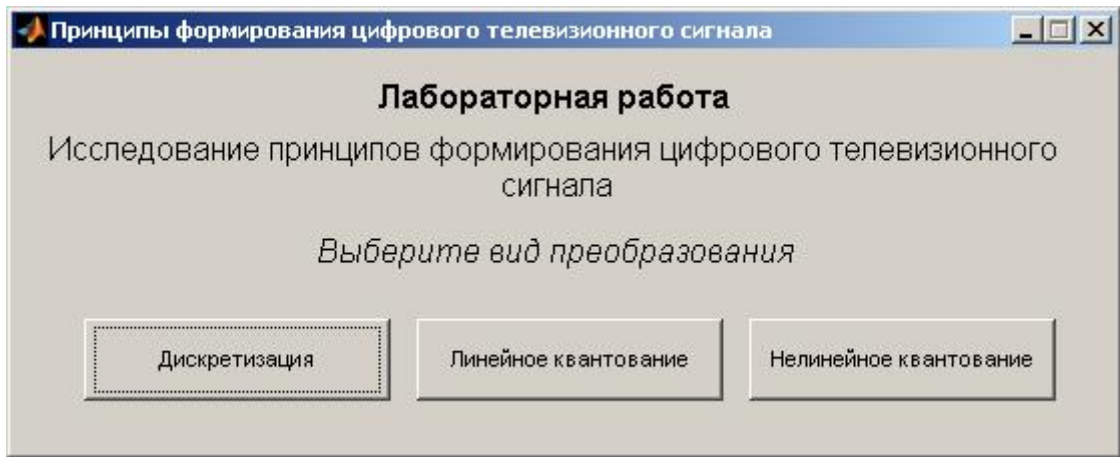


Рисунок 3.1 — Стартовое окно программы «Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала»

Общие для всех трех окон программы элементы управления иллюстрируются на примере окна «Дискретизация» (см. рис. 3.2).

Все окна программы содержат следующие кнопки:

Открыть файл... — при нажатии на эту кнопку открывается стандартное меню *Windows* для выбора файла преобразуемого изображения.

Сохранить файл... — при нажатии на эту кнопку открывается стандартное меню *Windows* для сохранения файла преобразованного изображения.

Выход — при нажатии на эту кнопку текущее окно закрывается.

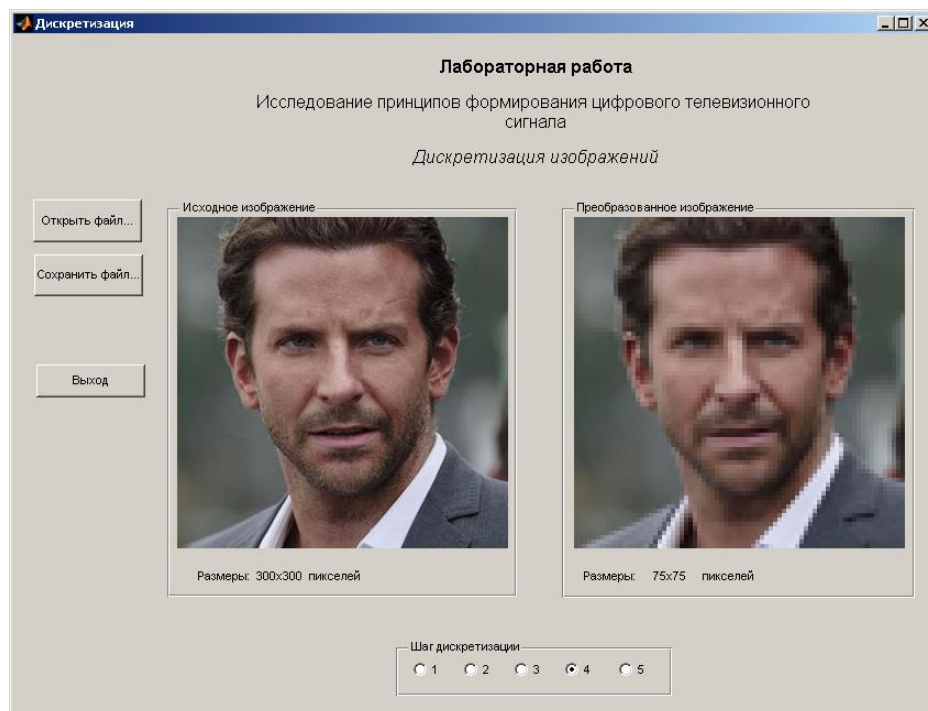


Рисунок 3.2 — Интерфейс окна «Дискретизация»

