

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА**

Факультет В и ЗО

Дипломная работа

на тему

**Разработка и реализация одномерной схемы кодирования
на основе оптимального неравномерного кода
для цифровых факсимильных аппаратов**

Дипломник

Краснобаева М. В.

Руководитель работы

Доронин Е. М.

**Санкт-Петербург
2005 г.**

Реферат

Дипломная работа посвящена разработке и реализации одномерной схемы кодирования на основе ОНК.

В отличие от разработанного Хаффманом способа кодирования, разработанный метод позволяет кодировать и передавать любые монохромные документы любого формата, улучшая процент кодирования и, вследствие этого, скорость и качество передачи.

Пояснительная записка к дипломной работе содержит 55 страниц текста и 14 рисунков.

Ключевые слова: факсимильная связь, факс, кодирование, сжатие.

Содержание

Введение	4
1. Обоснование необходимости использования в цифровых факсимильных аппаратах процедур компрессии и декомпрессии данных	5
1.1. Современные службы и услуги факсимильной связи	5
1.2. Классификация факсимильной аппаратуры	7
1.3. Требования к цифровым факсимильным аппаратам	11
1.4. Характеристика некоторых факсимильных аппаратов G3	12
1.5. Необходимость и возможность использования в факсимильных аппаратах G3 процедур сжатия передаваемых данных	19
2. Примеры методов сжатия	20
2.1. Алгоритм кодирования длин серий	21
2.2. Алгоритм адресно-позиционного кодирования (АПК)	24
2.3. Алгоритм оптимального неравномерного кодирования	26
3. Построение оптимального кода для сжатия факсограмм	32
3.1. Построение оптимального кода по методу Шеннона – Фано для сжатия факсограмм	33
3.2. Построение оптимального кода для сжатия факсограмм при помощи кодовых деревьев	35
4. Анализ структуры текстового документа и построение ОНК	40
4.1. Постановка задачи	40
4.2. Программная реализация анализа текстового документа и построения ОНК	40
Заключение	54
Список литературы	55

Введение

Факсимильная связь на сегодняшний день является наиболее дешевой, быстрой и доступной из всех современных видов электронной передачи информации. Это обеспечивает ее устойчивое положение на мировом телекоммуникационном рынке. Перенос акцентов на мощные multifunctional факсимильные системы, базирующиеся на ПК, позволяет предложить пользователям факсимильной связи новый, ранее недоступный уровень сервиса. Появление новых стандартов (Группа 4), определяющих требования к передаче полноцветных документов, активная поддержка со стороны производителей аппаратного и программного обеспечения, развитие цифровых телефонных сетей - все это гарантирует факсимильным системам устойчивый и растущий спрос, как со стороны организаций, так и со стороны единичных пользователей.

В России, где наиболее развитой телекоммуникационной инфраструктурой является телефонная, а доступ к ресурсам глобальных компьютерных сетей существенно ограничен, использование для передачи информации в документальном виде факсимильной связи является наиболее рациональным подходом. Проблема высоких тарифов на услуги российских поставщиков телефонной связи остро ставит вопрос о применении интеллектуальных факсимильных систем, способных не только освободить персонал от выполнения рутинной работы, но и повысить эффективность использования телефонных линий, а также сократить затраты, связанные с их эксплуатацией.

В большинстве случаев, при кодировании документов и составлении факсограмм, факсимильные аппараты используют таблицы кода ОНК, основанные на предположении Хаффмана о том, что код заранее определен и остается фиксированным для передачи факсимильных сообщений. Это оправдано в случае, когда заранее известно распределение вероятностей появления символов в сообщениях.

В дипломной работе рассматривается вариант отказа от фиксированных таблиц и построение для каждого документа своего дерева кодирования, которое передается в одном файле с закодированным документом. Показано, какие документы можно передавать в системах факсимильной связи с использованием двухпроходной схемы.

1. Обоснование необходимости использования в цифровых факсимильных аппаратах процедур компрессии и декомпрессии данных

1.1. Современные службы и услуги факсимильной связи

Факсимильные службы – ТМ службы, предназначенные для предоставления услуг передачи документов (сообщений) между факсимильными терминалами.

Факсимильный терминал – техническое средство, обеспечивающее преобразование графической информации на бумажном носителе в электрические сигналы, их передачу по сетям электросвязи и прием - обратное преобразование в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т Т.4 и Т.30.

Примечание. При использовании компьютеров в качестве факсимильных терминалов графическая информация может быть представлена в электронном виде.

Факсимильные службы в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т F.160 делятся на три категории:

- а) абонентские факсимильные службы - ТЕЛЕФАКС (служба реального времени) и КОМФАКС (служба с промежуточным накоплением);
- б) клиентская факсимильная служба - БЮРОФАКС;
- в) факсимильные службы, подача сообщений в которых осуществляется с использованием службы БЮРОФАКС, прием – с использованием службы Телефакс и наоборот (БЮРОФАКС-ТЕЛЕФАКС, ТЕЛЕФАКС-БЮРОФАКС).

Служба Телефакс обеспечивает соединение абонентских факсимильных терминалов как внутри страны, так и с абонентскими факсимильными терминалами, расположенными в других странах.

Служба Бюрофакс обеспечивает соединение факсимильных установок общего пользования, входящих в состав пунктов коллективного пользования (ПКП).

Факсимильная установка общего пользования - оборудование, эксплуатируемое оператором электросвязи в ПКП, открытом для общего пользования, включая факсимильный терминал, средства доступа к соответствующим сетям электросвязи (с возможным использованием выделенных каналов), а также соединительное и возможное дополнительное оборудование.

Факсимильные службы могут использовать следующие сети:

- а) коммутируемую телефонную сеть общего пользования;
- б) цифровую сеть с интеграцией служб;
- в) сеть передачи данных с коммутацией каналов;
- г) сеть передачи данных с коммутацией пакетов;
- д) выделенные каналы между факсимильными установками общего пользования.

Основной услугой, обеспечиваемой техническими средствами службы Телефакс, является предоставление пользователю возможности передачи сообщений другим абонентским факсимильным терминалам.

Дополнительными услугами, обеспечиваемыми техническими средствами службы Телефакс, могут быть:

- доступ к справочникам пользователей службы;
- служба технической поддержки и др.

Основными услугами, обеспечиваемыми техническими средствами оператора службы Комфакс, являются:

- контроль доступа пользователя к предоставляемым услугам;
- передача одноадресного сообщения;
- обеспечение идентификации сообщений;
- передача сообщений в соответствии с их классами доставки: срочное, по умолчанию обыкновенное и несрочное (возможные классы доставки определяются в договоре на обслуживание);
- извещение о неудавшейся доставке;
- повторные попытки доставки сообщений при занятости, отключении или неработоспособности абонентской факсимильной установки;
- регистрация вызовов.

Дополнительными услугами, обеспечиваемыми техническими средствами оператора службы Комфакс, являются:

- передача многоадресных сообщений;
- передача сообщений по спискам адресов;
- отложенная доставка сообщений (доставка в указанное отправителем время);
- использование сопроводительного листа (по умолчанию сопроводительный лист не используется);
- извещение о доставке;
- голосовые подсказки, передаваемые на телефон/динамик факсимильных терминалов, работающих в режиме многочастотного набора номера;
- оповещение пользователя о наличии сообщения в электронном “почтовом ящике” узла факсимильной связи (УФС);
- повторная отсылка сообщения, хранящегося в УФС, с переадресацией без повторной передачи с факсимильного терминала;
- прием сообщений, подаваемых от незарегистрированных в службе Комфакс абонентских терминалов службы Телефакс, в адрес пользователей служб Комфакс и Телефакс;
- использование в качестве адреса кода идентификации пользователя;
- прием входящих сообщений, перенаправляемых службой Телефакс при занятости абонентского факсимильного терминала, и последующая доставка этих сообщений.

Основными услугами, обеспечиваемыми техническими средствами оператора службы Бюрофакс, являются:

- прием факсимильных сообщений от отправителя;
- передача факсимильных сообщений;
- доставка факсимильных сообщений адресатам в установленные контрольные сроки.

Адресация пользователей факсимильной службы Телефакс определяется нумерацией сети ТфОП.

Адресация пользователей факсимильной службы Комфакс определяется оператором службы. Адресация УФС службы Комфакс определяется нумерацией, принятой в используемой сети доступа.

Адрес получателей сообщений службы Бюрофакс состоит из почтового адреса с указанием почтового индекса, местного телефонного номера абонентского факсимильного терминала получателя с указанием населенного пункта или полного номера, с указанием кода географической зоны.

Взаимодействие между службами Телефакс и Бюрофакс осуществляется в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т F.190.

УФС службы Комфакс должен принимать сообщения, поданные с факсимильного терминала службы Телефакс в формате, соответствующем Рекомендациям МСЭ-Т T.4 и T.30.

Классификация требований по взаимодействию УФС представлена в Рекомендации МСЭ-Т F.163.

Порядок организации взаимодействия факсимильных служб между собой и с другими ТМ службами, включая разделение технической ответственности за качество, определяется на основе рекомендаций МСЭ-Т F.160 - F.399.

1.2. Классификация факсимильной аппаратуры

Передаваемым изображением в системе факсимильной связи может быть рукописный, машинописный или типографский текст, фотография, чертеж, карта и др.

Факсимильное сообщение следует считать непрерывным - любой участок изображения сколь угодно малых размеров может иметь любое значение оптической плотности в некотором диапазоне плотностей. Ограниченные возможности зрения позволяют дискретизировать непрерывное факсимильное сообщение и тем самым снизить его избыточность до разумной величины. Дискретизация производится по площади изображения и по оптической плотности отдельных участков с учетом разрешающей способности и контрастной чувствительности глаза.

Суть дискретизации по площади заключается в разложении всей площади изображения на отдельные элементарные площадки. Каждая площадка характеризуется одним единственным значением оптической

плотности, получаемым путем усреднения плотностей в пределах этой площадки.

В факсимильных аппаратах общего назначения размер элементарной площадки должен составлять около 0,1 мм.

Дискретизация по оптической плотности заключается в округлении полученного значения плотности элементарной площадки оригинала до ближайшей фиксированной величины. В результате на копии будут воспроизведены только определенные, фиксированные плотности, число которых сравнительно невелико. Для качественной передачи художественной фотографии необходимо передать и воспроизвести на копии 10-15 градаций оптической плотности, отличающихся друг от друга. При передаче двухградационных изображений дискретизацию производят двумя уровнями оптической плотности - черным и белым.

МККТТ определил четыре группы стандартных факсимильных аппаратов, классифицируемых по типу сканируемого сигнала, используемому методу модуляции и коммуникационным характеристикам.

Аппараты группы G1 кодируют и передают аналоговые сигналы. Определена стандартная частота сканирования линий - 180 линий в минуту, исходя из характеристик канала связи, могут быть установлены другие значения скорости. Факсимильные аппараты группы 1 работают с разрешением 3,85 линии на 1 мм и затрачивают примерно 6 мин на передачу документа формата А4. Только на выделенных линиях аппараты группы 1 могут использовать амплитудную модуляцию. Частота несущей должна находиться в интервале 1300-1900 Гц. Во время передачи самый высокий уровень сигнала соответствует черному цвету, самый низкий - белому. Как на выделенных, так и на коммутируемых линиях, аппараты группы 1 могут использовать частотную модуляцию. Для коммутируемых линий частота несущей равна 1700 Гц. Для выделенных линий частота несущей принимается 1900 Гц, частоты 1500 Гц и 2300 Гц для белого и черного цветов.

Аппараты группы G2 кодируют и передают аналоговые сигналы, как и аппараты группы 1, но используют более эффективные методы модуляции. Это позволяет обеспечить стандартную скорость сканирования 360 линий в минуту. Аппараты группы 2 обеспечивают тоже самое разрешение, что и аппараты первой группы, но затрачивают от 2 до 3 минут на передачу того же самого изображения. Амплитудная модуляция приводит к образованию двух боковых полос, которые являются зеркальным отображением друг друга и несут одинаковую информацию. Факсимильные аппараты группы 2 предназначены для работы в сетях телефонного типа, использующих амплитудную модуляцию с частично подавленной боковой полосой. Модуляционная система такого типа подавляет одну из избыточных боковых полос, уменьшая полную ширину полосы частот сигнала, обеспечивая тем самым возможность расширения информационной полосы частот. Аппараты группы 2 используют несущую с частотой 2100 Гц. Уровень белого соответствует максимальной

амплитуде сигнала, а уровень черного - минимальной амплитуде или вообще отсутствию сигнала.

Развитие техники связи идет в направлении цифровизации. Это связано с тем, что цифровые системы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с аналоговыми: возможностью регенерации сигнала на промежуточных пунктах; универсальностью способа передачи, что позволяет передавать факсимильную информацию наряду с другими видами сообщений по единой цифровой системе связи; возможностью сокращения времени передачи за счет оптимального кодирования факсимильного сигнала; применением хорошо развитой цифровой элементной базы при создании новых образцов цифровой факсимильной аппаратуры; возможностью сопряжения цифровых факсимильных аппаратов с ЭВМ в целях обработки факсимильной информации.

