Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра программного обеспечения информационных технологий

Дисциплина: Основы алгоритмизации и программирования (ОАиП)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовой работе
на тему:

«АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СЖАТИЯ ФАЙЛОВ»

БГУИР КП 1-40 01 01 012 ПЗ

Студент: гр. 851002 Ковалевский М.Ю.
Руководитель: асс. Фадеева Е.Е.

Минск 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Мы даже не задумываемся, какой объем данных генерируем в течение дня, и где все эти данные хранятся. Благодаря интернету, Google в день обрабатывает больше данных, чем было написано во всех литературных работах на всех языках до появления интернета, и это при том, что к паутине подключена далеко не вся планета.

Первый жесткий диск на 5 МБ появился 60 лет назад. Он весил около тонны и по размеру был сравним с крупным современным холодильником. Внутри массивного корпуса находилось 50 дисков диаметром 60 сантиметров или примерно 23 дюйма. Сегодня на таком пространстве помещаются две серверные стойки, а маленькое устройство в кармане может хранить несколько сотен гигабайт информации.

Сегодня люди генерируют огромное количество данных. Если учесть, что эти данные затем копируются в облако и копируются на другие носители, это только увеличивает объем памяти, необходимый для их хранения. Такие решения и технологии, как автономные автомобили, интеллектуальные фабрики, интернет вещей (IoT), блокчейн и домашняя автоматизация, будут генерировать дополнительные потоки данных, которые необходимо хранить.

Таким образом ценность сжатия данных невозможно переоценить. Без уменьшения размера файлов, большим компаниям, как и совершенно обычным людям, потребуется значительно больше места на накопителе. А это привело бы к дополнительным тратам на оборудование и его более быстрому износу.

Сжатие данных – это алгоритмическое преобразование данных, производимое с целью уменьшения занимаемого ими объёма. Применяется для более рационального использования устройств хранения и передачи данных.

Все методы сжатия данных делятся на два основных класса:

- Сжатие без потерь
- Сжатие с потерями

При использовании сжатия без потерь возможно полное восстановление исходных данных, сжатие с потерями позволяет восстановить данные с искажениями.

Сжатие без потерь обычно используется для передачи и хранения текстовых данных, компьютерных программ, реже - для сокращения объёма аудио- и видеоданных, цифровых фотографий и т. п., в случаях, когда искажения недопустимы или нежелательны. Сжатие с потерями, обладающее значительно большей, чем сжатие без потерь, эффективностью, обычно применяется для сокращения объёма аудио- и видеоданных и цифровых фотографий в тех случаях, когда такое сокращение является приоритетным, а полное соответствие исходных и восстановленных данных не требуется.

Данная записка содержит следующие разделы курсовой работы по разработке ПО для проведения операций над матрицами:

1. Анализ прототипов, литературных источников и формирование требований к проектируемому программному средству;
2. Анализ требований к программному средству и разработка функциональных требований;
3. Проектирование программного средства;
4. Создание программного средства;
5. Тестирование, проверка работоспособности и анализ полученных результатов;
6. Руководство по установке и использованию

1 АНАЛИЗ ПРОТОТИПОВ, ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРУЕМОМУ ПРОГРАММНОМУ СРЕДСТВУ

1.1 Актуальности сжатия

В наше время сжатие данных используется повсеместно. Такие программы, как архиваторы, установлены на каждом компьютере. С Windows 10 в комплекте идет алгоритм сжатия LZX, доступный через PowerShell.

Знакомство со сжатыми файлами начинается с обычных картинок. Большинство изображений хранится в таком формате, как JPEG. Файлы такого формата могут иметь расширения .jpg, .jfif, .jpe или .jpeg. Однако из них .jpg является самым популярным на всех платформах.

Каждый день ведутся разработки новых алгоритмов, позволяющих сжать файл с меньшими потерями и с меньшим итоговым размером.

Сжатие данных получило широкое распространение вместе с интернетом и после изобретения алгоритмов Лемпелем и Зивом (алгоритмы LZ).

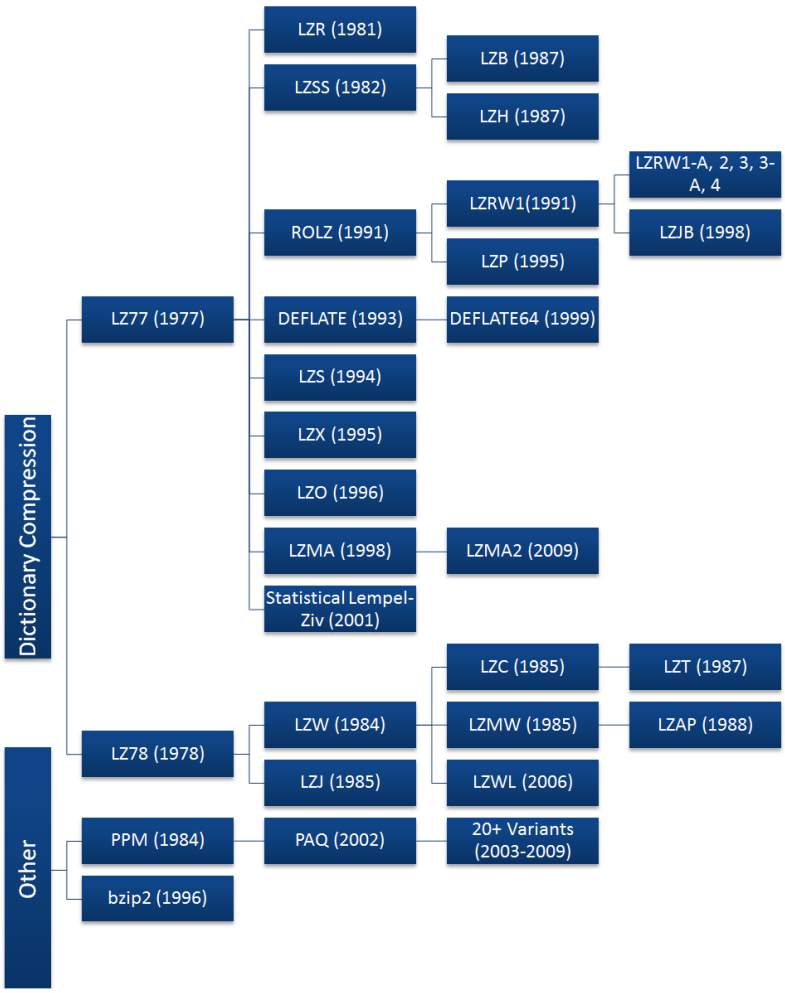


Рисунок 1.1 – Иерархия алгоритмов

1.2 Программы для сжатия файлов

1.2.1 Онлайн сервис «Wecompress»[1].
Плюсы:

- Отличный сайт, позволяющий быстро сжать PDF, PNG, TIFF и JPEG. Приятный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Содержит вкладку с инструкцией по эксплуатации для пользователя. Переведен на все основные языки мира.

Минусы:

- Онлайн программа, для доступа к ней необходимо подключение к сети, что не всегда является возможным. Сжатие происходит путем уменьшения качества файла без возможности восстановления.

Интерфейс изображен на рисунке 1.2 и 1.3.

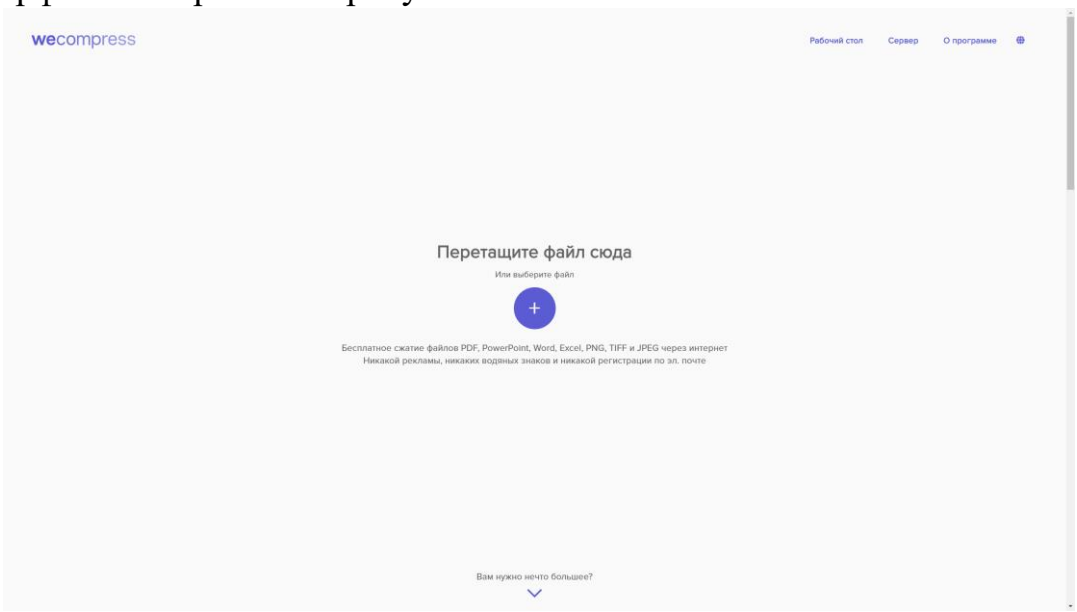


Рисунок 1.1 – Скриншот сайта “www.wecompress.com” до сжатия файла

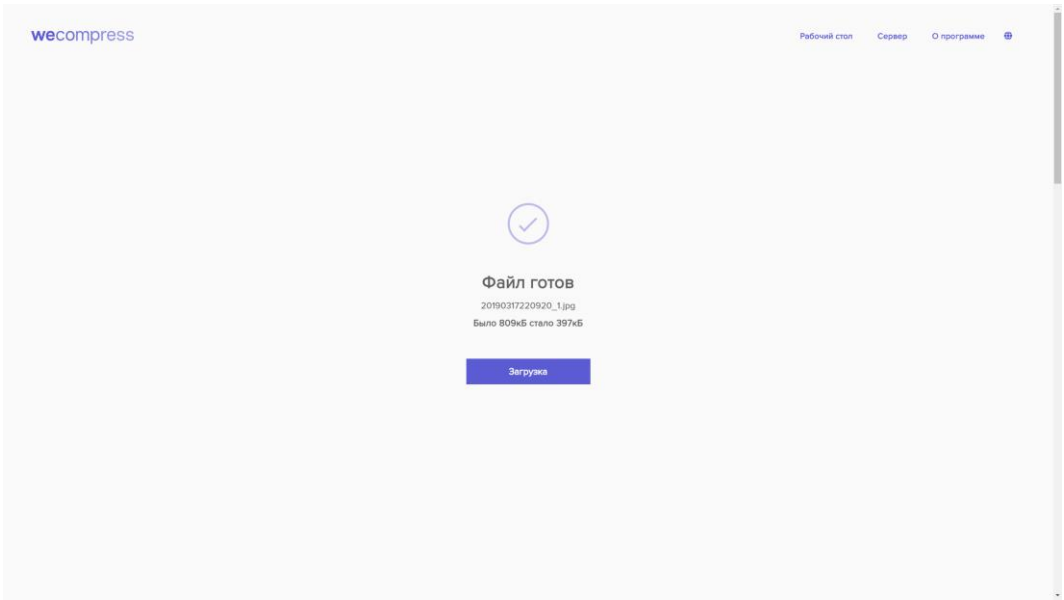


Рисунок 1.2 – Скриншот сайта “www.wecompress.com” после сжатия файла

1.2.2 Архиватор «WinRAR»[2].