3.2. Описание окна программы «Дискретизация»

Интерфейс окна «Дискретизация» (см. рис. 3.2) содержит две панели для отображения исходного и преобразованных изображений, включающие текстовую информацию о размерах изображений в пикселях и о размерах файлов изображений. Для большей наглядности изменения шага дискретизации после открытия файла исходное изображение автоматически масштабируется до размеров 300×300 пикселей. Шаг дискретизации исходного изображения задается включением соответствующей кнопки на панели «Шаг дискретизации».

3.3. Описание окна программы «Линейное квантование»

При открытии файла в окне «Линейное квантование» (см. рис. 3.3) изображение автоматически обесцвечивается и отображается на панели «Исходное изображение».

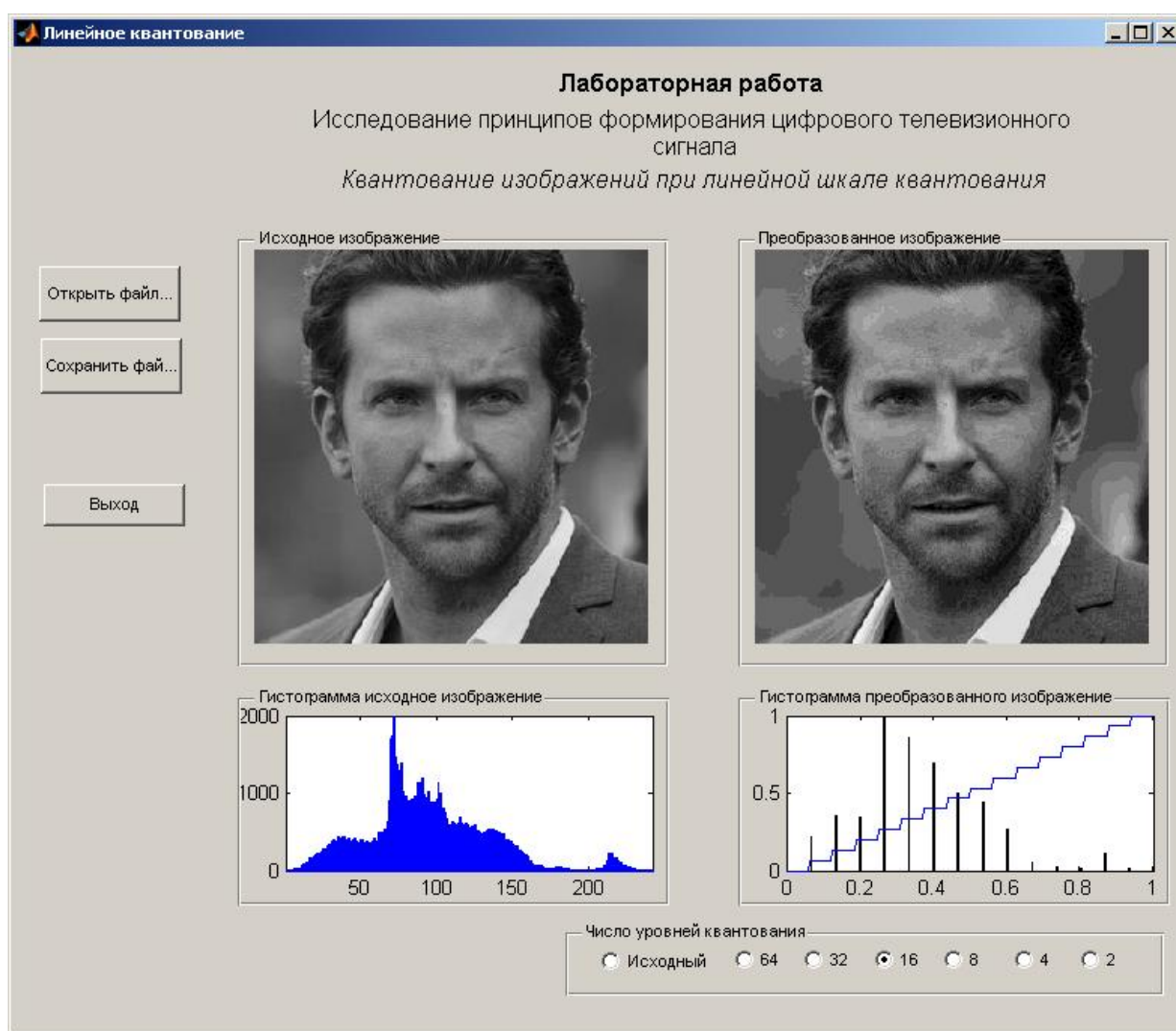


Рисунок 3.3 — Интерфейс окна «Линейное квантование»