Факсимильные аппараты группы G3 знаменуют переход от аналоговых к цифровым методам передачи факсимильных сообщений и существенно отличаются от аппаратов групп 1 и 2. Цифровые факсимильные аппараты рассматривают изображение как набор дискретных элементов (пикселей). Каждый пиксель может быть или черным (ему соответствует двоичная 1) или белым (двоичный 0) - промежуточные полутона не допускаются. Последовательность двоичных цифр, вырабатываемая при оцифровке изображения, может быть сжата, передана по каналу связи и проконтролирована на наличие ошибок с использованием любых методов, применяемых в модемах. Все аппараты группы 3 обеспечивают стандартное вертикальное разрешение 3,85 линии на миллиметр. Возможна установка более высокого разрешения - 7,7 линии на миллиметр. В обоих случаях разрешение по горизонтали устанавливается на уровне 1728 пикселей для стандартной линии сканирования длиной 215 мм, что эквивалентно 8 пикселям на миллиметр. В модификации стандарта T.4, датированной 1992 г., добавляются новые режимы кодирования с более высоким разрешением: 15,4 линии на миллиметр по вертикали и 16 пикселей на миллиметр по горизонтали.

В цифровых факсимильных аппаратах блоки электрооптического анализа и синтеза - дискретные (в качестве преобразователей свет-сигнал используется, например, ПЗС-линейка и термопечатающая линейка).

В результате цифровых преобразований получается последовательность единичных элементов (двоичный код), поэтому скорость передачи факсимильной информации измеряют количеством бит в секунду (бит/с).

Цифровые данные, формирующие каждую линию сканирования, уплотняются перед передачей. Поэтому время, затрачиваемое на передачу одной линии сканирования, может изменяться от линии к линии внутри некоторого произвольно определяемого интервала. Стандарт T.4 рекомендует затрачивать на передачу каждой линии сканирования не менее 20 мс, хотя допустимо изменение этого параметра в пределах от 0 до

40 мс. Максимальное время передачи линии сканирования не должно превышать 5 с.

Внутри линии сканирования группы смежных черных и белых пикселей чередуются. Для обеспечения синхронизации цветов воспроизводимого и передаваемого изображений все линии должны начинаться с группы белых пикселей. Если линия начинается с черного пикселя, передается цепочка белых пикселей нулевой длины.

Протоколы группы G3

Таблица 1.1

Скорость передачи бит/сек	Способ модуляции	Скорость модуляции, Бод	Частота несущей, Гц	Протокол МККТТ
9600	Шестнадцатиметричная QAM	2400	1700	V.29
7200	Восьмиричная AM	2400	1700	V.29
4800	8-фаз PSK	Д600	1800	V.27
2400	4-фаз PSK	1200	1800	V.27
300	FSK	300	1650/1850	V.21

Применение аппаратов группы G4 в основном концентрируется на интеграции службы факсимильной связи с другими службами связи и передачи сообщений. Служба факсимильной связи с использованием аппаратов группы 4 добавляет некоторые полезные усовершенствования в передачу факсимильных сообщений, не отказываясь при этом от концепции растровой графики. Определены, например, базовые величины разрешения: 200, 300 и 400 точек на дюйм. Добавлен режим передачи без сжатия данных, позволяющий осуществлять передачу изображения, не применяя обычные алгоритмы сжатия. Новый режим, называемый смешанным режимом, обеспечивает пересылку текста как данных и передачу графических изображений в растровой форме.

Стандарты для аппаратов группы 4 ввели три класса факсимильных терминалов в соответствии с их рабочими характеристиками. Терминалы, которые просто посылают и принимают факсимильные сообщения, определяются как терминалы класса 1. Терминалы класса 2 могут получать как телексы (текстовые сообщения, пересылаемые между факсимильными аппаратами), так и смешанные сообщения. И, наконец, терминалы, формирующие группу 3, могут создавать, передавать и принимать сообщения в любой форме.

В современных факсимильных аппаратах используют протоколы третьей и четвертой групп МККТТ (G3 и G4). Они позволяют передавать по телефонным каналам оцифрованные изображения. Время передачи изображения формата A4 составляет менее одной минуты при использовании скорости передачи по телефонной линии 9600 бит/с.

Наименьшую скорость передачи характеризует наиболее простой протокол V.21 с частотной модуляцией (FSK). Большие скорости передачи достигаются при применении более сложных протоколов V.27 и V.29, использующих фазовую модуляцию (PSK) и ее модификацию – квадратурную амплитудную модуляцию (QAM).

Важным элементом протоколов является кодирование (сжатие данных) оцифрованных факсимильных изображений. Оно не только приводит к сокращению объема передаваемой информации и экономит время передачи изображений, но и обеспечивает совместимость протоколов этой группы. Поэтому способы кодирования, как и способы модуляции, входят в область стандартизации МККТТ.

1.3. Требования к цифровым факсимильным аппаратам

Цифровые факсимильные аппараты должны соответствовать ряду рекомендаций и обеспечивать реализацию определенных протоколов.

Протокол V.17

Полудуплексный факсимильный протокол для использования в коммутируемых телефонных сетях общего пользования. В нем используется модуляция с решетчатым кодированием, или треллис-модуляция (TCM - Trellis Coded Modulation). TCM является вариантом многопозиционной амплитудно-фазовой модуляции, которую называют еще квадратурной амплитудной модуляцией (QAM - Quadrature Amplitude Modulation). Здесь изменяется и фаза, и амплитуда сигнала, однако, для повышения помехозащищенности передачи информации, вводится избыточность, что позволяет в процессе демодуляции использовать более совершенный алгоритм декодирования.

Частота несущего сигнала - 1800 Гц, модуляционная скорость 2400 Бод. Протокол имеет режимы 16-TCM, 32-TCM, 64-TCM и 128-TCM. Соответственно информационная скорость может быть 7200, 9600, 12000 и 14400 бит/с.

Рекомендация T.4

Рекомендация T.4 определяет стандарты факсимильной аппаратуры группы 3 для передачи документов: размер листа передаваемого документа, направление сканирования документа, разрешение, алгоритмы сжатия передаваемой графической информации и др. Например, для формата А4 (210х297 мм) зона гарантированного воспроизведения должна составлять 196,6х281,46 мм, направление развертки должно быть слева направо, сверху вниз; стандартная разрешающая способность - 3,85 строки/мм, минимальное время передачи всей кодированной строки развертки 20 мс, максимальное - не более 5 секунд; в качестве алгоритма

сжатия определена одномерная схема кодирования длин серий (допускается использование двумерной схемы кодирования). Аппаратура группы 3, работающая по коммутируемой телефонной сети общего пользования, должна использовать сигнал модуляции, скремблера, коррекции и синхронизации, определенные в рекомендации V.27ter. При работе по арендованным каналам или коммутируемым цепям высокого качества указанные сигналы могут определяться Рекомендацией V.29.

Рекомендация T.30

Рекомендация T.30 "Процедуры для факсимильной передачи документов по коммутируемой телефонной сети общего пользования" регламентирует процедуру установления соединения, согласование параметров связи, передачу образа документа и завершение связи. Так, установление соединения может осуществляться вручную или автоматически; передаче сообщения предшествует процедура предсообщения, которая должна осуществлять идентификацию возможностей и контроль выбранных условий. Процедура передачи сообщения должна отвечать требованиям соответствующей Рекомендации, касающейся оборудования. В процессе передачи сообщения должно обеспечиваться управление синхронизацией, обнаружением и исправлением ошибок, а также контролем линии. Завершение связи должно включать последовательное выполнение двух этапов: процедуры пост-сообщения, обрабатывающей сигналы "конец сообщения", "многостраничная передача" и "конец факсимильной процедуры", и этапа разъединения соединения, выполняемого вручную или автоматически.

1.4. Характеристика некоторых факсимильных аппаратов G3



Brother 1020

БУМАГА: обычная (листовая бумага) формата 210x297 мм, максимальная емкость разовой загрузки 200 листов.

РЕЖИМЫ РАЗРЕШЕНИЯ: стандартный (STANDART), детальный (FINE), сверхдетальный (SUPER FINE), полутон (HALF TONE).

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ МОДЕМА: 9600/7200/4800/2400 бит/сек, с автоматическим снижением, автоматическая коррекция ошибок.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ: записная книжка на 60 номеров (24 - набор одним касанием, 36 - набор в два касания); эффективная ширина сканирования 210 мм; автоматическая регулировка контрастности, 64 уровня полутона; однострочный ЖК-дисплей (макс. 16 знаков); автодозвон; автоподатчик документов (макс. 20 листов А4); сглаживание; поллинг; объем памяти 512 кб (20 стр. текста); прием с замещением; передача по таймеру; режим копирования с масштабированием (фиксированные значения от 50% до 150%); функция помощи; возможность работы с компьютером; удаленная активация. Ресурс картриджа - 450 страниц А4. Разъем для подключения автоответчика.

ГАБАРИТЫ: 290x290x180 мм. Вес: 6,5 кг.

Этот ФА при очень малых габаритах, сопоставимых с ФА на термобумаге, печатает сообщения на обычную бумагу. При этом имеет вертикальный выход как у струйных принтеров (приходящие сообщения выходят вверх, "лицом" к пользователю) и весьма объемный лоток для загрузки - 200 страниц А4.

Помимо большого количества стандартных функций, FAX-1030 обладает и рядом особых возможностей. Так, например, при отправке документа можно установить различные параметры разрешения для отдельных страниц. Расширенная функция удаленной активации позволяет переносить вызов на ФА с любого параллельного телефона.

Наконец, режим мультикопирования (до 99 страниц) с масштабированием и автоматической сортировкой позволяет при необходимости использовать ФА в качестве копировального аппарата. В модели FAX-1030, ко всем возможностям FAX-1020 добавлены цифровой автоответчик и выход на компьютер.



Canon FAX B100

ТИП БУМАГИ: листовая бумага формата 210x297 мм, максимальная емкость разовой загрузки 100 листов А4.

ПОДАТЧИК ОРИГИНАЛОВ: автоматическая подача 20 листов А4.

РЕЖИМЫ РАЗРЕШЕНИЯ: стандартный (STANDARD), детальный (FINE), сверхдетальный (SUPER FINE), полутон (HALF TONE).

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ МОДЕМА: 9600/7200/4800/2400 бит/с, с автоматическим снижением; автоматическая коррекция ошибок.

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЛИСТА А4: около 10 сек.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ: эффективная ширина сканирования 208 мм; 64 уровня полутона; регулирование контрастности; сглаживание; ЖК-дисплей (2 строки по 20 разрядов); 40 номеров прямого набора, 50 номеров ускоренного набора; автодозвон; спикерфон; емкость памяти -15 страниц; прием в память/передача из памяти; групповая рассылка; многоадресная рассылка; прием с замещением; поллинг; передача по таймеру; управление с удаленного терминала; автопереключение факс/телефон; интерфейс автоответчика.

Принтер: печать по струйно-пузырьковой технологии, разрешение 360x360 dpi, скорость печати 3 стр./мин., режим копирования (до 99 копий с одного оригинала), двустороннее копирование. Ресурс картриджа с чернилами/тонером: 1000 стр. (2000 стр. в экономичном режиме). Потребляемая мощность 0,9 Вт в энергосберегающем режиме.

ГАБАРИТЫ: 440x300x330 мм. Вес: 6,0 кг.

Аппарат предназначен для сферы малого бизнеса или для домашнего офиса. FAX B110 обеспечивает полный спектр сервисных функций, связанных с использованием цифровой памяти. Поддерживаются функции передачи и приема по таймеру, передачи многостраничных сообщений (до 15 стр.) из памяти и приема факсограмм в память без распечатки, многоабонентной автоматической рассылки одинаковых документов (например, прайс-листов или рекламных буклетов).

В аппарате реализована принадлежащая Canon технология цифровой обработки изображения сверхвысокого качества (UNQ) с улучшением четкости изображения по краям и автокоррекцией ошибок. Эта технология специально предназначена для документов, в которых текст сочетается с графикой и обеспечивает воспроизведение 64-х уровней серого и выбранный режим разрешения (вплоть до сверхвысокого) для текстовой части.

Ещё две полезные особенности: высокая экономичность (потребляемая мощность в режиме энергосбережения составляет всего 0,9 Вт) и простота в обслуживании (пузырьково-струйный картридж выполнен по технологии "все в одном", поэтому меняется целым блоком).



Canon FAX L300

ТИП БУМАГИ: листовая бумага формата 210x297 мм, максимальная емкость разовой загрузки 250 листов А4, приемная кассета на 100 листов.

ПОДАТЧИК ОРИГИНАЛОВ: автоматическая подача 30 листов А4.

РЕЖИМЫ РАЗРЕШЕНИЯ: стандартный (STANDARD), детальный (FINE), сверхдетальный (SUPER FINE), полутон (HALF TONE).

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ МОДЕМА: 14400/12800/9600/7200/4800/2400 бит/с, с автоматическим снижением; автоматическая коррекция ошибок.

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЛИСТА А4: 6 сек.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ: эффективная ширина сканирования 208 мм; 64 уровня полутона; регулирование контрастности; сглаживание; ЖК-дисплей (16 разрядов); 20 номеров прямого набора, 100 номеров ускоренного набора; автодозвон; емкость памяти: стандартная поставка – 42 страницы, возможность расширения до 128 страниц; групповая рассылка; многоадресная рассылка (до 121 абонента); защита от несанкционированного доступа; поллинг; передача по таймеру (отложенная передача по 121 адресу с возможностью программирования до 10 моментов начала передачи); шифрованная передача; прием с замещением; управление с удаленного терминала: автопереключение факс/телефон; интерфейс автоответчика.

Энергопотребление: в режиме ожидания 7 Вт, максимальное 540 Вт

Принтер: печать по лазерной технологии, разрешение до 400x400 dpi, скорость печати 4 страницы в минуту, режим копирования (до 99 копий с одного оригинала), масштабирование.

ГАБАРИТЫ: 382x445x269 мм. Вес 12 кг.