Плюсы:

- Разработчики поддерживают продукт и регулярно выпускают обновления;
- Создание архивов RAR (с выбором формата — RAR4 или RAR5) и ZIP 2.0, их обновление и проверка целостности.
- Распаковка архивов RAR, а также ARJ, bz2, CAB, GZ, ISO, JAR, LZH, TAR, UUE, XZ, Z, ZIP, ZIPX, 7z, 001.
- Поддержка многоядерности на соответствующих ЦП при упаковке и распаковке.
- Полная поддержка имён файлов в Юникоде.
- Создание самораспаковывающихся (SFX) архивов;
- Возможность управления из командной строки;
- Позволяет выбрать метод и степень сжатия.

Минусы:

- Является платным по истечении пробного периода.

Интерфейс программы показан на рисунках 1.3 и 1.4.

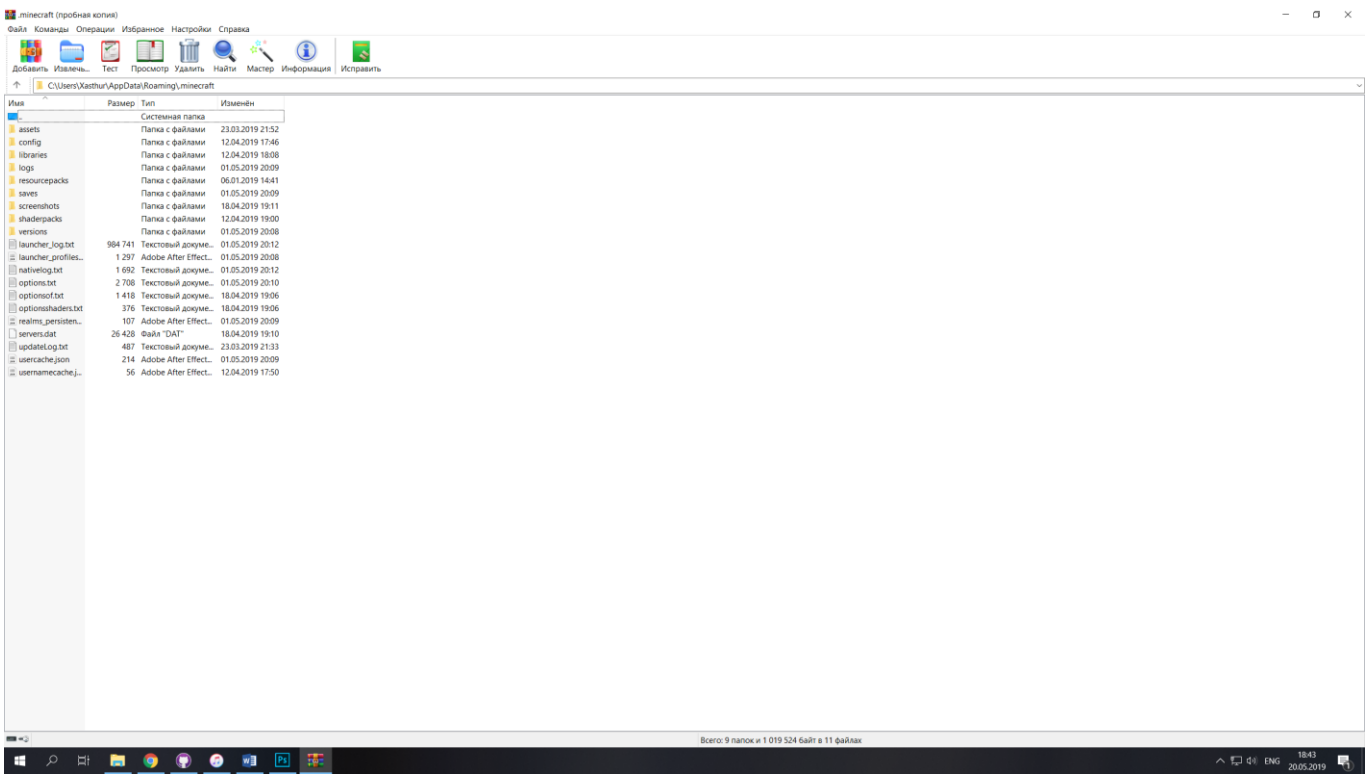


Рисунок 1.3 – Скриншот рабочего окна WinRAR

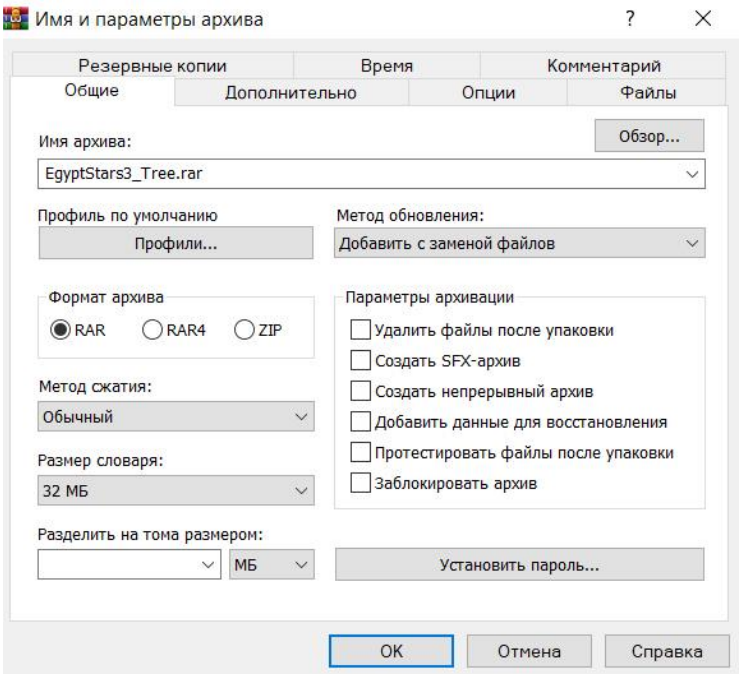


Рисунок 1.4 – Скриншот окна создания архива

1.3 Описание популярных алгоритмов сжатия

1.3.1 Алгоритм сжатия RLE (Кодирование длин серий)[3].

RLE— алгоритм сжатия данных, заменяющий повторяющиеся символы (серии) на один символ и число его повторов. Серией называется последовательность, состоящая из нескольких одинаковых символов. При кодировании строка одинаковых символов, составляющих серию, заменяется строкой, содержащей сам повторяющийся символ и количество его повторов.

После применения алгоритма RLE строка ABCABCABCDDDFFFFFF превратится в 1A1B1C1A1B1C1A1B1C3D6F.

Допустим, реализация метода RLE для записи длин серий использует переменную символьного типа «Char». В такую переменную можно записать числа от 0 до 255 включительно. Но функция Chr(x) позволяет записать символ с кодом от 0 до 127 включительно. Как же быть, если длина серии равна 128 символам и более? В этом случае серию разделяют на части так, чтобы длина части не превышала 127 символов. Например, серия, состоящая из 256 символов «A», будет закодирована следующей строкой (256=127+127+2): 127A127A2A

Плюсы:

- Один из наиболее быстрых алгоритмов сжатия;
- Эффективен для сжатия текстовых файлов с длинными сериями повторяющихся символов;
- Эффективен для сжатия простых графических изображений, таких как иконки и графические рисунки;

- Звуковые данные, которые имеют длинные последовательные серии байт (такие как низкокачественные звуковые семплы) могут быть сжаты с помощью RLE после того, как к ним будет применено Дельта-кодирование.

Минусы:

- Плохо подходит для изображений с плавным переходом тонов, таких как фотографии.
- Не подходит для сжатия обычных текстов, где повторений незначительное количество.

1.3.2 Алгоритм сжатия Хаффмана[4].

Алгоритм Хаффмана — жадный алгоритм оптимального префиксного кодирования алфавита с минимальной избыточностью. В настоящее время используется во многих программах сжатия данных.

Этот метод кодирования состоит из двух основных этапов:

- Построение оптимального кодового дерева.
- Построение отображения код-символ на основе построенного дерева.

Идея алгоритма состоит в следующем: зная вероятности символов в сообщении, можно описать процедуру построения кодов переменной длины, состоящих из целого количества битов. Символам с большей вероятностью ставятся в соответствие более короткие коды. Коды Хаффмана обладают свойством префиксности (то есть ни одно кодовое слово не является префиксом другого), что позволяет однозначно их декодировать.

Плюсы:

- Очень эффективен при небольшом количестве уникальных символов;

Минусы:

- Для восстановления содержимого сжатого сообщения декодер должен знать таблицу частот, которой пользовался кодер. Следовательно, длина сжатого сообщения увеличивается на длину таблицы частот, которая должна посылаться впереди данных, что может свести на нет все усилия по сжатию;
- В процессе работы алгоритма сжатия вес узлов в дереве кодирования Хаффмана неуклонно растет, из-за чего при очень большом количество уникальных символов сжатие может быть неэффективно.

1.3.3 Алгоритм сжатия LZ77[5].

LZ77 – один из наиболее известных алгоритмов сжатия без потерь из семейства LZ*. Использует словарный метод. В отличие от других методов уменьшения избыточности, таких как RLE и арифметическое сжатие. LZ77 является алгоритмом со «скользящим окном», что эквивалентно неявному использованию словарного подхода, впервые предложенного в LZ78.

В кодируемых строках часто содержатся совпадающие длинные подстроки.

Идея, лежащая в основе LZ77, заключается в замене повторений на ссылки на позиции в тексте, где такие подстроки уже встречались.

Информацию о повторении можно закодировать парой чисел - смещением назад от текущей позиции (offset) и длиной совпадающей подстроки (length). В таком случае, например, строка pabcdeqabcdepabcdeqabcde может быть представлена как pabcdeq⟨6,5⟩. Выражение ⟨6,5⟩ означает «вернись на 6 символов назад и выведи 5 символов».

Алгоритм LZ77 кодирует ссылки блоками из трёх элементов ⟨offset,length,next⟩. В дополнение к двум уже описанным элементам, новый параметр (next) означает первый символ после найденного совпадающего фрагмента. Если алгоритму не удалось найти совпадение, то считается, что offset=length=0.