Число уровней квантования исходного изображения задается положением кнопки на панели «Число уровней квантования». В окне также отображаются гистограмма исходного изображения и нормированная гистограмма преобразованного изображения, а также функция преобразования яркости, с помощью которой осуществляется квантование.

3.4. Описание окна программы «Нелинейное квантование»

При открытии файла в окне «Нелинейное квантование» (см. рис. 3.4) на панели «Преобразованное изображение» отображается результат квантования исходного изображения на шестнадцать уровней яркости с линейной шкалой.

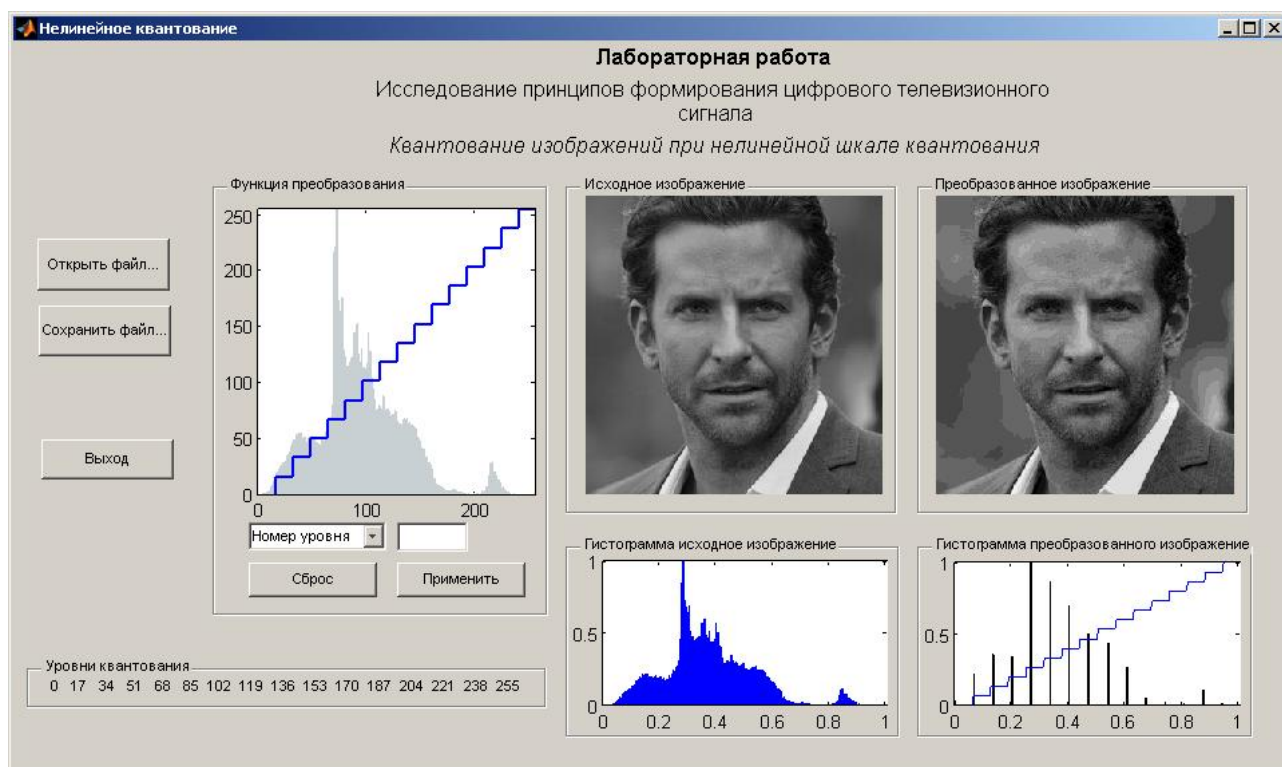


Рисунок 3.4 — Интерфейс окна «Нелинейное квантование»

Для задания нелинейной шкалы квантования на панели «Функция преобразования», пользуясь выпадающим списком, следует выбрать номер уровня и изменить числовое значение в текстовом поле. Изменение одного из уровней отображается на графике функции преобразования, а также на панели «Уровни квантования». Для того, чтобы избежать инверсии уровней яркости исходного

изображения значение текущего уровня квантования должно быть меньше, чем значение следующего по возрастанию уровня.