Canon FAX L300 - достаточно мощный аппарат с лазерным принтером. Печатный механизм работает с картриджем FX-3, который содержит в себе все быстроизнашивающиеся элементы: запас тонера, барабан и проявочный модуль. Картриджа хватает для распечатки примерно 2700 копий, после чего он меняется целым блоком - тем самым экономится время, и аппаратура практически не простаивает. Кроме того, благодаря специальной технологии SURF - "быстрого термического закрепления тонера" - не требуется времени для прогрева аппарата

Быстрый сканер, большой объем памяти и возможность масштабирования позволяют вполне успешно использовать FAX L300 как копировальный аппарат. При приеме факсограмм работает и функция автомасштабирования, слишком крупные документы автоматически ужимаются до размера А4. Интересная особенность - копии можно выводить текстом вниз или вверх, для этого используется специальный селектор. Доступ к клавиатуре, кассете с бумагой и картриджу осуществляется со стороны передней панели.



Canon FAX-L800

ТИП БУМАГИ: бумага формата 210x297 мм, максимальная емкость разовой загрузки: 500 листов А4 (лоток передней загрузки) и 100 листов А4 (лоток боковой загрузки), возможно подсоединение дополнительного лотка на 500 листов.

ПОДАТЧИК ОРИГИНАЛОВ: автоматическая подача 50 листов А4.

РЕЖИМЫ РАЗРЕШЕНИЯ: стандартный (STANDARD), детальный (FINE), сверхдетальный (SUPER FINE), полутон (HALF TONE).

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ МОДЕМА: 14400/12800/9600/7200/4800/2400 бит/с, с автоматическим снижением; автоматическая коррекция ошибок.

СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЛИСТА А4: 6 сек.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ: эффективная ширина сканирования 214 мм; быстрое сканирование документов (2 сек./стр.); 64 уровня полутона; регулирование контрастности; сглаживание; ЖК-дисплей (2 строки по 20 символов); 72 номера прямого набора, 128 номеров ускоренного набора; автодозвон; емкость памяти: стандартная поставка - 80 страниц, возможность расширения до 592 страниц; групповая рассылка; многоадресная рассылка (до 210 абонента); переадресовка на другой аппарат; защита от несанкционированного доступа; поллинг; передача по таймеру (отложенная передача по 210 адресу с возможностью программирования до 30 моментов начала передачи); шифрованная передача; прием с замещением; управление с удаленного терминала; интерфейс автоответчика.

Принтер: лазерный; разрешение 600x600 dpi; скорость печати 8 страниц в минуту; режим копирования (до 99 копий с одного оригинала); масштабирование.

ГАБАРИТЫ: 406x450x377 мм. Вес 12 кг.

Этот аппарат особенно полезен в офисах с высокой интенсивностью переписки, когда необходимо передавать большое количество многостраничных документов. Высокая скорость сканирования - 2 секунды на страницу - позволяет существенно экономить время: отправка документов начинается немедленно и происходит одновременно со сканированием, занимая всего 6 секунд на страницу. При этом возможно параллельное выполнение различных функций – отправка документа, распечатка документов из памяти и др.

Имеются соответствующие меры для регулировки переписки, например, функция последовательной рассылки сообщений большому числу абонентов (до 210 адресов) с возможностью программирования до 30 моментов времени начала передачи.

При печати проходящих многостраничных документов обеспечивается правильный порядок листов благодаря автоматическому режиму сортировки. Аппарат обеспечивает высокое качество передаваемых и принимаемых сообщений. Так, режим коррекции ошибок ЕСМ (Error Correction Mode) позволяет обнаруживать и исправлять ошибки передачи данных из-за сбоев телефонных линий. Кроме того, в случае сбоя при передаче документов из памяти передача повторяется с той страницы, на которой прервалась связь.

Наконец, благодаря технологии "сверхсглаживания" Canon, даже при стандартном режиме разрешения сглаживаются неровные края в текстах и изображениях у принимаемых сообщений.

Имеется программное обеспечение, позволяющее преобразовать персональный FAX L800 в сетевой.

Объем информации, передаваемой по обычным телефонным линиям, постоянно увеличивается. В первую очередь это касается факсимильных сообщений. Поэтому сегодня многие пользователи заинтересованы в приобретении не простых автономных телефаксов, выполняющих строго определенные функции, а более совершенных систем, которые позволяют автоматизировать процесс приема, обработки и рассылки факсимильных сообщений и исключить отмеченные недостатки.

Идея использовать для создания таких интегрированных систем персональный компьютер впервые была реализована в 1985 г., когда фирма GammaLink выпустила первую компьютерную факсимильную плату. Это позволило подключить телефонную линию непосредственно к компьютеру и превратить его в мощный и многофункциональный телефакс. Сегодня компьютерные факсимильные платы выпускает огромное количество производителей. Их продукция, различающаяся по некоторым функциональным возможностям, служит одной цели - автоматизации процесса передачи, приема и распределения факсимильных сообщений, обмен которыми происходит по обычным телефонным линиям.

Компьютерно-телефонные факсимильные платы являются неотъемлемой частью индустрии компьютерной телефонии. Системы, строящиеся на базе ПК с применением таких плат, обладают рядом существенных преимуществ перед обычными факсимильными аппаратами.

- Удобство использования. Интеграция ПК с телефонной сетью и наделение его возможностями телефакса позволяет пользователям получать, обрабатывать и отправлять факсимильные сообщения, не отрываясь от своих компьютеров.
- Эффективное использование телефонных линий. Факсимильная система, строящаяся на базе ПК, обеспечивает эффективный обмен информацией по малому числу телефонных линий, заменяя собой множество автономных телефаксов, для каждого из которых требуется отдельная линия.
- Высокое качество передаваемого изображения. Любой документ текстового или графического редактора может быть передан в виде факсимильного сообщения высокого качества. Для этого с помощью специального программного обеспечения он преобразуется в формат, используемый факсимильной платой для передачи сообщений. Таким образом, гарантируется высокое качество изображения, поскольку документ не может быть "испорчен" ни низким качеством печати принтера, ни загрязнением сканера телефакса, ни неполадками в механизме подачи бумаги.
- Сохранение конфиденциальности принимаемых сообщений. В отличие от обычных телефаксов, распечатывающих все поступающие сообщения на едином рулоне бумаги, факсимильные системы на базе ПК принимают и сохраняют их в персональных директориях пользователей, доступ к которым ограничивается паролем. Таким образом, полностью исключается просмотр важных документов посторонними людьми.

Кроме того, применение ПК для управления работой факсимильных карт позволяет реализовывать множество полезных и удобных приложений. Многие из них предоставляют возможность полностью автоматизировать процесс обмена факсимильными сообщениями. К таким приложениям, получившим наиболее широкое распространение, относятся ФАКС-СЕРВЕР, ФАКС ПО ЗАПРОСУ И ФАКС-РАССЫЛКА. Применение факс-сервера сводит к минимуму временные и материальные затраты при приеме и передаче факсимильных сообщений. Факс по запросу позволяет автоматизировать процесс предоставления абонентам часто запрашиваемых документов. Факс-рассылка значительно упрощает работу персонала при рассылке большого количества разных документов большому числу адресатов.

1.5. Необходимость и возможность использования в факсимильных аппаратах G3 процедур сжатия передаваемых данных

Покажем необходимость и возможность использования в факсимильных аппаратах G3 процедур компрессии данных.

Имеем черно-белый документ формата A4 210x297 мм. Если принять плотность сканирования по вертикали 7,7 линий/мм (режим FINE), а по горизонтали 8 линий/мм, то количество элементов разложения N на бланке составит

$$N = 210 \cdot 297 \cdot 7.7 \cdot 8 = 3.8 \cdot 10^6.$$

Максимальная информационная скорость для факсимильного протокола V.17: $V_{\text{инф}} = 14400$ бит/с.

Тогда время передачи $T_{\text{пер}}$ документа приблизительно равно:

$$T_{\text{пер}} = \frac{N}{V_{\text{инф}}} = \frac{3.8 \cdot 10^6}{14400} = 264 \text{ с} \approx 4,4 \text{ мин.}$$

Согласно Рекомендации Т.4 «Стандартизация факсимильной аппаратуры группы 3 для передачи документов» документ формата A4 необходимо передавать в течение приблизительно 1 минуты. Отсюда ясно, что необходимо уменьшение объема передаваемого факсимильного сообщения.

Уменьшение объема возможно, так как двухградационное черно-белое изображение обладает большой избыточностью. Например, для текстового документа справедливо следующее рассуждение. Напечатанный бланк содержит много белых полей, которые не несут полезной информации. «Средний» документ содержит примерно 800 – 1000 знаков. При параметрах разложения 7,7 линий/мм в направлении кадра и 8 линий/мм вдоль строки и размерах знака $3 \times 2 \text{ мм}^2$ изображение знака содержит:

$$N_{\text{зн}} = 3 \cdot 2 \cdot 7.7 \cdot 8 = 370 \text{ элементов.}$$

Количество элементов разложения на текстовом документе формата A4 $N = 3.8 \cdot 10^6$ элементов. Поэтому $N - (N_{\text{зн}} \cdot 1000) = 3.43 \cdot 10^6$ элементов являются «лишними». Что составляет 90% от общего количества элементов разложения. Т.е. необходимо и возможно использовать процедуры компрессии на передающей стороне и процедуры декомпрессии – на принимающей.

2. Примеры методов сжатия

При переходе к цифровому факсимильному сигналу увеличивается полоса частот сигнала, а, следовательно, потребуется более широкий канал связи для передачи сигнала в цифровом виде по сравнению с передачей аналогового сигнала. Поэтому весьма остро ставится вопрос о сокращении полосы частот факсимильного сигнала.

Методы сокращения полосы частот факсимильного сигнала основаны на учете избыточности изображения. Как полутоновые, так и двухградационные черно-белые изображения имеют большую статистическую избыточность.

Имеется ряд статистических моделей двухградационного изображения. Так, при электрооптическом анализе двухградационного изображения после соответствующей обработки сигнала, образующегося на выходе фотоэлектрического преобразователя, получается сигнал в виде случайной последовательности единиц и нулей, причем единицы и нули группируются. Если принять сигнал, соответствующий "черному" за "1", а сигнал, соответствующий "белому" за "0", то получатся пачки (серии) единиц и нулей. Статистика появления серий единиц и нулей обуславливается правилами формирования знаков (букв, цифр). При разбиении изображения на элементарные площадки (элементы изображения) число их достаточно велико. Если же элементами изображения считать серии черно-белых отрезков изображения вдоль строки, то объём передаваемых сообщений уменьшится. Модель двухградационного изображения в виде серий является основой для разработки методов эффективного кодирования.

Следует иметь в виду, что устранение избыточности ведет к ухудшению качества принимаемого сообщения (снижается помехоустойчивость). В осмысленных изображениях имеются сильные корреляционные связи между элементами. Именно поэтому изображения объектов могут быть выделены на фоне даже сильных помех. Например, буква П передается с помощью телеграфного кода МТК-2. При наличии хотя бы одной ошибки, если передача осуществляется избыточным кодом, будет принята другая буква. Если же буква П передается растровым методом (с помощью факсимильного аппарата), то одиночная ошибка (искажение одного элемента изображения) не исказит структуры буквы П. Даже при наличии большого количества ошибок, приходящихся на букву, разрушить изображение буквы трудно (буква опознается). Естественно, что, выигрывая в помехоустойчивости, происходит проигрыш во времени передачи буквы факсимильным методом. При устранении избыточности помехоустойчивость уменьшается.

2.1. Алгоритм кодирования длин серий

При кодировании по этому методу двухуровневый факсимильный сигнал от каждой строки развертки разбивается на отдельные элементы - дискретизируется. Элементам белого приписывается значение логического нуля, а черного единицы. При этом учитывается, что, как правило, в среднем длины черных участков изображения много короче белых. Длины белых участков кодируются, например, шестиэлементными кодовыми комбинациями (до 63 элементов сигнала), а отрезки черного - трехэлементными (до семи элементов сигнала). Кодирование строки всегда начинается с белого; для определения начала строки передается служебная комбинация из девяти нулей.

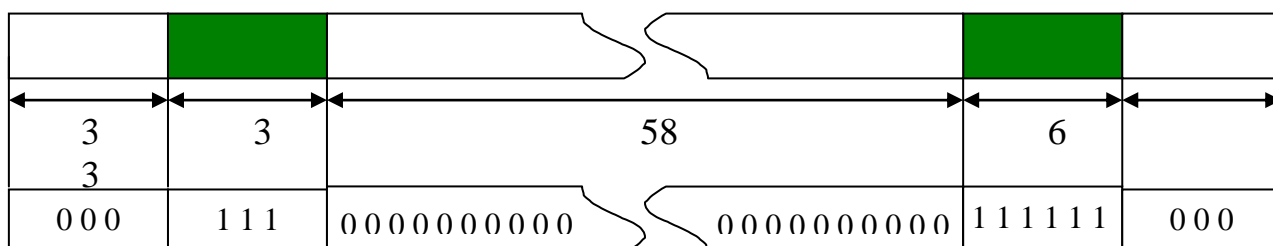


Рис. 2.1. Кодирование двухградационного факсимильного сигнала по методу КДС

При кодировании белого различают отрезки: меньше 63 элементов изображения; больше, но не кратные 63 элементам; равные или кратные 63 элементам. В первом случае отрезки кодируются шестиэлементными кодовыми комбинациями. Во втором случае длина отрезка кодируется несколькими шестиэлементными комбинациями, причем все они, кроме последней, состоят из одних единиц. В третьем случае длина отрезка кодируется одной или несколькими шестиэлементными комбинациями, состоящими из одних единиц, и для определения окончания белого передается служебная кодовая комбинация из шести нулей.