На рисунке 1.5 представлен принцип работы LZ77

Рисунок 1.5 – Принцип работы LZ77

Для декодирования LZ77 необходимо пройти по уже раскодированной строке назад, вывести необходимую последовательность, затем следующий символ.

Плюсы:

- Эффективен как для длинных серий символов, так и для строк, где повторения встречаются не в виде длинной последовательности символов.

Минусы:

- Невозможность кодирования подстрок, отстоящих друг от друга на расстоянии, большем длины словаря
- Длина подстроки, которую можно закодировать, ограничена размером буфера
- Малая эффективность при кодировании незначительного объёма данных

1.3.4 Алгоритм сжатия Deflate[6].

Deflate — это алгоритм сжатия без потерь, использующий комбинацию алгоритмов LZ77 и Хаффмана.

Компрессия выполняется в два этапа:

- замена повторяющихся строк указателями (алгоритм LZ77);
- замена символов новыми символами, основываясь на частоте их использования (алгоритм Хаффмана).

Плюсы:

Наиболее эффективен при сжатии строки с большим количеством повторений.

Минусы:

Неэффективен для строк с малым количеством повторений.

1.4. Формирование требований к проектируемому программному средству

Подробно изучив алгоритмы сжатия данных и программы, позволяющие это сделать, я решил что должна из себя представлять программа, разработанная мною на языке Delphi в среде программирования «Embarcadero Delphi 10.3»:

1) математический функционал:
   - Программа должна сжимать файлы, используя алгоритмы RLE, Хаффмана, LZ77 и Deflate;
   - Программа должна создавать файлы декомпрессии из файлов, которые ею были сжаты;
   - Программа должна подсчитывать время выполнения алгоритма и считывать размер сжатого файла.
2) прочие функциональные требования к программному средству:
   - Программа должна сама определять уже сжатый файл и предлагать создать файл декомпрессии.
   - Построение графиков сравнения времени выполнения и степени сжатия выбранных алгоритмов.

1.5 Входные данные

Входными данными для проектируемой программы может быть любой файл, нуждающийся в сжатии. Но важно, чтобы файл не был изначально сжат, потому что тогда нету никакого смысла в том, чтобы сжимать его еще раз. Для декомпрессии входной файл должен был ранее сжат данной программой, так как планируемая структура в сжатом файле не может быть построена в других программах или получена случайно.

2. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОГРАММНОМУ СРЕДСТВУ И РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ

2.1 Разработка используемых данных

1) Соотношение алгоритма сжатия и расширения сжатого файла:

RLE - .xrle
Алгоритм Хаффмана - .xhfm
LZ77 - .xlz77
Deflate - .xdfl

2) Для хранения однотипной информации в большинстве случаев будет использоваться динамический массив.

3) Для реализации алгоритма Хаффмана потребуется использовать бинарное дерево.

Также в алгоритме Хаффмана будет использован динамический массив, состоящий из элементов типа THuffArrayElement.

Структура бинарного дерева и типа THuffArrayElement приведены на рисунках 2.1 и 2.2 соответственно.

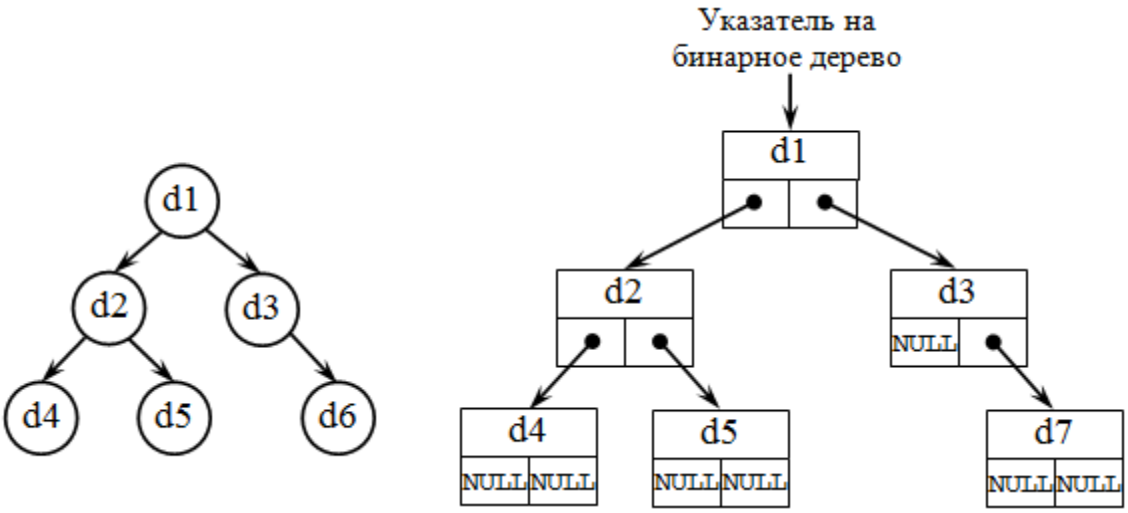


Рисунок 2.1 – Структура бинарного дерева

```
THuffArrayElement = Record
  symbolCode: Integer;
  count: Integer;
end;
```

Рисунок 2.2 – Объявление типа THuffArrayElement

2.2 Анализ требований к программному средству и разработка функциональных требований

В результате анализа требований к программному средству были составлены следующие функциональные требования:

- Корректность выполнения сжатия и декомпрессии с использованием следующих алгоритмов:
    1) RLE;
    2) Алгоритм Хаффмана;
    3) LZ77;
    4) Deflate;
- Поддержка открытия файлов с любым расширением
- Предпросмотр открытого файла
- Вывод результата декомпрессии в файл формата .txt
- Возможность не создавать на диске сжатые файлы
- Возможность выбрать любую комбинацию алгоритмов сжатия для сравнения
- Цена деления на графике должна зависеть от результатов сжатия
- Возможность масштабировать графики

2.3 Разработка алгоритма программного средства

Изначально вниманию пользователя представляется начальная страница, где для продолжения работы программы ему необходимо нажать на кнопку «Open file». После открытия файла программа по его расширению определяет, был ли файл сжат данной программой в прошлом. Если программа определяет, что файл был сжат ею, то активируется функционал, позволяющий преобразовать данный файл в исходный. В противном случае активируется функционал, позволяющий сжать данный файл и проанализировать использованные алгоритмы.

Функционал сжатия:

При нажатии на кнопку Compress будет произведено сжатие выбранного файла выбранными алгоритмами.

Если стоит галочка на пункте “Analyse”, то после завершения сжатия всеми выбранными алгоритмами будут построены графики, с помощью которых можно сравнить эффективность каждого алгоритма на выбранном файле.

Если стоит галочка на пункте “Export comp.”, то после завершения сжатия всеми выбранными алгоритмами файлы, созданные в процессе сжатия, удалены не будут.

Функционал декомпрессии:

При нажатии на кнопку Decompress(*алгоритм, использованный для сжатия*) будет произведена декомпрессия файла с использованием соответствующего алгоритма.

Если стоит галочка на пункте “Export as .txt”, то ,после завершения декомпрессии соответствующим алгоритмом, файл, созданный в процессе декомпрессии, удален не будет.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

3.1 Общая схема программы

Схема алгоритма программы представлен в *приложении 1*. Также он выполнен на листе, формата А1.

Словесный алгоритм:

1. Программа начинается с создания пользовательского интерфейса
2. У пользователя есть возможность открыть файл
3. Программа определяет, был ли данный файл сжат ею ранее
4. Если программа определяет файл как сжатый ею ранее, то перейти к пункту 11
5. Программа определила файл как неизвестный, открывается возможность его сжать
6. Происходит выбор алгоритмов сжатия
7. Происходит сжатие файлов соответствующим алгоритмом и создание сжатых файлов
8. Если на пункте “Analyse” стояла галочка, то происходит вывод графиков, позволяющих сравнить выбранный алгоритмы по степени сжатия и времени
9. Если на пункте “Export comp.” не стояла галочка, то файлы, созданные в процессе сжатия, удаляются.
10. Перейти к пункту 2
11. Программа определила файл как сжатый ею ранее, открывается возможность провести декомпрессию.
12. Происходит декомпрессия выбранного файла
13. Если на пункте “Export as .txt” не стояла галочка, то файлы, созданные в процессе декомпрессии, удаляются.
14. Перейти к пункту 2

3.2 Алгоритм сжатия RLE

(Блок-схема алгоритма в *приложении 2*)

Словесный алгоритм:

1. Считывание текущего символа, если не достигли конца строки
2. Подсчет длины последовательности одинаковых символов до достижения длины последовательности равной 127 символов
3. Запись в файл длину последовательности и сам символ
4. Перейти к пункту 1

3.3 Алгоритм сжатия Хаффмана

(Блок-схема алгоритма в *приложении 3*)

При сжатии алгоритмом Хаффмана в начало файла должна быть помещена информация для восстановления дерева при декомпрессии(символы, записанные в порядке убывания их встречаемости). Данная таблица отделяется от сжатой информацией 2мя символами ESC(код 27). Также обрабатывается ситуация, когда в конце таблицы находится 3 символа ESC. Данная ситуация возможно в том случае, если в самом тексте встречается символ ESC и он является самым редким.

Также количество “бит”, записанных в строку, не всегда кратно 7. Последний “байт” дополняется нужным количеством 0, а в конец всей строки пишется количество 0, которое потребовалось добавить.

Словесный алгоритм:

1. Создание массива с данными о количестве каждого символа на основе полученной строки*(Приложение 4)*
2. Сортировка полученного массива по встречаемости*(Приложение 5)*
3. Построение дерева на основе полученного массива*(Приложение 6)*
4. Преобразование строки на основе построенного дерева*(Приложение 7)*
5. Запись в файл информации для восстановления дерева
6. Запись в файл преобразованной строки
7. Очистка дерева*(Приложение 8)*

3.4 Алгоритм сжатия LZ77

(Блок-схема алгоритма в *приложении 9*)

Данная реализация алгоритма LZ77 имеет буфер в 127 символов. Используется именно 127 символов, т.к функция Chr(x) возвращает символ с номером от 0 до 127.

Словесный алгоритм:

1. Считывание очередного символа, если не достигнут конец строки
2. Сравнение текущей последовательности с буфером. Если не найдено общей части, перейти к пункту 5
3. Добавление символа в последовательность, если не достигнут конец строки
4. Сохранение информации о смещении и длине повторяющейся части
5. Перейти к пункту 2
6. Запись в файл информации о смещении, длине повторяющейся части и символе, следующем за повторяющейся частью.
7. Очистка строки, которая содержит текущую последовательность.
8. Перейти к пункту 1

3.5 Алгоритм сжатия Deflate

(Блок-схема алгоритма в *приложении 10*)

Сжатие алгоритмом Deflate использует комбинацию LZ77 и алгоритма Хаффмана, которые были уже реализованы в программе.