При нажатии на кнопку «Применить» осуществляется преобразование исходного изображения с помощью сформированной функции преобразования яркости. При нажатии кнопки «Сброс» функция преобразования яркости принимает исходный вид.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Исследование дискретизации изображения

Открыть окно «Дискретизация» нажатием на соответствующую кнопку в окне **«Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала»**.

Нажать на кнопку «Открыть файл...», в открывшемся диалоговом окне выбрать и открыть графический файл, ознакомиться с возможностями обработки изображения, органами управления и интерфейсом программы.

Скопировать в рабочий каталог программы (D:\Формирование ЦТВ\<Фамилия студента>) три графических файла, содержащих изображения различных классов:

- а) изображение, содержащее, в основном, крупные детали с большим количеством низкочастотных полутоновых переходов, например «портрет»;
- б) изображение, содержащее предметы общего плана, например «город»;
- в) изображение, содержащее мелкие детали, например «текст».

Каждое из трех изображений подвергнуть дискретизации с шагом 2; 3; 4 и 5 элементов.

Изображения, полученные в результате дискретизации с указанными величинами шага, сохранить в виде файлов в формате «*.jpg», включив в название файла его исходное название, а также величину шага дискретизации. Сохранить полученные 12 файлов в папке «D:\Формирование ЦТВ\<Фамилия студента>\Дискретизация».

Для каждого из трех классов изображений выполнить субъективную оценку их качества по 5-балльной шкале, выставив оценку для каждого из четырех значений шага дискретизации, и заполнить табл. 4.1.

Таблица 4.1 — Результаты исследования дискретизации изображения

Исходное изображение	Шаг дискретизации (число элементов изображения)			
	2	3	4	5
«Портрет»	Файл «Портрет-2.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Портрет-3.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Портрет-4.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Портрет-5.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:
«Город»	Файл «Город-2.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Город-3.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Город-4.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Город-5.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:
«Текст»	Файл «Текст-2.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Текст-3.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Текст-4.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:	Файл «Текст-5.jpg» Размеры: Значение I : Оценка:

Построить для каждого из трех исходных изображений график зависимости оценки качества (в баллах) от величины шага дискретизации. В результате должно получиться три графика, по горизонтальной оси которых отложена величина шага дискретизации, а по вертикальной — субъективная оценка качества изображения в баллах.

Выполнить расчет количества информации I , содержащейся в исходных файлах, и в файлах, полученных в результате увеличения шага дискретизации, при числе возможных градаций яркости, равном 256 [2].

Сделать выводы о влиянии увеличения шага дискретизации на восприятие изображений.

Сделать выводы о влиянии шага дискретизации на количество информации в изображении.

Объяснить полученные результаты.

4.2. Исследование квантования изображения при линейной шкале квантования

Открыть окно «Линейное квантование» нажатием на соответствующую кнопку в окне **«Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала»**.

Каждое из трех выбранных в подразделе 4.1 изображений подвергнуть квантованию с числом уровней квантования 64, 32, 16, 8.

Изображения, полученные в результате квантования с указанными параметрами, сохранить в виде файлов в формате «*.jpg», включив в название файла его исходное название, а также число уровней квантования. Сохранить полученные файлы в рабочем каталоге программы, в папке «D:\Формирование ЦТВ\<Фамилия студента>\Линейное квантование».

Для каждого из трех классов изображений выполнить субъективную оценку качества по 5-балльной системе, выставив эту оценку для каждого из 4 значений параметров квантования.

Построить для каждого из трех исходных изображений график зависимости балла оценки качества в зависимости от «угрубления» квантования. В результате должно получиться три графика, по горизонтальной оси которых отложена величина количества уровней квантования в обратном порядке — 64, 32, 16, 8, а по вертикальной — субъективная оценка качества изображения (в баллах).

Записать размер каждого из файлов в формате «*.jpg», полученных в результате квантования трех исходных изображений. Заполнить табл. 4.2.