При кодировании черного различают отрезки: меньше 7 элементов изображения; больше, но не кратные 7 элементам; равные или кратные 7 элементам. Они кодируются так же, как и отрезки белого, но при этом используются не шести, а трехэлементные кодовые комбинации.

Для оценки методов сжатия используется коэффициент сжатия.

Коэффициент сжатия $K_{сж}$ при КДС, если длины белых и черных серий кодируются кодами разной длины и для каждой серии достаточно одной кодовой комбинации, для одной строки можно вычислить по формуле:

$$K_{сж} = \frac{N_{\bar{n}}}{m_{\bar{i}} + m_{\bar{y}} + 0,5(m_0 + m_1) P_{\bar{i}c} N_{\bar{n}}},$$

где

m_n - длина кода начала строки;

m_y - длина кода яркости первого элемента;

m_0 и m_1 - длины равномерных кодов, используемых для кодирования длин серий белого и черного соответственно;

$P_{нз}$ - вероятность новых значений;

N_c - число элементов изображения на строке.

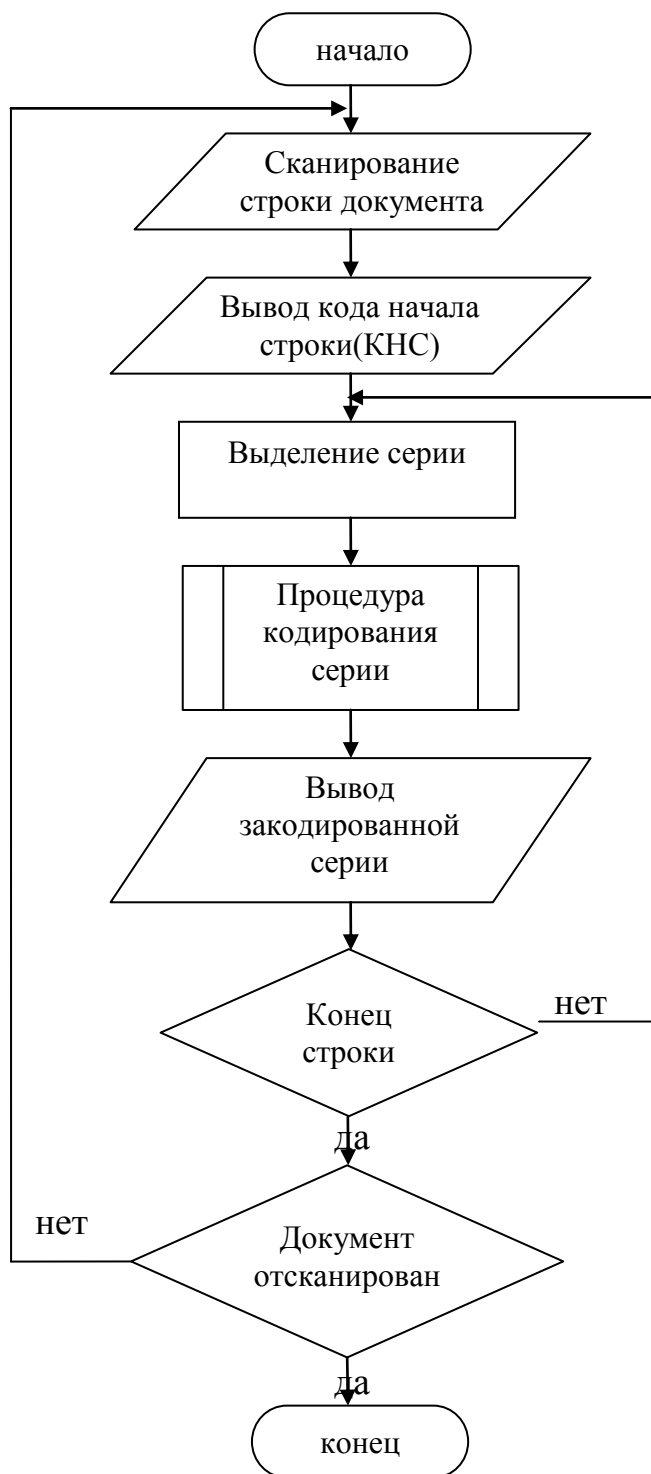
В общем случае $K_{сж}$ определяется по формуле $K_{сж} = \frac{N}{N_{нэ}}$,

где

N - число элементов на изображении;

$N_{сж}$ - число двоичных разрядов для представления сжатого изображения документа (с учетом служебных кодовых комбинаций).

Блок-схема алгоритма кодирования двухградационного сигнала по методу КДС



Метод КДС обладает низкой помехоустойчивостью. Неверно принятый код длины серии приводит к так называемому "треку ошибок", поскольку декодер воспроизведет серию не той длины. Таким образом, даже одиночная ошибка за счет помехи в канале приводит к "разрушению" строки.

2.2. Алгоритм адресно-позиционного кодирования (АПК)

При кодировании штриховых изображений возможны новые значения двух типов: переход из белого в чёрное и переход из чёрного в белое. Координата элемента с новым значением яркости (КНЗ) отсчитывается относительно начала строки изображения (рис. 2.2).

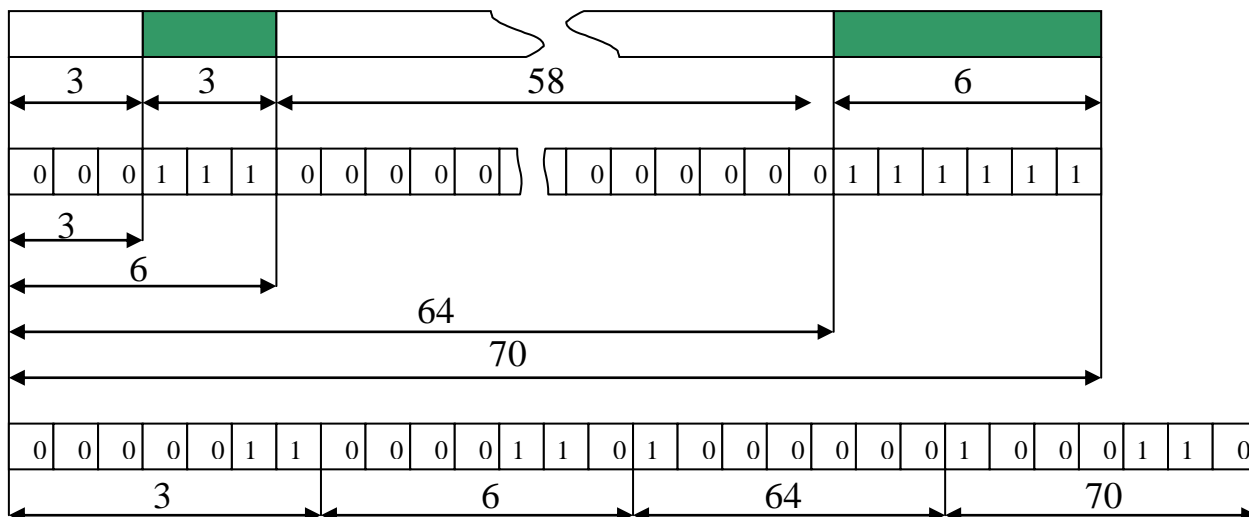


Рис. 2.2. Кодирование двухградационного факсимильного сигнала по методу АПК

Для безошибочного восстановления изображения по сжатым данным необходимо в начале кодограммы строки указать признак (код) её начала и значение яркости первого элемента строки:

[код начала строки] [код первого элемента] [КНЗ] [КНЗ] [КНЗ].

При равномерном кодировании длина кода будет определяться из условия, что элемент с новым значением яркости находится в конце строки. Таким образом, длина двоичного кода $k = \log_2 N$, где N - число элементов изображения на строке.

Для АПК коэффициент сжатия определяется так:

$$K_{сж} = \frac{N_c}{m_i + m_y + N_n \cdot P_{ic} \cdot \log_2 N_c},$$

где

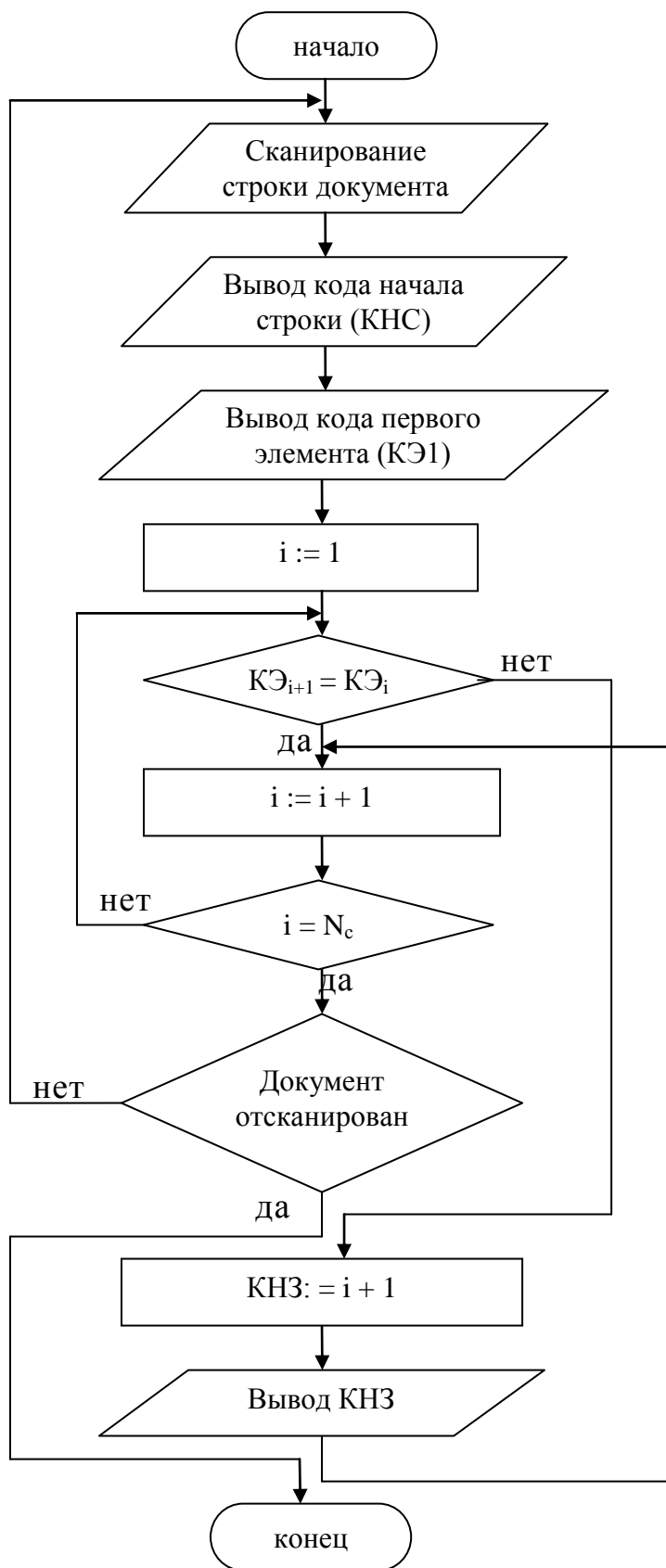
N_c - количество точек (элементов) в строке;

m_n - количество разрядов кода начала строки;

m_y - количество разрядов кода первого элемента;

$P_{нз}$ - вероятность появления нового значения яркости.

Блок-схема алгоритма кодирования двухградационного сигнала по методу АПК



При АПК нельзя достичь высоких коэффициентов сжатия, если насыщенность изображения деталями высока, поэтому его целесообразно применять при кодировании изображений, для которых вероятность новых значений не превышает 0,2-0,3. Достоинством АПК является его низкая чувствительность к ошибкам. Поражение ошибкой кода координаты нового значения приводит к искажению небольшой группы элементов строки до следующего нового значения яркости.

Подводя итог оценке основных характеристик АПК, можно заключить, что данный метод можно использовать для передачи определенной факсимильной информации. Алгоритм АПК построен для двухградационных изображений и с приемлемой эффективностью устраняет избыточность в таких изображениях, как метеокарты, графики, чертежи, укрупненные контурные рисунки и т. п. Повышенная помехозащищенность данного метода позволяет вести передачу в условиях помех, несколько худших, чем это допускают многие другие методы сжатия.

2.3. Алгоритм оптимального неравномерного кодирования

Алгоритм оптимального неравномерного кодирования учитывает статистику исходного двоичного изображения. Наиболее вероятные длины серий кодируются наиболее короткими кодовыми комбинациями, а наименее вероятные - наиболее длинными. Примером такого кода является одномерный код Хаффмана. При использовании этого кода серии черных и белых элементов кодируются в соответствии с кодовой таблицей (таблицы 1/Т.4 и 2/Т.4). Размер кодовой комбинации в таблице обратно пропорционален вероятности появления соответствующей длины серии.