Словесный алгоритм:

1. Преобразование строки с использованием алгоритма LZ77
2. Преобразование строки с использованием алгоритма Хаффмана

3.6 Алгоритм декомпрессии файла, сжатого RLE

(Блок-схема алгоритма в *приложении 11*)

Декомпрессия происходит путем последовательного считывания 2х символов. Код первого означает длину последовательности, состоящей из второго символа.

Словесный алгоритм:

1. Считывается последовательность из 2х символов, если не достигнут конце строки
2. Запись в строку 2го символа из последовательности количество раз, равное коду 1го символа.
3. Перейти к пункту 1

3.7 Алгоритм декомпрессии файла, сжатого алгоритмом Хаффмана

(Блок-схема алгоритма в *приложении 12*)

Создание массива происходит путем добавления в массив всех символов, находящихся в строке до последовательности символов, состоящей из 2х символов ESC(код 27). Если встречается последовательность состоящая из 3х символов ESC, то данный символ также заносится в массив. Далее на основе данного массива строится дерево, которое полностью повторяет дерево, полученное при сжатии. После этого происходит преобразование строки таким образом, что каждый символ записывается как его двоичная запись. С конца строки удаляются лишние 0, которые потребовались при сжатии. И происходит преобразование сжатого текста в исходный на основе построенного дерева.

Словесный алгоритм:

1. Создание массива с данными о количестве каждого символа на основе таблицы в начале файла
2. Построение дерева на основе полученного массива
3. Преобразование строки на основе построенного дерева
4. Запись в файл преобразованной строки
5. Очистка дерева

3.8 Алгоритм декомпрессии файла, сжатого LZ77

(Блок-схема алгоритма в *приложении 13*)

Данная реализация алгоритма LZ77 имеет буфер в 127 символов. Используется именно 127 символов, т.к функция Chr(x) возвращает символ с номером от 0 до 127.

Словесный алгоритм:

1. Происходит считывание 3х символов из строки, если не достигнут её конец
2. Если 1 и 2 символы имеют код не равный 0, то происходит смещение в буфере и выводится требуемая последовательность
3. Выводится 3 символ
4. Перейти к пункту 1

3.9 Алгоритм декомпрессии файла, сжатого Deflate

(Блок-схема алгоритма в *приложении 14*)

Декомпрессия файла, сжатого алгоритмом Deflate, происходит путем преобразования строки из файла сначала с использованием алгоритма Хаффмана, а потом LZ77.

Словесный алгоритм:

1. Применение к строке алгоритма, позволяющего произвести декомпрессию строки, сжатой с использованием алгоритма Хаффмана.
2. Применение к строке алгоритма, позволяющего произвести декомпрессию строки, сжатой с использованием алгоритма LZ77.

3.10 Алгоритм построения графиков

(Блок-схема алгоритма в *приложении 15*)

Графики строятся на основе данных, которые были переданы в динамическом массиве после сжатия. Для добавления алгоритма к сравнению требуется увеличить длину массива и добавить соответствующую информацию. После добавления в графике появится новое поле, характеризующее добавленный алгоритм.

Словесный алгоритм:

1. Получение информации об использовавшихся в сжатии алгоритмах
2. Построение осей
3. Построение штрихов
4. Подсчет и вывод цены деления около штрихов
5. Построения столбцов на графике с их названиями

4. СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

4.1 Описание модулей

Программа включает в себя 2 различных модуля:

4.1.1 MainForm

Этот модуль отвечает за основной графический интерфейс и логику программы. На ней происходит открытие файла(TSpeedButton, TOpenDialog), выбор алгоритмов сжатия(TCheckBox), предпросмотр файла(TMemo в режиме Read-only), кнопка начала сжатия/декомпрессии(TSpeedButton).

В данном модуле определены следующие типы:

- TFile = TextFile;
  (Тип файла)

- THuffArrayElement = Record
  symbolCode: Integer;
  count: Integer;
  end;
  (Запись, использующаяся в массиве типа THuffArray, symbolCode – код символа, count – кол-во символов с кодом symbolCode)

- THuffArray = Array of THuffArrayElement;
  (Массив, содержащий информацию о встречаемости символов в строке)

- HUFFTreePointer = ^HUFFTreeNode;
- HUFFTreeNode = Record
  symbol: Integer;
  left: HUFFTreePointer;
  right: HUFFTreePointer;
  end;
  (Дерево, с помощь которого происходит кодирование Хаффмана)

4.1.2 ChartForm

Данный модуль отвечает за показ графиков, которые строятся на основе информации, полученной во время сжатия файла. Сами графики строятся на компоненте типа TImage.

В данном модуле определены следующие типы:

- TAlgRec = Record
  Name: String;
  Data: Integer;
  end;
  (Запись, Name – название алгоритма, Data - затраченное время/размер файла)
- TGraphDataArray = Array of TAlgRec;
  (Массив, содержащий информацию об алгоритме сжатия)

Информация из формы MainForm в ChartForm передается через процедуру LoadGraphData.

4.2 Список всех процедур, их параметры и назначение:

Имя подпрограммы	**Описание**	**Заголовок подпрограммы**	**Имя параметра**	**Назначение параметра**
Unit MainForm.pas				
GetFileSize	Функция получения размера файла	function GetFileSize(FileName: String): Int64;	FileName	Имя файла
RLECompressString	Сжатие строки алгоритмом RLE	function RLECompressString(str: String):String;	str	Сжимаемая строка
RLECompress	Начало сжатия RLE	procedure RLECompress(s:string; newPath:String);	s	Рабочая строка
			newPath	Путь сохранения
DisposeHuffTree	Очистка дерева Хаффмана	procedure DisposeHuffTree(var head: HuffTreePointer);	head	Указатель на голову дерева
HUFFGetCount	Заполнение массива символов	function HUFFGetCount(var arr:THuffArray; str: String):integer;	str	Строка для подсчета
HUFFSort	Сортировка массива	procedure HUFFSort(var arr:THuffArray);	arr	Массив сортируемый
HUFFCreateTree	Создание дерева Хаффмана	procedure HUFFCreateTree(var head: HuffTreePointer; arr:THuffArray);	head	Указатель на голову дерева
			arr	Массив с вероятностями

HUFFGetBSymbol	Преобразование символа в строку используя дерево Хаффмана	function HUFFGetBSymbol(head:HuffTreePointer; c:Char):String;	head	Указатель на голову дерева
			c	Символ
StrBinToInt	Преобразование последовательности 0 и 1 в число десятичной сс	function StrBinToInt(s: String; pos,l:integer):Integer;	s	Строка сжатия
			pos	Начальная позиция
			l	Длина последовтельности
HUFFStringBinaryToChar	Запуск преобразования строки из 0 и 1 в символы	function HUFFStringBinaryToChar(s:String):String;	s	Строка сжатия
HUFFCompressString	Сжатие строки алгоритмом Хаффмана	function HUFFCompressString(head:HuffTreePointer; s: String):String;	head	Указатель на голову дерева
			s	Строка сжатия
HUFFCompress	Начало сжатия Хаффмана	procedure HUFFCompress(s:String; newPath:String);	s	Строка
			newPath	Путь сохранения
LZ77CompressString	Сжатие строки методом LZ77	function LZ77CompressString(s:String):String;	s	Строка сжатия
LZ77Compress	Начало сжатия LZ77	procedure LZ77Compress(s:String; newPath:String);	s	Рабочая строка
			newPath	Путь сохранения
DFLCompress	Сжатие методом Deflate	procedure DFLCompress(s:String; newPath:String);	s	Рабочая строка
			newPath	Путь сохранения
CompressionStart	Запуск сжатия в зависимости от выбранного типа	procedure CompressionStart(s:string;z:integer;var newPath,newName:String);	s	Строка для сжатия
			z	Тип сжатия
			newPath	Путь сохранения
			newName	Новое имя
decompressRLEString	Декомпрессия RLE строки	function decompressRLEString(str:String):String;	str	Строка для декомпрессии
decompressRLE	Декомпрессия RLD	procedure decompressRLE(s,newPath:String);	s	Рабочая строка
			newPath	Путь сохранения

IntToBin7	Преобразование числа в строку, содержащую двоичную запись данного числа:	function IntToBin7(d: Integer): string;	d	Преобразуемое число
HUFFCharToString-Binary	Преобразование символов в строку 0 и 1	function HUFFCharToString-Binary(s:string):String;	s	Строка для декомпрессии
getSymbolFromHuffTree	Поиск символа в дереве Хаффмана	function getSymbolFromHuffTree(head:HuffTreePointer; buffSequence:string):Integer;	head	Указатель на голову дерева
			buffSequence	Последовательность
decodeHuffString	Расшифровка строки Хаффмана	function decodeHuffString(head:HuffTreePointer; s:string):String;	head	Указатель на голову дерева
			s	Строка для декомпрессии
decompressHFM	Декомпрессия строки сжатой алгоритмом Хаффмана	procedure decompressHFM(s:string;newPath:String);	s	Рабочая строка
			newPath	Путь сохранения
decompressLZ77String	Декомпрессия строки сжатой алгоритмом LZ77	function decompressLZ77String(s:string):String;	s	Строка для декомпрессии
decompressLZ77	Начало декомпрессии LZ77	procedure decompressLZ77(s:string;newPath:String);	s	Рабочая строка
			newPath	Путь сохранения
decompressDFL	Декомпрессия строки сжатой методом Deflate	procedure decompressDFL(s:string;newPath:String);	s	Рабочая строка
			newPath	Путь сохранения
StartDecompression	Начало декомпрессии в зависимости от выбранного метода	procedure StartDecompression(path:String;z:integer);	path	Путь к файлу
			z	Тип декомпрессии
Unit ChartForm.pas				
LoadGraphData	Процедура загрузки данных в переменные	procedure LoadGraphData(TimeArr:TGraphDataArray;SizeArr:TGraphDataArray);	TimeArr	Массив времени
			SizeArr	Массив размеров

drawDashes	Рисование штрихов на осях	procedure drawDashes(I:TImage;offsetX,offsetY:Integer);	I	Изображение TImage
			offsetX	Смещение по X
			offsetY	Смещение по Y
calcY	Подсчет Y	function calcY(I:TImage;offsetY,min,max:Integer;Element:TAlgRec):Integer;	I	Изображение TImage
			offsetX	Смещение по X
			offsetY	Смещение по Y
			Min	Минимум на оси
			Max	Максимум на оси
			Element	Информация о текущем столбце
drawMinMax	Вывод значений делений	procedure drawMinMax(I:TImage; offsetX,offsetY,min,max,T:Integer);	I	Изображение TImage
			offsetX	Смещение по X
			offsetY	Смещение по Y
			Min	Минимум на оси
			Max	Максимум на оси
			T	Тип графика
drawPillars	Построение столбцов	procedure drawPillars(I:TImage; offsetX,offsetY:Integer; DataArr:TGraphDataArray;T:Integer);	I	Изображение TImage
			offsetX	Смещение по X
			offsetY	Смещение по Y
			DataArr	Массив с данными
			T	Тип графика
drawAxises	Построение осей	procedure drawAxises(I:TImage;DA:TGraphDataArray;T:Integer);	I	Изображение TImage
			DA	Массив с данными
			T	Тип графика
drawSizeGraph	Построение графика размера	procedure drawSizeGraph(I:TImage;SA:TGraphDataArray);	I	Изображение TImage
			SA	Массив размеров
drawTimeGraph	Построение графика времени	procedure drawTimeGraph(I:TImage;TA:TGraphDataArray);	I	Изображение TImage
			TA	Массив времени

5. ТЕСТИРОВАНИЕ, ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ И АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для того, чтобы соответствовать требованиям к проектируемому программному средству, необходимо, чтобы оно прошло некоторое тестирование, способное выявить его недостатки.