Сделать выводы относительно влияния «угрубления» квантования изображения на восприятие как изображения целиком, так и отдельных его деталей.

Обратить внимание на то, какие детали изображения допускают грубое квантование яркости, а какие нет. Объяснить полученные результаты.

Таблица 4.2 — Результаты исследования квантования изображения при линейной шкале

Исходное изображение	Уровни квантования изображения			
	64	32	16	8
«Портрет»	Файл «Портрет-64.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Портрет-32.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Портрет-16.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Портрет-8.jpg» Значение I : Оценка:
«Город»	Файл «Город-64.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Город-32.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Город-16.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Город-8.jpg» Значение I : Оценка:
«Текст»	Файл «Текст-64.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Текст-32.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Текст-16.jpg» Значение I : Оценка:	Файл «Текст-8.jpg» Значение I : Оценка:

Выполнить расчет количества информации I , содержащейся в исходных файлах, и в файлах, полученных в результате изменения числа уровней квантования [2].

Сделать вывод о количестве информации, содержащейся в изображении, и влиянии на него процесса квантования.

4.3. Исследование квантования изображения при нелинейной шкале квантования

Открыть окно «Нелинейное квантование» нажатием на соответствующую кнопку в окне «**Принципы формирования цифрового телевизионного сигнала**».

Каждое из трех выбранных в подразделе 4.1 изображений подвергнуть квантованию с нелинейной шкалой и с шагом квантования, выбранным самостоятельно, исходя из минимальной заметности разницы между соседними уровнями квантования в исходном изображении. Сравнить качество изображений, полученных с линейной и нелинейной шкалами квантования. Объяснить результат.

Пример влияния нелинейной шкалы квантования на восприятие изображения класса «портрет», показан на рис. 4.1, причем, моделирование нелинейной шкалы квантования проведено с «угрублением» квантования в области больших яркостей.

Уровни квантования: 255-240-224-208-192-176-160-144-128-112-96-80-64-48-32-16-0



а)

Уровни квантования: 255-225-203-182-162-143-125-108-92-77-63-50-38-27-17-8-0



б)

Рис. 4.1 — Сравнение результатов квантования при использовании линейной (а) и нелинейной (б) шкал

4.4. Содержание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- заполненную табл. 4.1;
- графики зависимости оценки качества изображений (в баллах) от величины шага дискретизации;
- заполненную табл. 4.2;
- графики зависимости оценки качества изображений (в баллах) от числа уровней квантования;
- результаты расчета количества информации;
- результаты оценки качества изображения, подвергнутого линейному и нелинейному квантованию с заданным числом уровней;
- результаты оценки заметности порогов квантования в области больших и малых яркостей;
- общие выводы.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

5.1. Вопросы для допуска к работе

5.1.1. Как связаны между собой количество информации об объекте передачи, содержащееся в изображении, степень дискретизации изображения и количество уровней квантования?

5.1.2. Какой может быть структура дискретизации изображения? Как она связана со свойствами зрения?

5.1.3. Что такое нелинейная шкала квантования? Как можно выбрать шкалу квантования, зная статистические особенности изображения?

5.1.4. Как количество информации, содержащееся в изображении, связано с размером растрового графического файла, полученного в результате изменения шага дискретизации и количества уровней квантования?

5.1.5. Почему разные изображения по-разному «страдают» от «углубления» шкалы квантования? От каких признаков изображения это зависит?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамчев Г.В. Основы цифрового телевидения. Учебное пособие./Г.В. Мамчев. — Новосибирск: СибГУТИ, 2003. — 248 с.

2. Телевидение: Учебник для ВУЗов / В.Е. Джакония, А.А. Гоголь, Я.В. Друзин и др.; Под ред. В.Е. Джаконии. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007.— 616 с.

3. Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения: Учебное пособие. — М.: Горячая линия — Телеком, 2001. — 224 с.

4. Зубарев Ю.Б. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы./ Ю.Б. Зубарев, М.И. Кривошеев, И.Н. Красносельский. — М.: Научно-исследовательский институт радио (НИИР), 2001. — 568 с.

5. Локшин Б.А. Цифровое вещание: От студии к телезрителю./ Б.А. Локшин. — М.: Компания Сайрус системс, 2001. — 446 с.

6. Смирнов А.В. Цифровое телевидение. От теории к практике./ А.В. Смирнов, А.Е. Пескин. — М.: Горячая Линия — Телеком, 2005. — 349 с.