Таблица кодов завершения

Длина серии	Код белой	Код черной подстроки	Длина серии	Код белой подстроки	Код черной подстроки
0	00110101	0000110111	32	00011011	000001101010
1	00111	010	33	00010010	000001101011
2	0111	11	34	00010011	000011010010
3	1000	10	35	00010100	000011010011
4	1011	011	36	00010101	000011010100
5	1100	0011	37	00010110	000011010101
6	1110	0010	38	00010111	000011010110
7	1111	00011	39	00101000	000011010111
8	10011	000101	40	00101001	000001101100
9	10100	000100	41	00101010	000001101101
10	00111	0000100	42	00101011	000011011010
11	01000	0000101	43	00101100	000011011011
12	001000	0000111	44	00101101	000001010100
13	000011	00000100	45	00000100	000001010101
14	110100	00000111	46	00000101	000001010110
15	110101	000011000	47	00001010	000001010111
16	101010	0000010111	48	00001011	000001100100
17	101011	0000011000	49	01010010	000001100101
18	0100111	0000001000	50	01010011	000001010010
19	0001100	00001100111	51	01010100	000001010011
20	0001000	00001101000	52	01010101	000000100100
21	0010111	00001101100	53	00100100	000000110111
22	0000011	00000110111	54	00100101	000000111000
23	0000100	00000101000	55	01011000	000000100111
24	0101000	00000010111	56	01011001	000000101000
25	0101011	00000011000	57	01011010	000001011000
26	0010011	000011001010	58	01011011	000001011001
27	0100100	000011001011	59	01001010	000000101011
28	0011000	000011001100	60	01001011	000000101100
29	00000010	000011001101	61	00110010	000001011010
30	00000011	000001101000	62	00110011	000001100110
31	00011010	000001101001	63	00110100	000001100111

Таблица начальных кодов

Длина серии	Код белой подстроки	Код черной подстроки	Длина серии	Код белой подстроки	Код черной подстроки
64	11011	0000001111	1344	011011010	0000001010011
128	10010	00011001000	1408	011011011	0000001010100
192	01011	000011001001	1472	010011000	0000001010101
256	0110111	000001011011	1536	010011001	0000001011010
320	00110110	000000110011	1600	010011010	0000001011011
384	00110111	000000110100	1664	011000	0000001100100
448	01100100	000000110101	1728	010011011	0000001100101
512	01100101	0000001101100	1792	00000001000	совп. с белой
576	01101000	0000001101101	1856	00000001100	—//—
640	01100111	0000001001010	1920	00000001101	—//—
704	011001100	0000001001011	1984	000000010010	—//—
768	011001101	0000001001100	2048	000000010011	—//—
832	011010010	0000001001101	2112	000000010100	—//—
896	011010011	0000001110010	2176	000000010101	—//—
960	011010100	0000001110011	2240	000000010110	—//—
1024	011010101	0000001110100	2304	000000010111	—//—
1088	011010110	0000001110101	2368	000000011100	—//—
1152	011010111	0000001110110	2432	000000011101	—//—
1216	011011000	0000001110111	2496	000000011110	—//—
1280	011011001	0000001010010	2560	000000011111	—//—

Характерная особенность этих кодовых комбинаций заключается в том, что они не содержат повторяющихся последовательностей единичных и нулевых элементов. Этим обеспечивается однозначное декодирование и, кроме того, не требуется вводить дополнительные элементы для обозначения начала или конца кодовых комбинаций. Иначе говоря, в любой последовательности кодовых комбинаций всегда однозначно определяются начало и конец каждой из них, т.е. код является самосинхронизирующимся.

Пример:

Двухградационное тестовое изображение состоит из двух строк.

строки	бел	чер	бел	чер	бел	чер	бел
1	2	2	702	64	829	129	0
2	0	5	699	63	830	130	1

1: 0111 **11** 01100111 00110011 **0000001111** 011001101 00110010
000011001000 010 00110101 000000000001

2: 00110101 **0011** 01100111 01001010 **000001100111** 011001101
 00110011 **000011001000 11** 00111 000000000001

Код сжатия 1-й строки: $\frac{1728}{84} = 20,6$

Код сжатия 2-й строки: $\frac{1728}{88} = 19,6$

При появлении одиночной ошибки на приеме произойдет следующее.

1: 011011011 00111(1418б) **0011(5ч)** 0011000(28б) **00011(7ч)**
 11011(64б) **0011(5ч)** 010011001(1536б) **0000011001000(48ч)**
 01000(11б) **11(2ч)** 0101000(24б) 000000001(?)

Код Хаффмана имеет ряд модификаций и считается одним из самых эффективных для кодирования факсимильных изображений текстов и рисунков. Модифицированные коды Хаффмана (МКФ) широко применяются в факсимильной аппаратуре третьей группы.

Еще более эффективны способы так называемого двумерного кодирования. Для них характерно, что позиция каждого меняющегося элемента кодируемой строки кодируется с учетом позиции соответствующего меняющегося элемента опорной строки, расположенной непосредственно над кодируемой строкой. При этом используются корреляционные свойства изображения соседних строк (их "похожесть"). После кодирования опорной строки следующая строка изображения вычитается из опорной, а затем кодируется разностный сигнал. Поскольку при вычитании фактически осуществляется декорреляция изображения (разрушаются статистические связи), то устраняется избыточность. Энтропия преобразованного сигнала возрастает, а, следовательно, возрастает эффективность кодирования.

Рассмотренные методы сжатия обладают низкой помехоустойчивостью. Неверно принятый код длины серии приводит к так называемому "треку ошибок", поскольку декодер воспроизведет серию не той длины (и не той градации яркости). Таким образом, даже одиночная ошибка за счет помехи в канале может вызвать поток ошибок при декодировании сигнала.

Особенно чувствительно к ошибкам двумерное кодирование, поскольку ошибки приводят не только к "трекам", но и распространяются на соседние строки. Чтобы предотвратить вертикальное распространение искажений от строки к строке, двумерным способом кодируется не более двух - четырех соседних строк, после чего строка кодируется одномерным способом.

Одномерная схема кодирования длин серий, рекомендованная для факсимильной аппаратуры группы 3, следующая:

Данные (Data)

Строка Data состоит из серий кодовых слов переменной длины. Каждое кодовое слово представляет длину серии только белого либо только черного. Серии белого и черного чередуются. В сумме 1728 элементов изображения представляют одну горизонтальную строку развертки длиной 215мм.

Для того чтобы гарантировать удержание синхронизации и цвета на приеме, все строки Data должны начинаться кодовым словом длины серии белого. Если фактическая строка развертки начинается с серии черного, передается длина серии белого, равная нулю. Длина серий черного или белого вплоть до максимальной длины одной строки развертки (1728 элементов изображения) определяется с помощью кодовых слов по таблицам 1/Т.4 и 2/Т.4. Существуют кодовые слова двух типов: завершающие и начальные кодовые слова. Каждая длина серии представляется либо одним словом завершающего кода, либо одним начальным кодовым словом, за которым следует завершающее кодовое слово.

Длина серий в диапазоне от 0 до 63 элементов изображения кодируется соответствующим завершающим кодовым словом. Необходимо отметить, что существуют разные перечни кодовых слов для длины черных и белых серий.

Длина серий в диапазоне от 64 до 1728 элементов изображения кодируется сперва начальным кодовым словом, представляющим длину серии, которая равна или короче требуемой. Затем следует завершающее кодовое слово, представляющее разность между реальной длиной серии и длиной серии, представленной начальным кодом.

Конец строки (EOL)

Это кодовое слово следует за каждой строкой Data. Это - специальное кодовое слово, которое никогда не появляется в действительной строке Data; поэтому возможна ресинхронизация после пакета ошибок.

Кроме того, этот сигнал передается перед первой строкой Data страницы.

Формат: 000000000001

Заполнение (FILL)

Пауза в потоке сообщений может заполняться путем передачи сигнала FILL. FILL может вставляться между строкой Data и EOL, но никогда не вводится в строку Data. FILL должен добавляться для гарантии, что суммарное время передачи Data, FILL и EOL не меньше минимального времени передачи всей кодированной строки развертки, установленного в процедуре управления, указанной в предсообщении.

Формат: последовательность нулей переменной длины.

Возврат к управлению (RTC)

Конец передачи документа обозначается путем передачи шести последовательных сигналов EOL. После сигнала RTC передатчик будет передавать команды постсообщения в соответствии с цикловым форматом и скоростями передачи сигналов управления, определенных в Рекомендации T.30.

Формат: 000000000001.....000000000001

(в сумме 6 раз)

Рис. 2.3 и 2.4 уточняют связь определенных выше сигналов. На рис. 2.3 показаны несколько строк развертки данных, начиная с начала переданной страницы. На рис. 2.4 показана последняя кодированная строка развертки страницы.

Здесь T - минимальное время передачи полной кодированной строки развертки

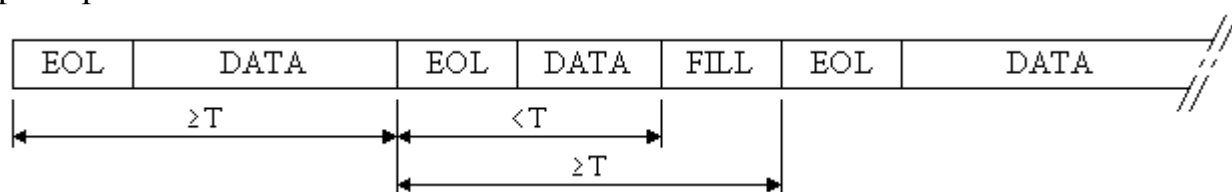


Рис. 2.3.

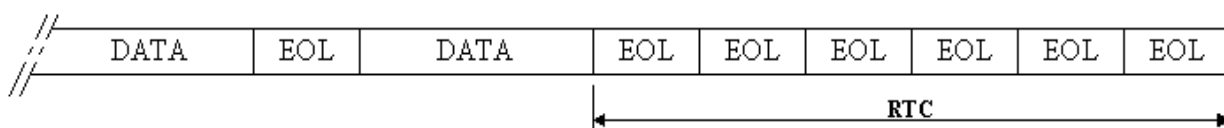


Рис. 2.4.

Код Хаффмана может быть двухпроходным и однопроходным. Первый строится по результатам подсчета частот (вероятностей) появления различных символов в данном сообщении. Второй использует готовую таблицу кодирования, построенную на основе вероятностей символов в сообщениях похожего типа. Например, кодирование текста на русском языке в первом случае включает его предварительный анализ, подсчет вероятностей символов, построение дерева кода и таблицы кодирования индивидуально для данного сообщения. Во втором случае будет работать готовая таблица, построенная по результатам анализа множества русскоязычных текстов.

Двухпроходный код более полно использует возможности сжатия. Однако при этом вместе с сообщением нужно передавать и кодовую таблицу.

Однопроходный код не оптимален, однако прост в использовании, поэтому на практике обычно применяют именно его.

В дипломной работе поставлена следующая задача. Оценить эффективность реализации одномерной схемы кодирования на основе оптимального неравномерного кода для цифровых факсимильных аппаратов группы G3. Оптимальный неравномерный код предлагается строить для каждого передаваемого факсимильного сообщения.

Процедура передачи факсограммы должна включить следующие этапы:

1. Сканирование и статистический анализ длин белых и черных серий на документе, предназначенном для передачи.
2. Построение двух таблиц оптимальных неравномерных кодов – для белых и черных серий. Как вариант может быть построена одна сквозная таблица.
3. Компрессия (сжатие) передаваемого документа с использованием построенной таблицы.
4. Передача сжатого документа и таблицы с ОНК.
5. Восстановление (декомпрессия) принятого документа.
6. Оценка коэффициента сжатия $K_{сж}$ и времени передачи $T_{пер}$.
7. Сравнение двухпроходного и однопроходного способа использования ОНК для сжатия текстовых документов, передаваемых в системах факсимильной связи.

3. Построение оптимального кода для сжатия факсограмм

Равномерные коды не учитывают статистическую структуру передаваемых сообщений и поэтому не являются наиболее выгодными по количеству посылок, затрачиваемых в среднем для передачи одного символа. В теории информации увеличение скорости передачи сообщений связывается с вопросами оптимального кодирования.

Оптимальным кодированием называется процедура преобразования символов первичного алфавита m_1 в кодовые слова во вторичном алфавите m_2 , при которой средняя длина сообщений во вторичном алфавите имеет минимально возможную для данного m_2 длину.

Оптимальными называются коды, представляющие кодируемые понятия кодовыми словами минимальной средней длины.

В сообщениях, составленных из кодовых слов оптимального кода, статистическая избыточность сведена к минимуму, в идеальном случае — к нулю.

Основная теорема кодирования для каналов связи без шумов доказывает принципиальную возможность построения оптимальных кодов. Из нее однозначно вытекают методика построения и свойства оптимальных кодов[4].

Основные свойства оптимальных кодов:

- минимальная средняя длина кодового слова оптимального кода, обеспечивается в том случае, когда избыточность каждого кодового слова сведена к минимуму (в идеальном случае — к нулю);
- кодовые слова оптимального кода должны строиться из равновероятных и взаимонезависимых символов.

Из свойств оптимальных кодов вытекают два принципа их построения. Первый принцип – выбор каждого кодового слова необходимо производить так, чтобы содержащееся в нем количество

информации было максимальным. Вторым принципом является то, что буквам первичного алфавита, имеющим большую вероятность, присваиваются более короткие кодовые слова во вторичном алфавите.

Принципы оптимального кодирования определяют методику построения оптимальных кодов.

3.1. Построение оптимального кода по методу Шеннона – Фано для сжатия факсограмм

Построение оптимального кода по методу Шеннона – Фано для ансамбля из M различных серий сводится к следующей процедуре:

- 1) множество из M различных серий располагают в порядке убывания вероятностей;
- 2) первоначальный ансамбль кодируемых серий разбивают на две группы таким образом, чтобы суммарные вероятности для обеих групп были по возможности равны;
- 3) первой группе присваивают символ 0, второй группе — символ 1;
- 4) каждую из подгрупп делят на две группы так, чтобы их суммарные вероятности были по возможности равны;
- 5) первым подгруппам каждой из групп вновь присваивают 0, а вторым - 1, в результате чего получают вторые цифры кода. Затем каждую из четырех подгрупп вновь делят на равные (с точки зрения суммарной вероятности) части и т. д. до тех пор, пока в каждой из подгрупп останется по одной серии.