№ Теста	Тестируемая функциональность	Последовательность действий	Ожидаемый результат	Полученный результат
1	Сжатие алгоритмом Хаффмана с выводом файла	Запустить программы. Открыть сжимаемый файла. Поставить галочку на “Export comp.” и “Huffman” Нажать на кнопку Compress	Будет создан сжатый файл с расширением .xhfm. После чего произведена декомпрессия программой. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получилось после декомпрессии.	Тест пройден
2	Сжатие алгоритмом RLE с выводом файла	Запустить программы. Открыть сжимаемый файла. Поставить галочку на “Export comp.” и “RLE” Нажать на кнопку Compress	Будет создан сжатый файл с расширением .xrle. После чего произведена декомпрессия программой. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получилось после декомпрессии.	Тест пройден

3	Сжатие алгоритмом LZ77 с выводом файла	Запустить программы. Открыть сжимаемый файла. Поставить галочку на “Export comp.” и “LZ77” Нажать на кнопку Compress	Будет создан сжатый файл с расширением .xlz77. После чего произведена декомпрессия программой. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получилось после декомпрессии.	Тест пройден
4	Сжатие алгоритмом Deflate с выводом файла	Запустить программы. Открыть сжимаемый файла. Поставить галочку на “Export comp.” и “Deflate” Нажать на кнопку Compress	Будет создан сжатый файл с расширением .xdfl. После чего произведена декомпрессия программой. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получилось после декомпрессии.	Тест пройден
5	Декомпрессия алгоритмом Хаффмана с выводом файла	Запустить программы. Открыть файл с расширением .xhfm. Поставить галочку на “Export as .txt” Нажать на кнопку Decompress	Будет создан файл с расширением .txt. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получилось после декомпрессии	Тест пройден
6	Декомпрессия алгоритмом RLE с выводом файла	Запустить программы. Открыть файл с расширением .xrle. Поставить галочку на “Export as .txt” Нажать на кнопку Decompress	Будет создан файл с расширением .txt. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получи-	Тест пройден

			лось после декомпрессии	
7	Декомпрессия алгоритмом LZ77 с выводом файла	Запустить программы. Открыть файл с расширением .xlz77. Поставить галочку на “Export as .txt” Нажать на кнопку Decompress	Будет создан файл с расширением .txt. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получилось после декомпрессии	Тест пройден
8	Декомпрессия алгоритмом Deflate с выводом файла	Запустить программы. Открыть файл с расширением .xdfl. Поставить галочку на “Export as .txt” Нажать на кнопку Decompress	Будет создан файл с расширением .txt. Содержание начального файла должно полностью совпадать с тем, что получилось после декомпрессии	Тест пройден
9	Попытка сжатия без выбранных алгоритмов	Запустить программы. Открыть сжимаемый файла. Нажать на кнопку Compress	Ничего не произойдет	Тест пройден
10	Попытка сжатия 4мя алгоритмами с последующим выводом графиков	Запустить программы. Открыть сжимаемый файла. Поставить галочку на “Analyse” Нажать на кнопку Compress	После процесса сжатия открылось окно с построенными графиками	Тест пройден
11	Попытка сжатия без выбора алгоритмов с последующим выводом графиков	Запустить программы. Открыть сжимаемый файла. Поставить галочку на “Analyse” Нажать на кнопку Compress	Откроются графики, содержащие информацию только о несжатом файле	Тест пройден

6. Руководство по установке и использованию

6.1 Основные требования для запуска данного программного средства:

· ОС: Версия Microsoft Windows от XP и выше;
· Процессор: Pentium® III 800 МГц или AMD Athlon;
· RAM: От 128 Мб;
· Место на диске: от 3 Мб свободного места.

Исходя из данных требований следует, что данная программа может запускаться практически на любом компьютере.

6.2 Руководство по установке

Установка программы не требуется, т.к она является переносимым приложением.

Переносимое приложение — программное обеспечение, которое для своего запуска не требует процедуры установки и может полностью храниться на съёмных носителях информации, что позволяет использовать данное ПО на многих компьютерах.

6.3 Пример использования программы

1. Открыть программу

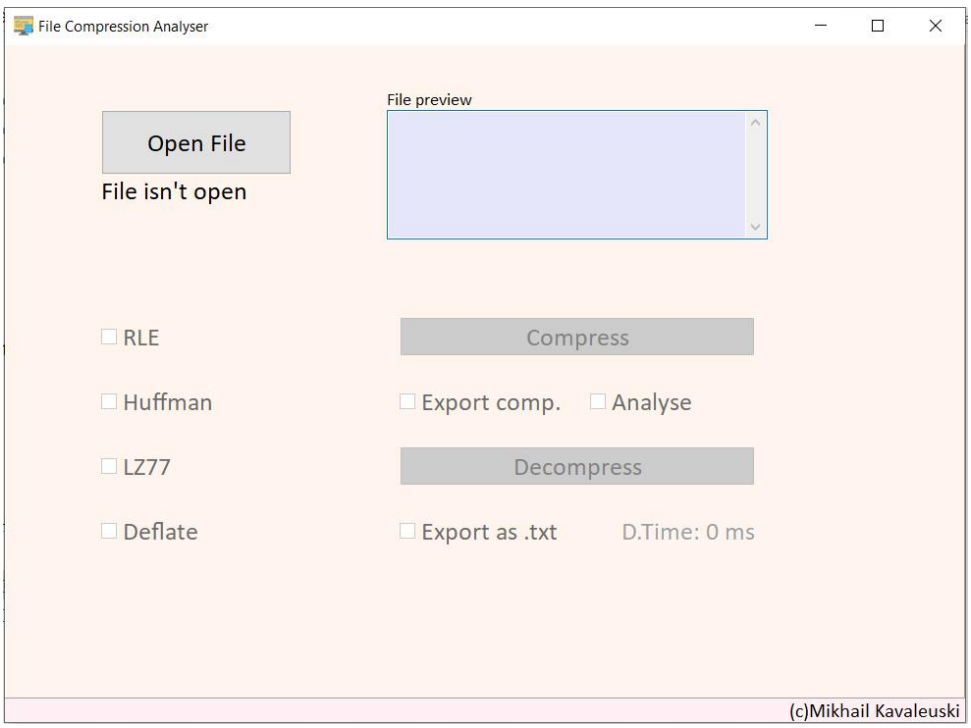


Рисунок 6.1 – Скриншот рабочего окна программы

2. Открыть файл для сжатия, выбрать все алгоритмы, нажать на кнопку Compress

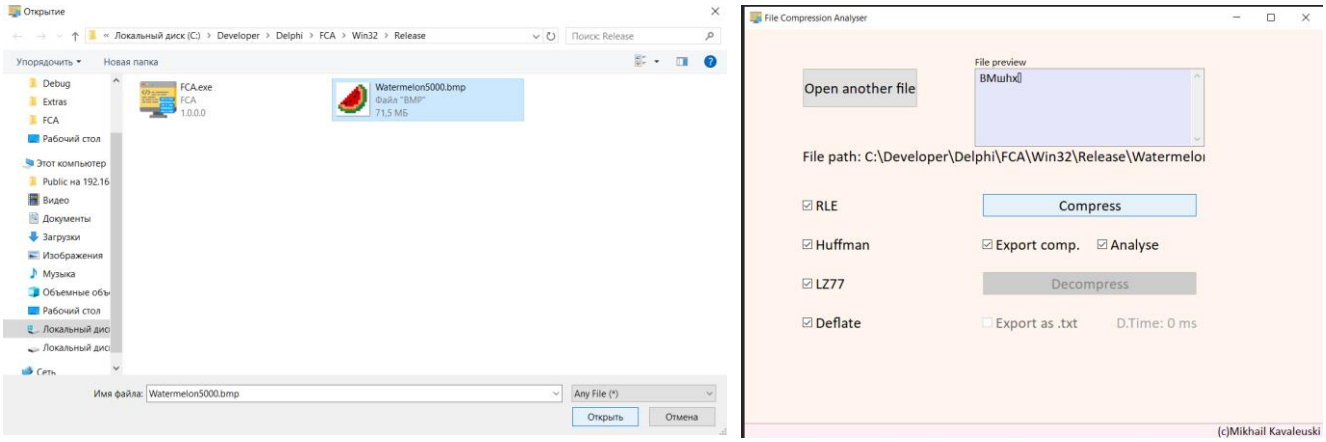


Рисунок 6.2 – Иллюстрация процесса запуска сжатия

3. После завершения процесса откроется окно, содержащее информацию, позволяющую проанализировать выбранные алгоритмы.