Рассмотрим примеры построения оптимального кода по методу Шеннона – Фано.

Примеры.

Построение оптимального кода, если символы первичного алфавита m_1 неравновероятны.

Символы первичного алфавита	Вероятность появления символа	Кодовое слово после разбиения						Число знаков в кодовом слове	l(i) p _i
		первого	второго	третьего	четвертого	пятого	шестого		
Код, в котором вероятности появления символов подчиняются закону									
$p_i = \left(\frac{1}{2}\right)^i ; \sum p_i = 1$									
A ₁	1/4	0	0	-	-	-	-	2	0,5
A ₂	1/4	0	1	-	-	-	-	2	0,5
A ₃	1/8	1	0	0	-	-	-	3	0,375
A ₄	1/8	1	0	1	-	-	-	3	0,375
A ₅	1/16	1	1	0	0	-	-	4	0,15
A ₆	1/16	1	1	0	1	-	-	4	0,25
A ₇	1/16	1	1	1	0	-	-	4	0,25
A ₈	1/16	1	1	1	1	-	-	4	0,25
$\text{Среднее значение двоичных знаков на символ } L = \sum_{i=1}^8 l(i)p_i = 2,65$									
Код с произвольным распределением вероятностей появления символов									
A ₁	0,5	0	-	-	-	-	-	1	0,5
A ₂	0,25	1	0	-	-	-	-	2	0,5
A ₃	0,098	1	1	0	0	-	-	4	0,392
A ₄	0,052	1	1	0	1	-	-	4	0,208
A ₅	0,04	1	1	1	0	-	-	4	0,16
A ₆	0,03	1	1	1	1	0	-	5	0,15
A ₇	0,19	1	1	1	1	1	0	6	0,114
A ₈	0,011	1	1	1	1	1	1	6	0,66
$\text{Среднее значение двоичных знаков на символ } L = \sum_{i=1}^8 l(i)p_i = 2,684$									

На основании рассмотренных примеров можно сказать, что оптимальными будут те коды, у которых средняя длина кодовой комбинации при заданном основании кода является минимальной и мало отличается от энтропии источника сообщений. Коды, представляющие первичные алфавиты с неравномерным распределением символов, имеющие минимальную среднюю длину кодового слова во вторичном алфавите, называются оптимальными неравномерными кодами (ОНК).

3.2. Построение оптимального кода для сжатия факсограмм при помощи кодовых деревьев

Метод Шеннона – Фано является не единственным способом построения оптимальных кодов. Хорошо известна и широко применяется методика построения ОНК при помощи кодовых деревьев. Впервые эта методика была описана Хаффманом.

Из теоремы Шеннона о кодировании сообщений в каналах без шумов следует, что если передача дискретных сообщений ведется в отсутствия помех, то всегда можно изыскать такой метод кодирования, при котором среднее количество двоичных посылок, приходящихся на один символ, будет сколь угодно близко к количеству информации на символ используемого алфавита (энтропии), но никогда не может быть меньше этого количества. На основании этой теоремы можно ставить вопрос о построении оптимального неравномерного кода, в котором часто встречающимся символам присваиваются более короткие комбинации, а редко встречающимся символам — более длинные.

При построении неравномерного оптимального кода между формируемыми кодовыми комбинациями не вводят разделительных интервалов. Различие кодовых комбинаций достигается тем, что ни одна из них не является начальной частью других, более длинных, комбинаций.

Для опознавания кодовой комбинации необходимо знать только те элементы, которые относятся непосредственно к ней, и нет необходимости знать, какая кодовая комбинация следует после данной.

Среднее количество информации H , приходящееся на один символ алфавита (без учета взаимосвязи между отдельными символами), определяется выражением

$$H = -\sum_{i=1}^{N_0} p_i \log_2 p_i, \quad (3.1)$$

где N_0 — общее число символов сообщения, P_i — вероятность появления i -го символа.

Из выражения (3.1) следует, что количество информации H достигает максимального значения при равенстве вероятностей появления всех символов сообщения и стремится к нулю по мере приближения к единице вероятности появления одного из символов.

Если бы все символы сообщения имели одинаковую вероятность появления, тогда при $N_o=32$, $p_i=1/32$. Подставляя значение p_i в (3.1), получим $H=5$ бит/симв.= $H_{\text{макс}}$. Таким образом, полученный результат, основанный на равновероятности появления символов, дает наибольшее количество информации на один символ сообщения.

Для определения значения H при неравномерном распределении вероятностей появления символов воспользуемся данными статистической обработки 3000 телеграмм, переданных на связях, оборудованных стартстопными аппаратами. В табл. 3.2 приведены значения вероятностей появления отдельных символов алфавита (букв и служебных знаков).

Таблица 3.1

Символ алфавита	$p_i, \%$	Символ алфавита	$p_i, \%$	Символ алфавита	$p_i, \%$	Символ алфавита	$p_i, \%$
А	6,10	М	1,97	Щ	0,19	7	0,35
Б	1,19	Н	4,18	Ю	0,48	8	0,45
В	3,30	О	8,03	Я	1,22	9	0,44
Г	1,14	П	1,74	Ь	0,90	0	0,50
Д	1,91	Р	3,93	Ы	0,87	др.	1,63
Е	5,84	С	3,71	Ч	1,22	символы	
Ж	0,64	Т	2,88	Э	0,01	пробел	2,35
З	1,00	У	2,10	1	5	«цифры»	10,125
И	4,29	Ф	0,16	2	2,6	«буквы»	5,05
Й	1,30	Х	0,45	3	1,54		
К	3,15	Ц	0,34	4	0,76		100
Л	2,99	Ш	0,55	5	0,68		
				6	0,69		

На основе данных табл. 3.2. находим оптимальный код по методу Хаффмана. На рис 3.1 построено кодовое дерево и выявлены комбинации, отображающие символы алфавита. При построении кодового дерева объединяют попарно наименьшие вероятности появления символов алфавита ($P_i + P_{i+1}$, причем всегда $P_i \leq P_{i+1}$).

На рис. 3.1 такое объединение производится соединением двух ветвей кодового дерева в общем узле. Далее таким же путем объединяют еще две наименьшие вероятности, рассматривая предыдущую сумму вероятностей как отдельную вероятность. Построение кончается получением конечного узла, которому соответствует объединение вероятностей, равное единице. Каждой верхней ветви объединения ставится в соответствие элемент кода «1», а каждой нижней ветви - «0».

Для получения кодовых комбинаций следует выписать для каждой из них все элементы кода справа налево, т.е. от конечного узла до соответственного символа алфавита. В табл. 3.3 приведены кодовые

комбинации оптимального кода, отображающие символы алфавита. Пользуясь данными табл. 3.2, из (3.1) получим $N=4,897$ бит/симв.

Суммируя приведенные в табл. 3.3 произведения длин кодовых комбинаций на вероятности их появления, находим среднюю длину n_{cp} кодовой комбинации

No

$$n_{cp} = \sum_{i=1}^{No} P_i n_i = 4,973 \text{ бит/симв.}$$



Таблица 3.2

Символ алфавита	Кодовая комбинация	Количество посылок в комбинации	Pi	Pi ⁿ i
Пробел	0111	4	0,10125	0,40500
О	0110	4	0,08030	0,32120
А	0101	4	0,06100	0,24400
Е	0100	4	0,54840	0,23360
«Цифры»	11111	5	0,05050	0,25250
«Буквы»	11110	5	0,05050	0,25250
И	11101	5	0,04290	0,21450
Н	11100	5	0,04180	0,20900
Р	11011	5	0,03930	0,19650
С	11010	5	0,03710	0,18550
В	11001	5	0,03300	0,16500
К	11000	5	0,03150	0,15750
Л	10111	5	0,02990	0,14950
Т	10110	5	0,02880	0,14400
1	10101	5	0,02600	0,13000
Др.	10100	5	0,02350	0,11750
символы	10011	5	0,02100	0,10500
У	10010	5	0,01970	0,09850
М	10001	5	0,01910	0,09550
Д	10000	5	0,01740	0,08700
П	001111	6	0,01630	0,09780
0 (ноль)	001110	6	0,01540	0,09240
2	001101	6	0,01300	0,07800
Й	001100	6	0,01220	0,07320
Я	001011	6	0,01280	0,07320
Ч	001010	6	0,01190	0,07140
Б	001001	6	0,01140	0,06840
Г	001000	6	0,01000	0,06000
3	0001111	7	0,00900	0,06090
Ь	0001110	7	0,00870	0,06090
Ы	0001101	7	0,00760	0,05320
3 (три)	0001100	7	0,00690	0,04830
5	0001011	7	0,00680	0,04760
4	0001010	7	0,00640	0,04480
Ж	0001001	7	0,00550	0,03850
Ш	0001000	7	0,00500	0,03500
9	0000111	7	0,00480	0,03360
Ю	0000110	7	0,00450	0,03150
Х	0000101	7	0,00450	0,03156
7	0000100	7	0,00400	0,03080

8	0000011	7	0,00350	0,02450
6	0000010	7	0,00340	0,02380
Ц	0000001	7	0,00190	0,01330
Щ	00000001	8	0,00160	0,01280
Ф	00000000	8	0,00015	0,00120
З			$\sum_{i=1}^{N_0} p_i = 1,0$	$\sum_{i=1}^{N_0} p_i n_i = n_{cp} = 4,973$

Видно, что неравномерный оптимальный код по среднему количеству разрядов на символ алфавита n_{cp} весьма близко подходит к энтропии H .

Таким образом, в результате статистического согласования источника информации с каналом связи появляется, возможность наиболее полного использования пропускной способности системы связи.

При наличии помех в каналах связи непосредственное использование оптимальных кодов становится уже нецелесообразным из-за их низкой помехоустойчивости.

Методика Шеннона – Фано, по выражению Р. Фано, «приводит обычно к получению довольно хорошего множества кодовых слов, однако не обязательно оптимального». Тогда как метод Хаффмана «всегда приводит к получению оптимального множества слов в том смысле, что никакое другое множество не имеет меньшего среднего числа символов на сообщение».

Выводы:

1. Если символы кодируемого алфавита встречаются в сообщениях с равной вероятностью, то их следует кодировать кодами равной длины.
2. Если вероятности появления в сообщении символов кодируемого алфавита можно расположить так, что вероятность появления каждого последующего символа будет в два раза меньше вероятности предыдущего, то число элементарных знаков кода на кодируемый символ должно возрастать, как натуральный ряд чисел (1, 2, 3, ..., N).
3. Если кодировать сообщения крупными блоками, то взаимозависимость между отдельными символами уменьшается по мере укрупнения блока.
4. Преимущество оптимальных кодов; при прочих равных условиях оптимальные коды позволяют вести передачу информации с максимальной скоростью.
5. Недостаток оптимальных кодов: при прочих равных условиях оптимальные коды наиболее беззащитны от влияния помех, т. е, обладают наименьшей помехоустойчивостью.

4. Анализ структуры текстового документа и построение ОНК

4.1. Постановка задачи

Использовать оптимальный неравномерный код для сжатия передаваемых документов можно по однократной или двукратной схеме.

Первый способ использует готовую таблицу кодирования, построенную на основе вероятностей символов в сообщениях похожего типа. Кодовая таблица строится, например, по результатам анализа множества русскоязычных текстов.

В факсимильных аппаратах G3 используется таблица 1/T4 и таблица 2/T4 из Рекомендации Т.4 «Стандартизация факсимильной аппаратуры группы 3 для передачи документов».

Код, представленный в этих таблицах, является оптимальным неравномерным кодом (ОНК). Его называют также кодом Хаффмана. Характерная особенность кодовых комбинаций состоит в том, что никакое кодовое слово не является началом другого более длинного кодового слова. Это обеспечивает однозначность процедуры декодирования.

В литературе, однако, отсутствуют подробные сведения, какие документы и какие наборы алфавитов анализировались для построения этого ОНК.

В двукратной схеме код строится по результатам подсчета частот (вероятностей) появления различных символов в каждом конкретном документе, предназначенном для передачи. Можно предположить, что код, построенный по двукратной схеме, будет более полно использовать возможности сжатия. Однако, следует иметь в виду, что при двукратной схеме вместе с сообщением нужно передавать и кодовую таблицу.

Если время передачи сжатого сообщения и кодовой таблицы при использовании двукратной схемы меньше времени, которое необходимо для передачи сжатого сообщения кодом Хаффмана, то это позволит сделать вывод в пользу двукратной схемы.

Была составлена программа для статистической обработки отсканированных текстовых документов, построения оптимального неравномерного кода для каждого конкретного документа и вычисления коэффициента сжатия.

4.2. Программная реализация анализа текстового документа и построения ОНК

Сканирование документов производилось на сканере Mustek с разрешением 200dpi ч/б, что дает черно-белое изображение с разрешением 1728x2376dpi. Это соответствует стандарту 8 строчек/мм. Документы сохранялись в формате *.bmp.

Для дальнейшей обработки документов была написана программа.

Программа называется Vmp2txt.exe и предназначена для работы с передающим устройством в среде Windows.

Программа осуществляет анализ структуры текстового документа и строит ОНК для кодирования документа. Образует итоговый файл, который содержит кодовое дерево и закодированный документ.

Программа запускается: X:\ Vmp2txt\Vmp2txt.exe, где X - выбранный диск.

Работает с файлами монохромных изображений формата bmp и формирует рабочие файлы в том же каталоге, где располагается графический файл.