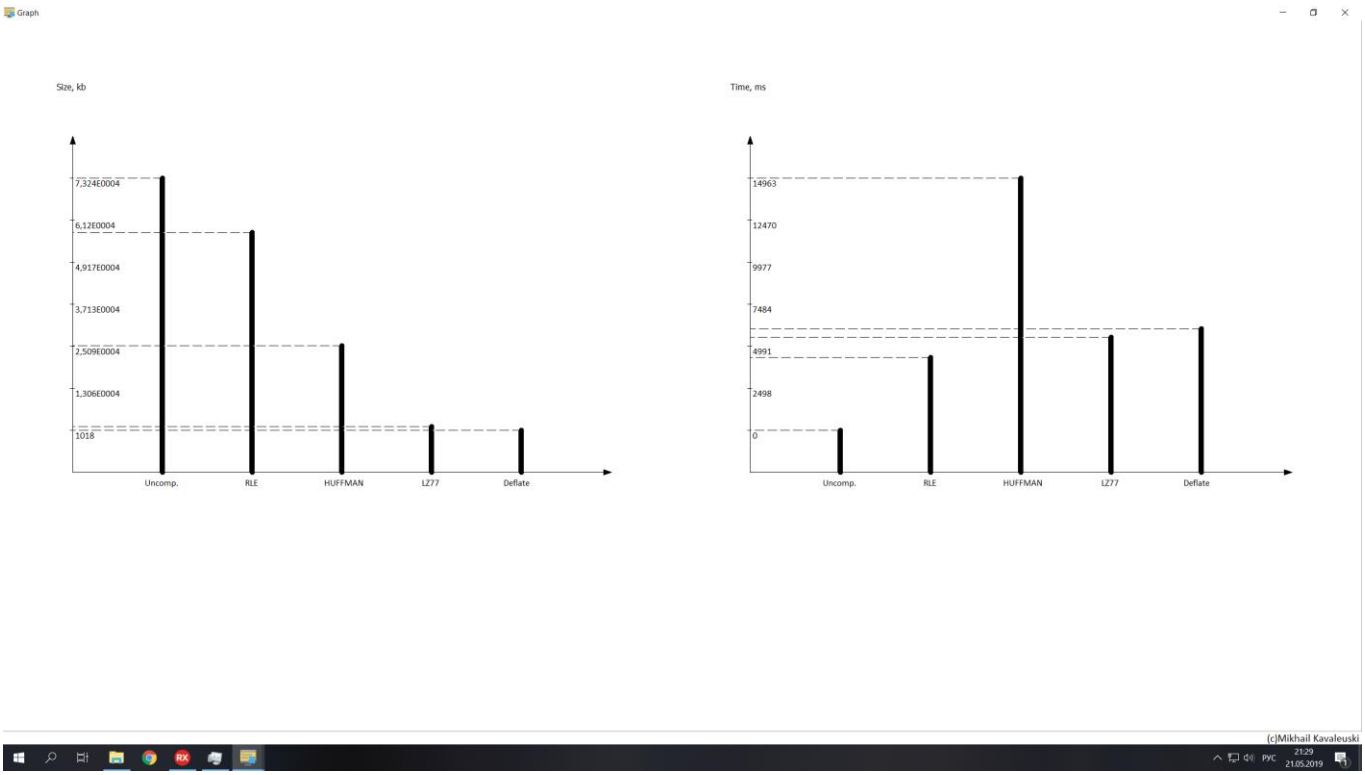


Рисунок 6.3 – Графики размера и времени

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над курсовым проектом было создано исправно работающее приложение для сжатия файлов алгоритмами RLE, LZ77, Deflate и Хаффмана. Разработка приложения включала в себя различных методов сжатия файлов. Были изучены некоторые возможности создания приложений в Delphi 10 и формирование конкретных функциональных требований к программе на основе возможностей языка. Затем были разработаны структуры данных, разработана примерная архитектура приложения. Далее были детализированы все функции. Программа была отлажена и протестирована сначала разработчиком, а затем несколько раз обычными пользователями. После испытаний были внесены корректировки в интерфейсе, работе некоторых функций. Пройдя все вышеперечисленные этапы, на выходе получилась корректно работающее программное средство для сжатия файлов и анализа использовавшихся алгоритмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] wecompress.com [Электронный портал]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.wecompress.com/ru/

[2] win-rar.com [Электронный портал]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.win-rar.com/start.html?&L=4

[3] habr.com [Электронный портал]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/141827/

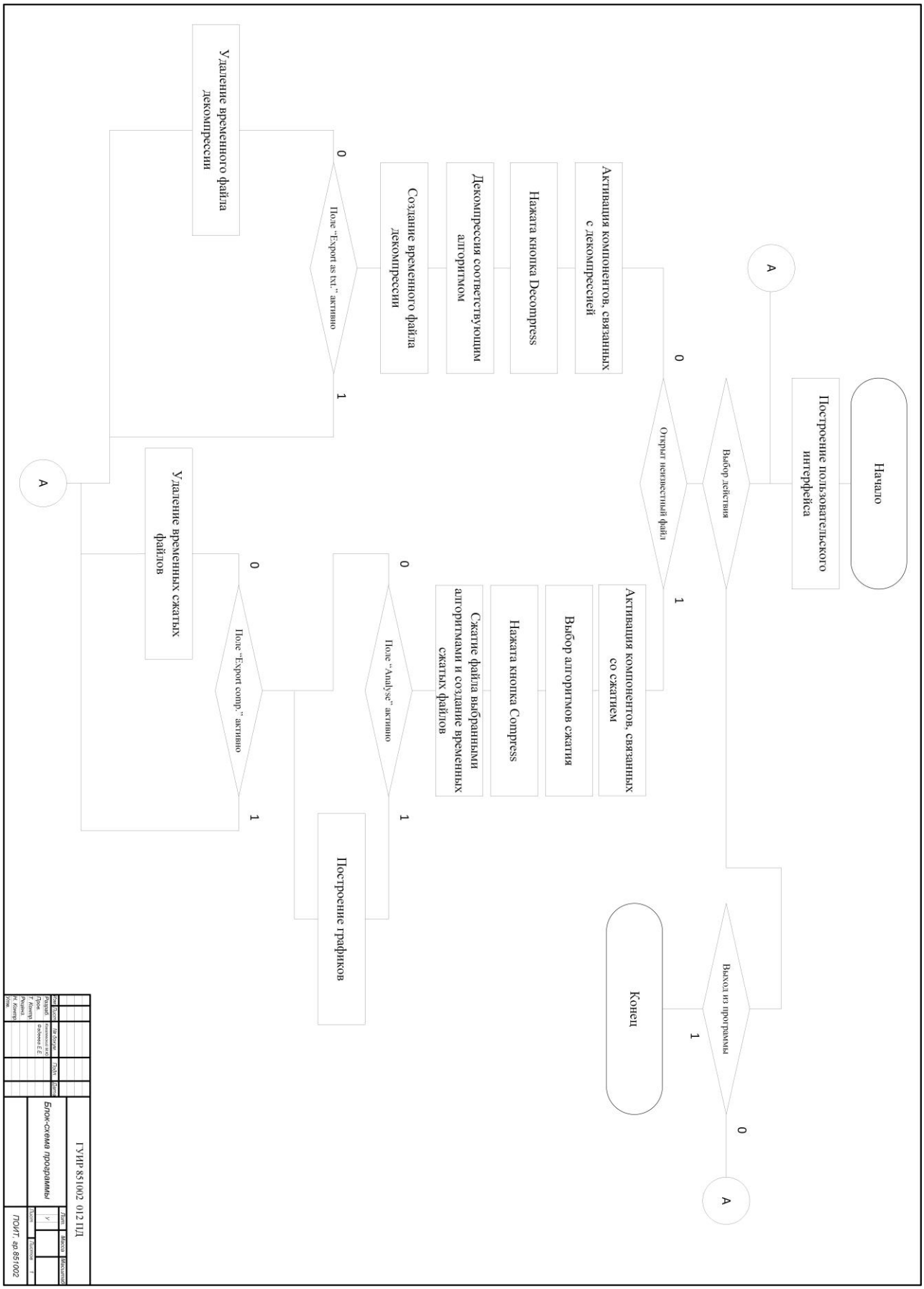
[4] Wikipedia.org [Электронный портал]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding

[5] neerc.ifmo.ru [Электронный портал]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC%D1%8B_LZ77_%D0%B8_LZ78

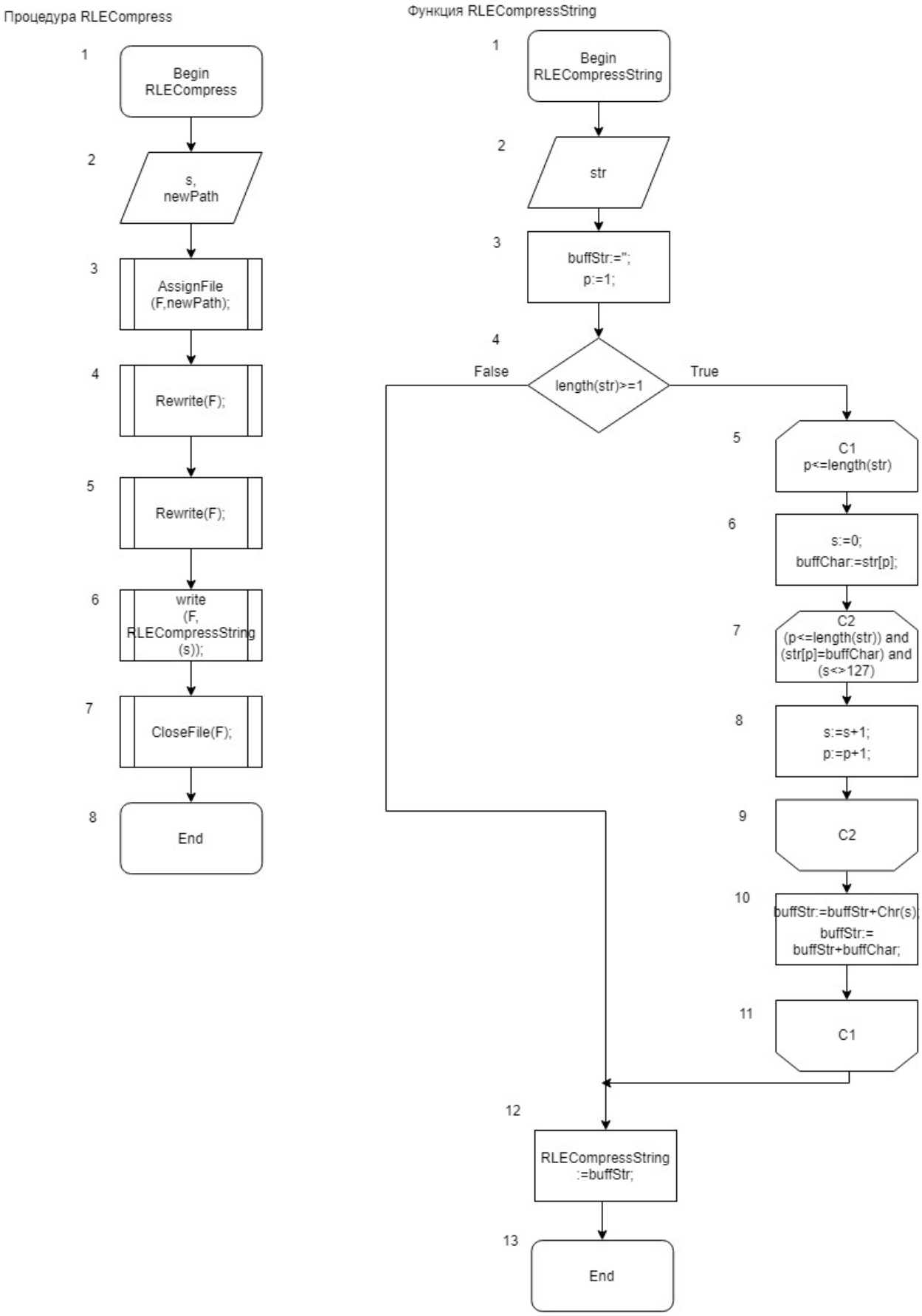
[6] Wikipedia.org [Электронный портал]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Deflate

ПРИЛОЖЕНИЯ

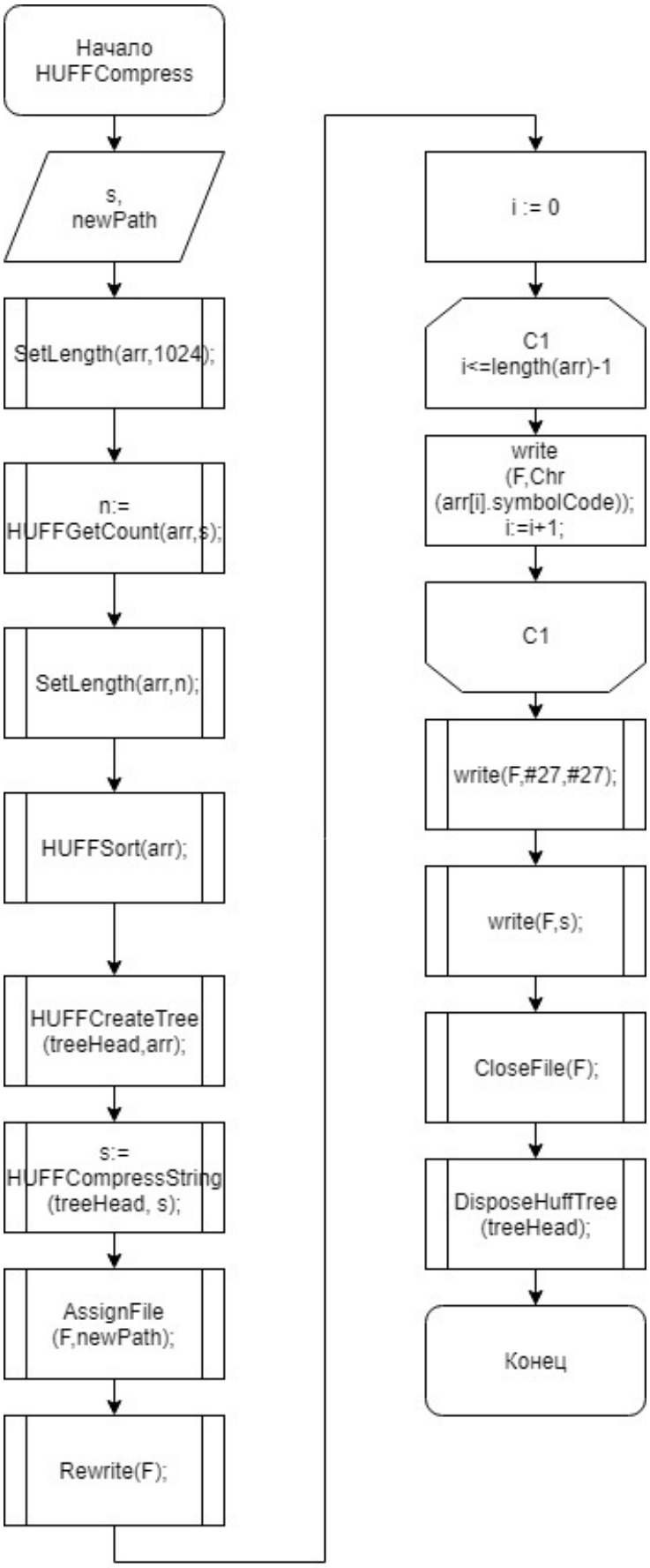
Приложение 1 (схема алгоритма программы на А1)



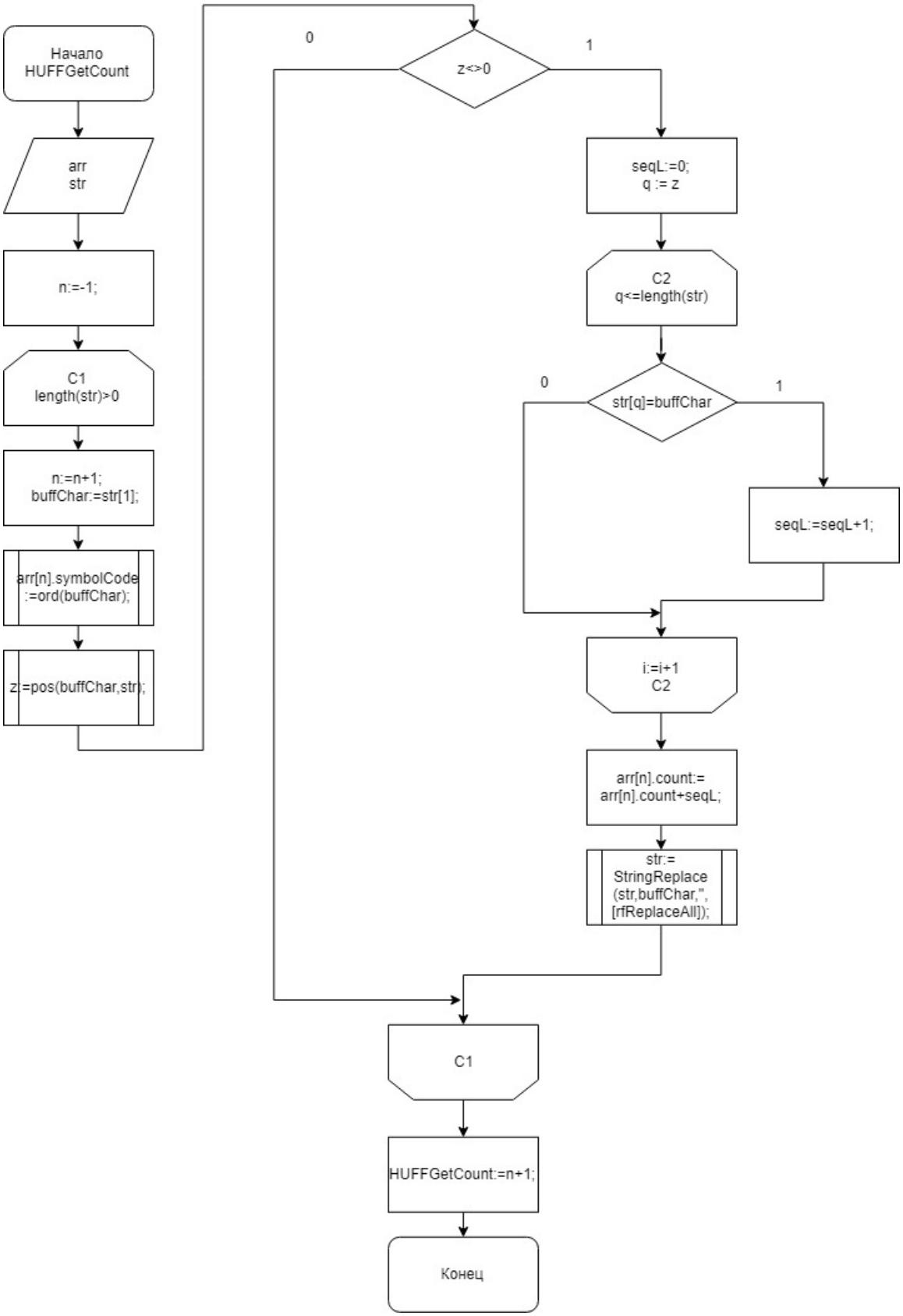
Приложение 2 (Алгоритм сжатия RLE)



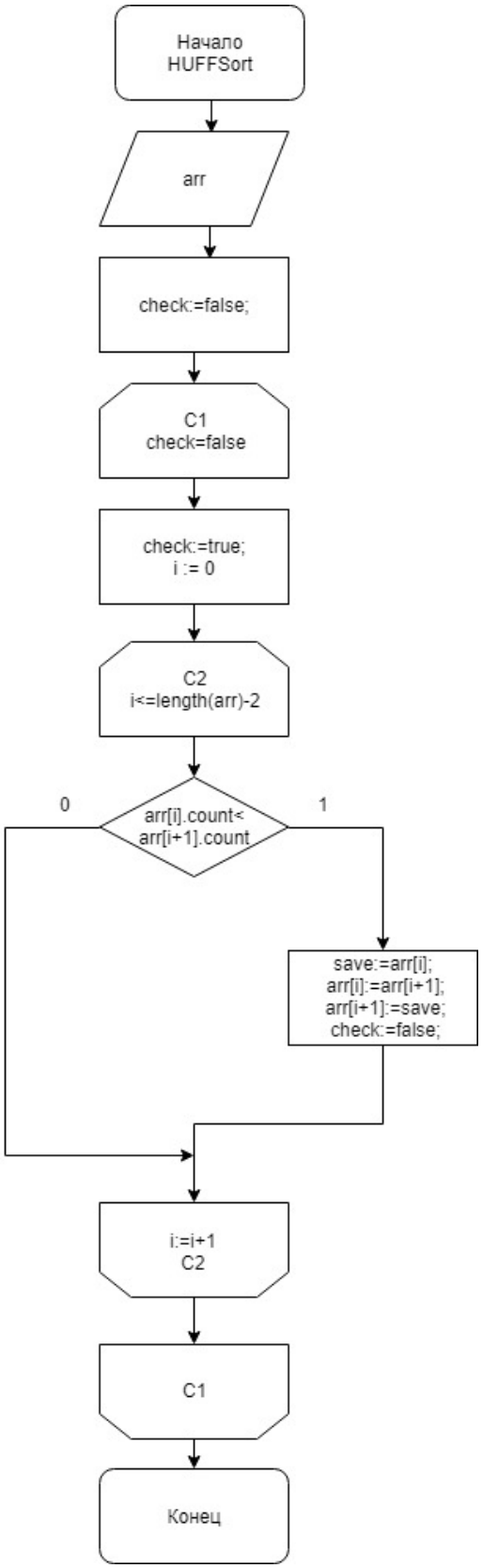
Приложение 3 (Алгоритм сжатия Хаффмана)