Формирует файлы:

X.txt – картинка в виде 0 и 1, где 0 – элементы белого, 1 – элементы черного, X – имя исходного графического файла. Картинка выводится в окне программы;

X.stat.txt – таблица с построчно подсчитанными сериями белого и черного, т.е. 0 и 1 и их процентным соотношением;

X.One.txt – таблица черных серий, их процентное соотношение и кодировка;

X.Zero.txt – таблица белых серий, их процентное соотношение и кодировка;

X.ОНК.txt – количество узлов дерева нулей (само дерево нулей представлено в формате удобном для распаковки и максимально сжатом), количество узлов дерева единиц (само дерево единиц представлено в формате удобном для распаковки и максимально сжатом), Ширина и Высота изображения исходного документа.

Далее идет построчно закодированный файл:

- один бит - значение цепочки (из нулей или единиц цепочка);

- несколько бит - путь по дереву.

Программа формирует бинарный файл (X.ОНК.bin).

Графический интерфейс программы (рис. 4.1):

ОТКРЫТЬ ФАЙЛ – открывает стандартное окно Windows для выбора файла, имеет функцию просмотра (рис. 4.2);

ПРЕОБРАЗОВАТЬ – представляет выбранный документ в виде 0 и 1, если включен пункт **СТРОИТЬ ДЕРЕВО**, вместе с преобразованием строится дерево для последующего кодирования (рис. 4.3);

СЖАТЬ ФАЙЛ – кодирует файл, упаковывает дерево, представляет закодированный документ в бинарном виде.

Окно «черный – белый» позволяет выбрать, каким знаком мы будем обозначать белые и черные элементы.

Окна X, Y – позволяют рассмотреть преобразованный документ путем ввода координат документа.

При прокрутке документа в основном окне текущие координаты X и Y также отображаются.

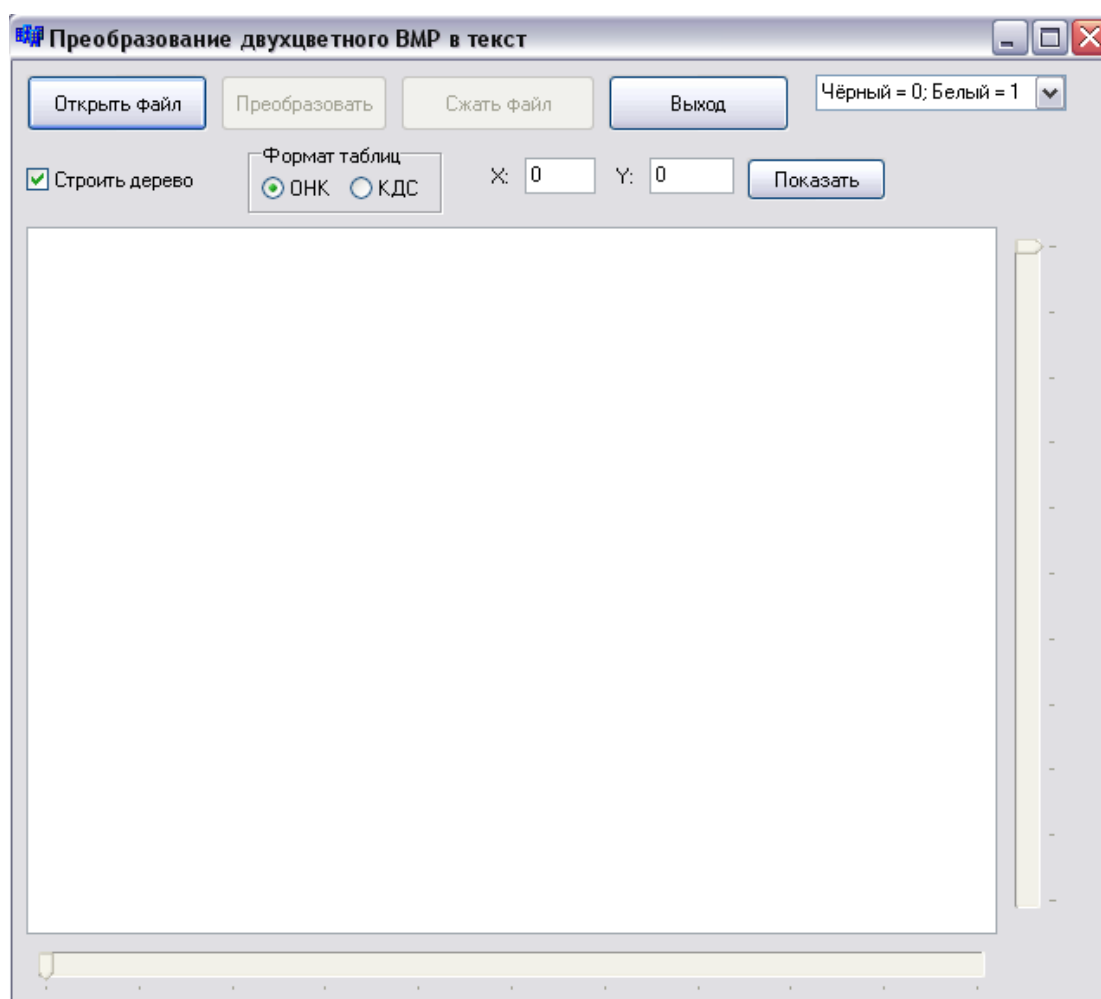


Рис. 4.1. Графический интерфейс программы

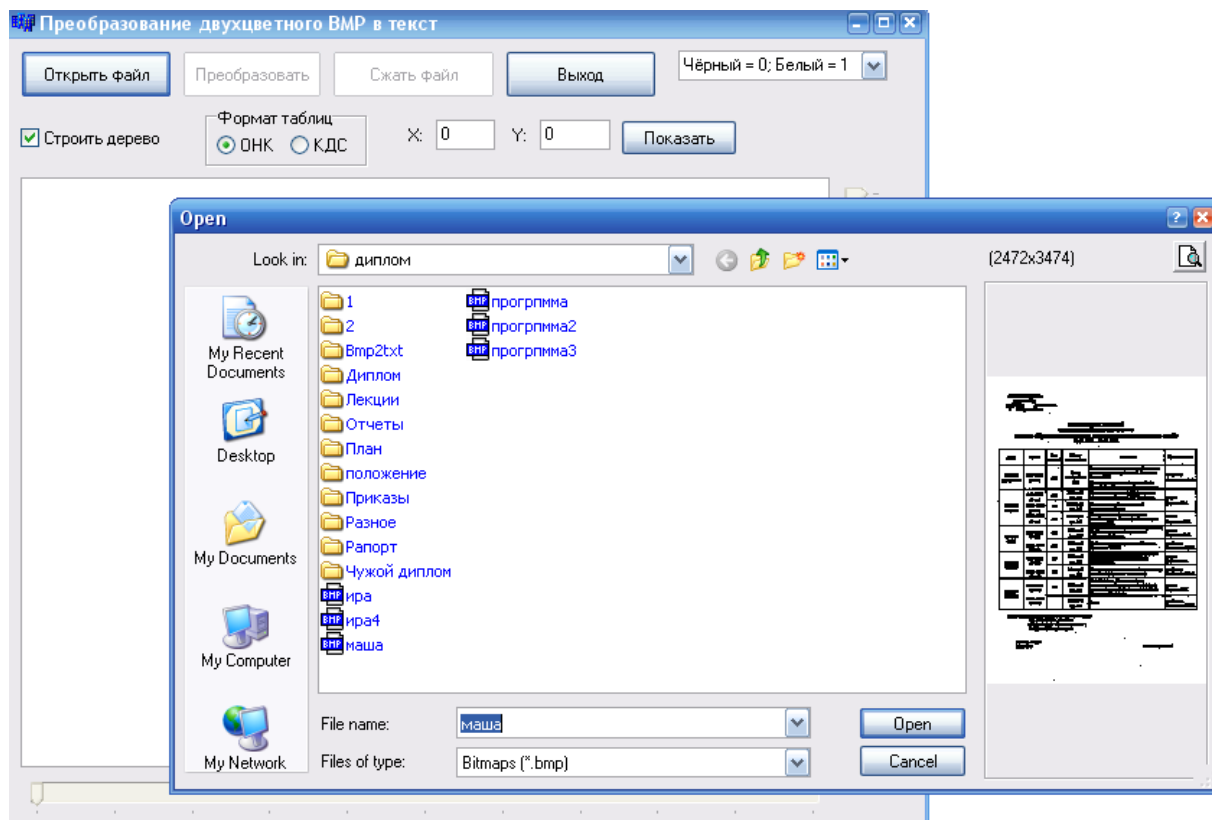


Рис. 4.2. Открытие файла, содержащего отсканированный документ

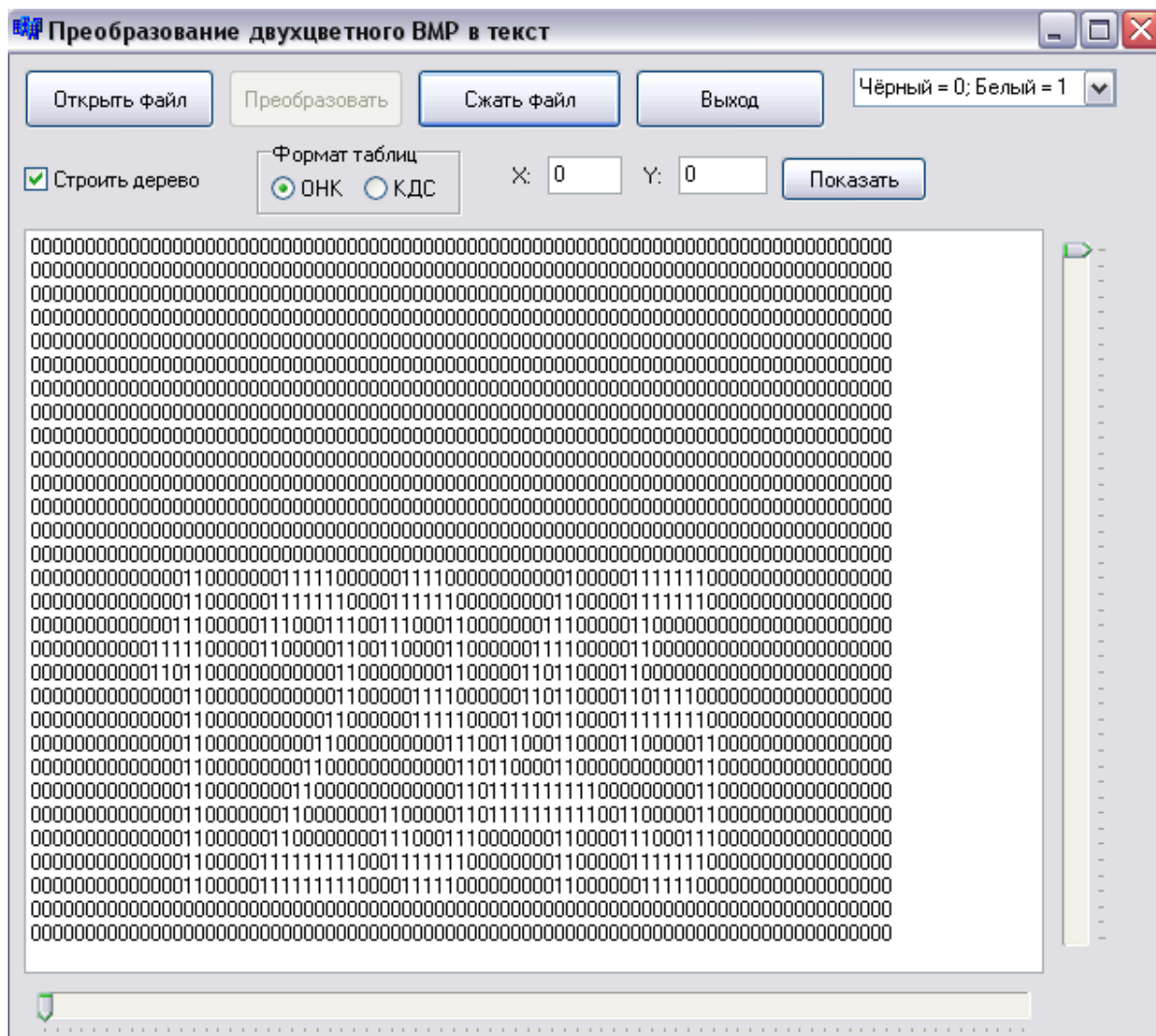


Рис. 4.3. Просмотр файла с документом (в формате .txt)

Программа также реализует кодирование по Хаффману с использованием таблиц Табл. 1/Т4 и Табл. 2/Т4 и создает файлы:

X.Haff.txt – построчно закодированный файл;

X.Haff.Temp1.txt – числовое значение черных и белых серий построчно;

X.Haff.Temp2.txt - числовое значение черных и белых серий построчно с использованием таблиц кодирования;

X.Haff.bin – бинарный файл.

После процесса сжатия на экран выводится коэффициент сжатия, полученный при использовании построенного ОНК и коэффициент сжатия, полученный при использовании кода Хаффмана (рис. 4.4).

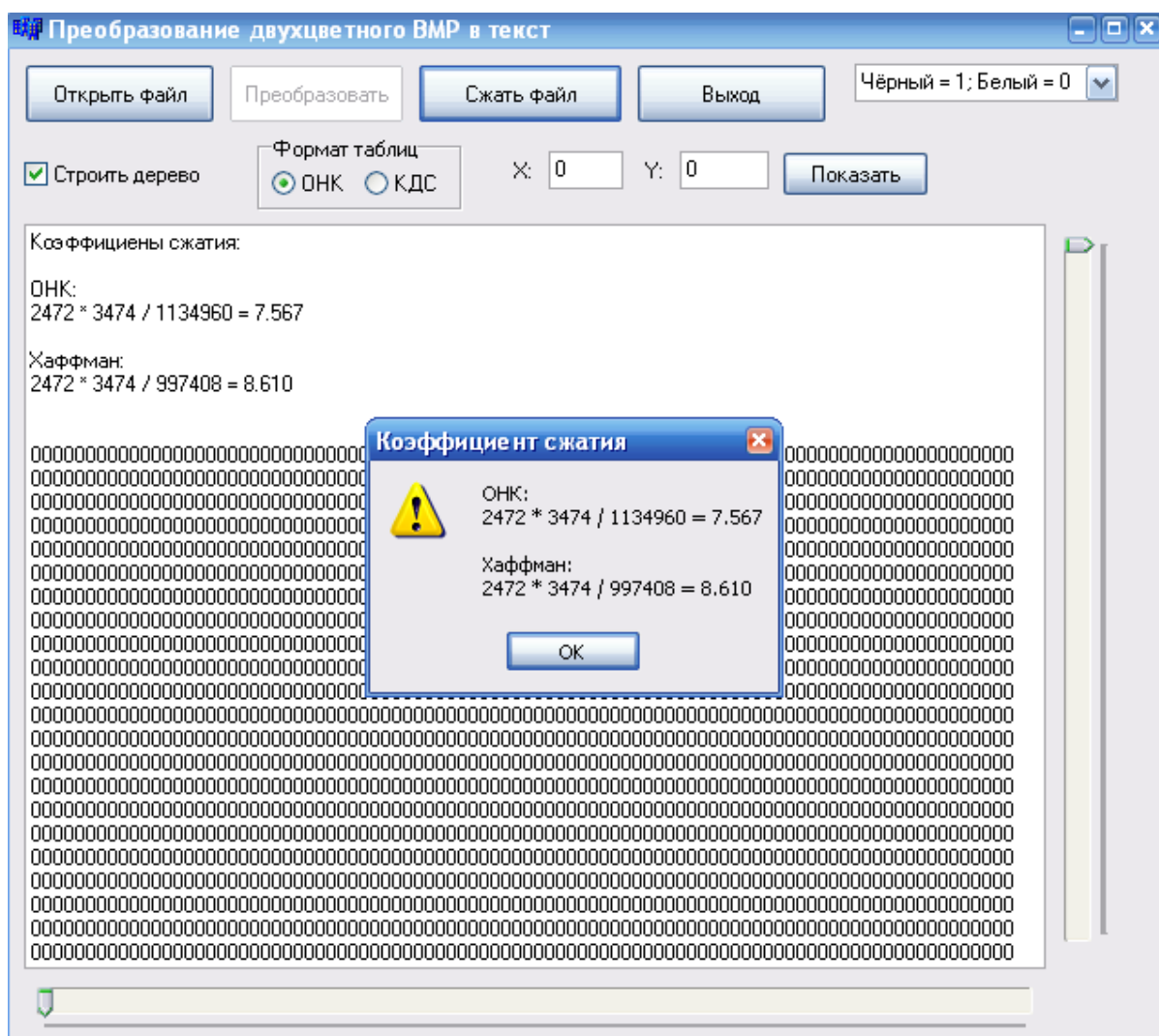


Рис. 4.4. Вывод коэффициента сжатия на экран

Для нахождения коэффициента сжатия использовалась формула

$$K_{сж} = \frac{N}{N_{сж}} \cdot$$

Ниже приведены примеры документов и полученные коэффициенты сжатия при использовании построенных ОНК и при использовании кода Хаффмана.

Декану факультета психологии
Колесченко А. К.

Командование КМКК просит принять на краткосрочные курсы начальника группы профессионально-психологического отбора капитана 2 ранга Сиренко И.Н. и старшего референта - психолога Терновскую Г.П.

Сиренко И.Н.:

- I. Краткосрочные курсы – « Современные теории и техники психологического консультирования и коррекции – 72 часа (февраль-март).
- II. Проблемные курсы :
 - Тренинг личностного роста - 40 часов (январь)
 - Развитие стрессоустойчивости учащихся – 15 часов (декабрь)
 - Помощь детям с учебными проблемами - 18 часов (январь 2001 г.)
 - Тренинг коммуникативных умений – 30 часов (март)
 - Психология девиантного поведения - 20 часов (апрель)
 - Профилактика зависимого поведения 30 часов – октябрь 2000 г. – январь 2001 года.

Терновская Г.П. :

- I. Краткосрочные курсы – « Современные теории и техники психологического консультирования и коррекции – 72 часа (февраль-март).
- II. Проблемные курсы :
 - Развитие стрессоустойчивости учащихся – 15 часов (декабрь)
 - Помощь детям с учебными проблемами - 18 часов (январь 2001 г.)
 - Перцептивно – ориентированный социально-психологический тренинг – 30 часов (май)

Коэффициенты сжатия:

код ОНК:

$$2324 * 3161 / 722320 = 10.170$$

код Хаффмана:

$$2324 * 3161 / 702384 = 10.459$$

НЕ УХОДИ

Слова Г. ВИЛЬНОВА

Музыка Е. СКЛЯРОВА

В темпе танго

Тяж-ки-е, не-рад-ост-но-го мыс-ли, рез-ко мой на-ру-ши-ли по-кой -

стру- ны сча-стья о-бор-ва-ли, ра-зош-ли-ся мы сто-бой.

Нет уж тех но-чей вол-шеб-ных сказ-ки, сон люб-ви рас-се-ял-ся, как

дым, взор твой, пра-да пол-ный лас-ки,

14552

Коэффициенты сжатия:

код ОНК:

$$1214 * 1699 / 335712 = 6.144$$

код Хаффмана:

$$1214 * 1699 / 297952 = 6.923$$



КНИЖНЫЙ МАГАЗИН

Б. Сампсониевский пр., 29а

тел.: 103-73-88

с 11:00 до 19:00, воскресенье — выходной

М Выборгская

**ЦЕНЫ
БЕЗ ТОРГОВОЙ
НАЦЕНКИ!**

Широкий ассортимент литературы:

- программирование и компьютерные технологии
- дизайн и графика • цифровое фото
- книги о мобильных телефонах
- менеджмент • психология
- реклама и PR
- маркетинг • экономика

Посетите наш веб-магазин: www.piter.com

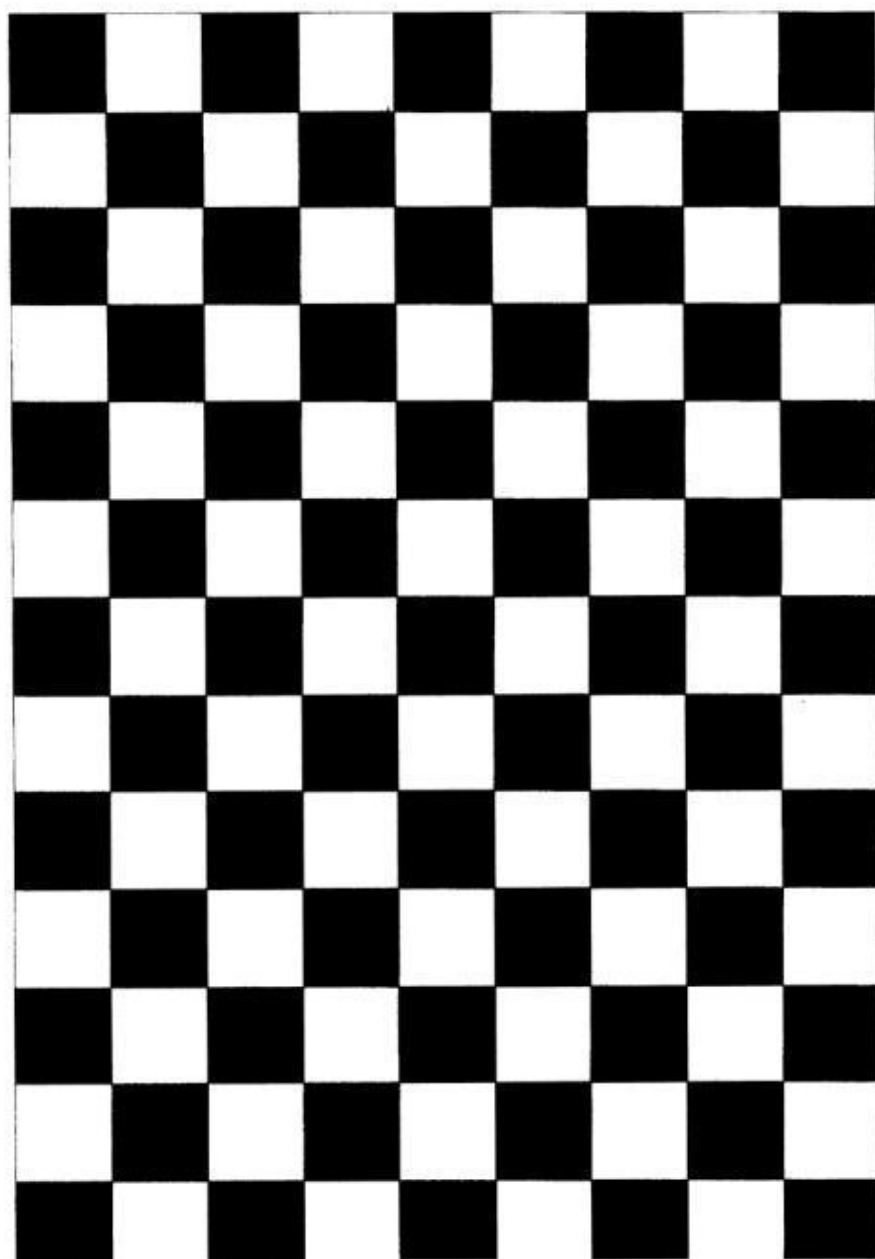
Коэффициенты сжатия:

код ОНК:

$$1560 * 2140 / 442784 = 7.540$$

код Хаффмана:

$$1560 * 2140 / 455632 = 7.327$$



Коэффициенты сжатия:

код ОНК:

$$1648 * 2312 / 186496 = 20.430$$

код Хаффмана:

$$1648 * 2312 / 458016 = 8.319$$

«УТВЕРЖДАЮ»
Начальник Кронштадтского
морского кадетского корпуса

«_____» _____ 2003 г. капитан 1 ранга Е.П. Пенников

П Л А Н - К А Л Е Н Д А Р Ь

ОСНОВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ КРОНШТАДТСКОГО
МОРСКОГО КАДЕТСКОГО КОРПУСА НА 2003/2004 УЧЕБНЫЙ ГОД

Коэффициенты сжатия:

код ОНК:

$$1185 * 1692 / 65424 = 30.647$$

код Хаффмана:

$$1185 * 1692 / 93984 = 21.334$$



Левашовский пр.12
Московский пр.109
Ленинский пр.138

ЖАРА СКИДОК!

ЧЕМ ТЕПЛЕЕ, ТЕМ ДЕШЕВЛЕ КОМПЬЮТЕРЫ И НОУТБУКИ!

ШКАЛА СКИДОК		
ТЕМПЕРАТУРА	КОМПЬЮТЕРЫ	НОУТБУКИ
до 20С°	-5%	-2%
до 25С°	-10%	-5%
до 30С°	-15%	-7%
ЖАРА	-20%	-10%



СЕТЬ СУПЕРМАРКЕТОВ «КОМПЬЮТЕРЫ 320-8080»


$$1552 * 2144 / 156352 = 21.282$$

Печатая фотоснимки на принтерах Hewlett Packard вы не заметите грани, отделяющую снимки от повседневной жизни!



HP Photosmart 8153 Printer

Высокая производительность и качество печати позволит вам получить новые впечатления от печати фотографий! Ощутите этот цвет! Откройте новые возможности вашего принтера!



Компания "LARGA"
Санкт-Петербург, ул. Царскосельского, 10А
тел./факс +7 (812) 140-78-27
www.larga.ru



Коэффициенты сжатия:

код ОНК:
 $1464 * 2136 / 22384 = 139.703$

код Хаффмана:
 $1464 * 2136 / 99568 = 31.407$



Коэффициенты сжатия:

код ОНК:

$$1231 * 1716 / 8416 = 250.998$$

код Хаффмана:

$$1231 * 1716 / 47360 = 44.603$$

Заключение

В дипломной работе был проанализирован код ОНК. Разработанный на основе этого кода способ кодирования позволяет передавать упакованные факсограммы вместе с кодирующим деревом, построенным по методу Хаффмана.

В процессе работы был выявлен тип документов, коэффициент сжатия которых разработанным методом ОНК был намного выше или равен коэффициенту сжатия кодом Хаффмана, несмотря на то, что коэффициент сжатия считался вместе с упакованным деревом.

Это позволяет предположить, что скорость передачи факсограмм, а также качество улучшится. Также, данный способ кодирования расширяет границы «общения» между факсимильными аппаратами разных поколений.

Дальнейшим развитием данного метода кодирования может стать улучшенный способ упаковки закодированного изображения, дополнительное сжатие дерева, модернизация программного обеспечения до факсимильной программы для ПК и модернизация программ перепрошивки факсимильных аппаратов.

Список литературы

1. Зелигер Н.Б. Основы передачи данных. Изд-во «Связь». – М., 1974г.
2. Щелованов Л.Н. Системы факсимильной связи. ЛЭИС. – Л., 1991г.
3. Джоунз Г. Программирование на языке Оккам. Изд-во «Мир». – М., 1989г.
4. Цымбал В.П. Теория информации и кодирование. Издательское объединение «Вища школа». – Киев, 1977г.