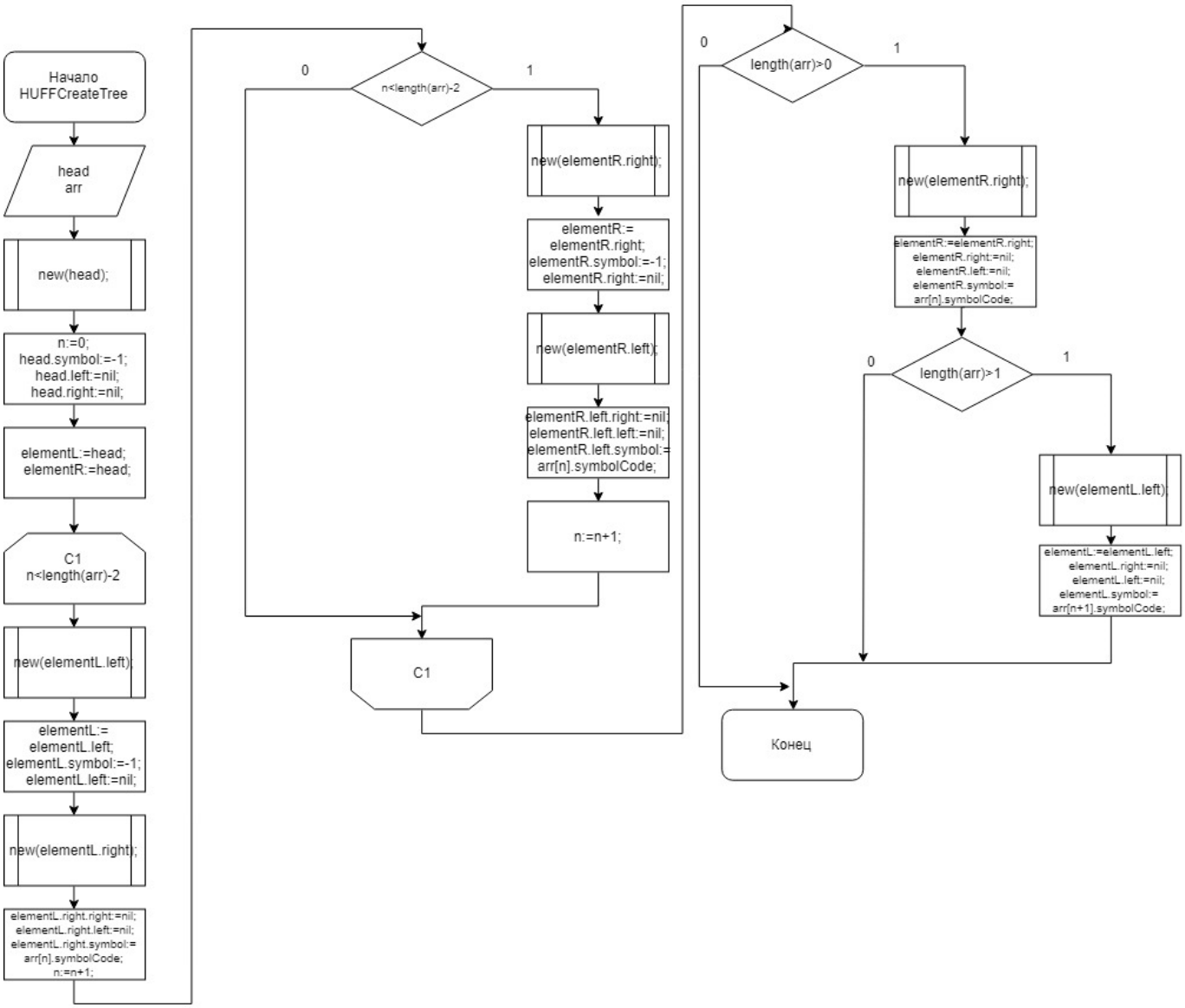
Приложение 4 (Создание массива с данными о количестве символов)



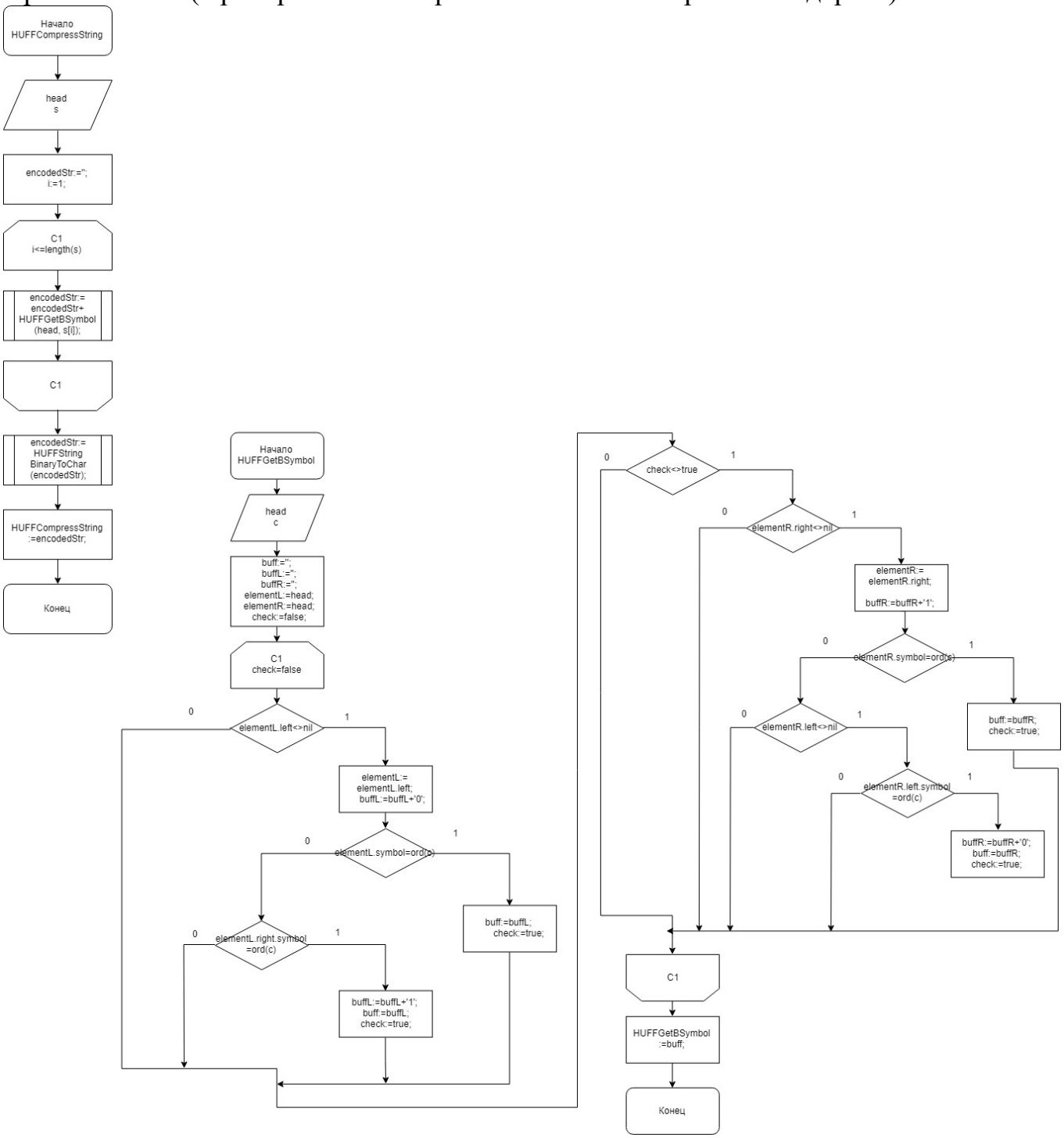
Приложение 5 (Сортировка полученного массива по встречаемости)



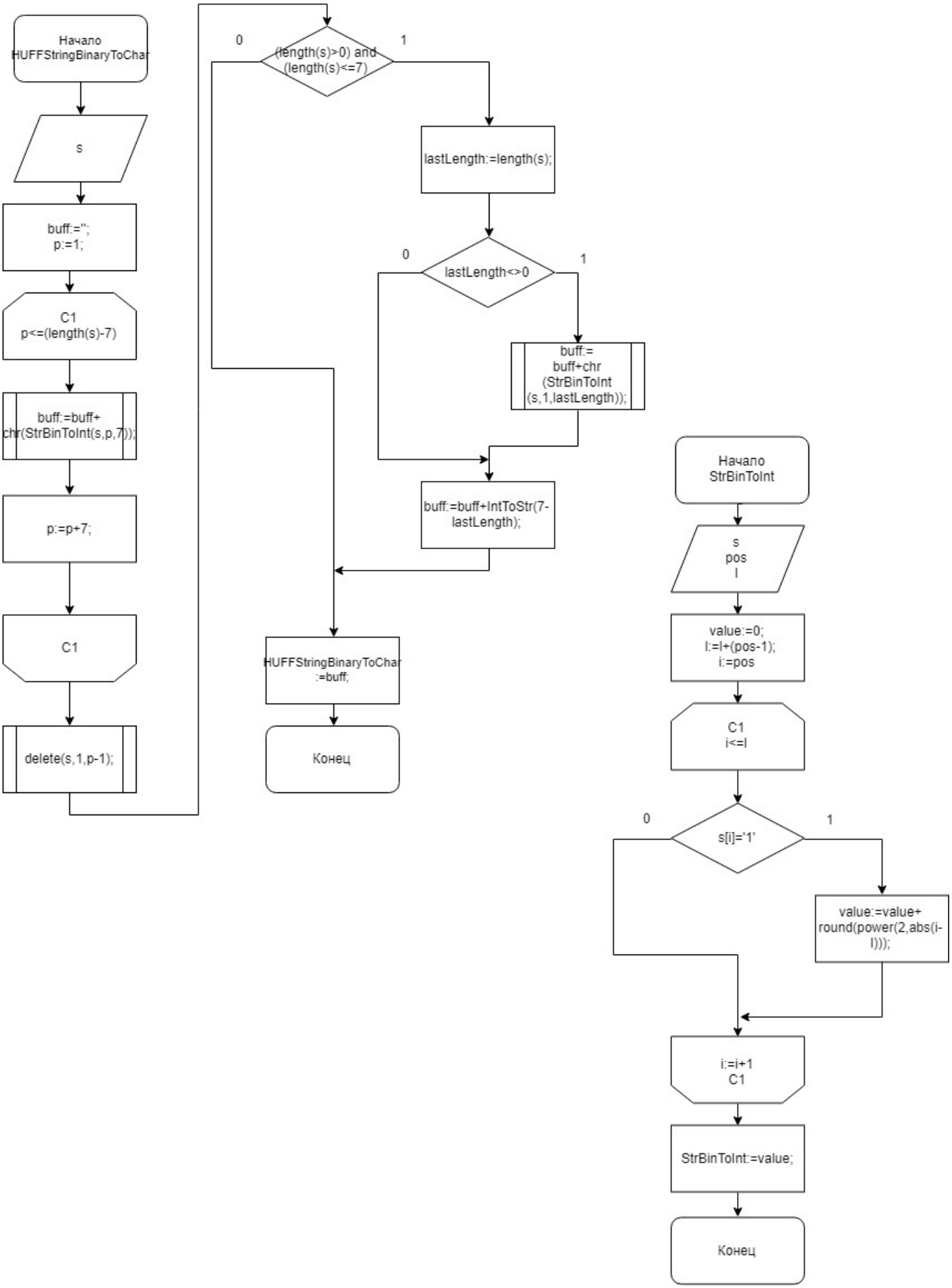
Приложение 6 (Построение дерева на основе полученного массива)



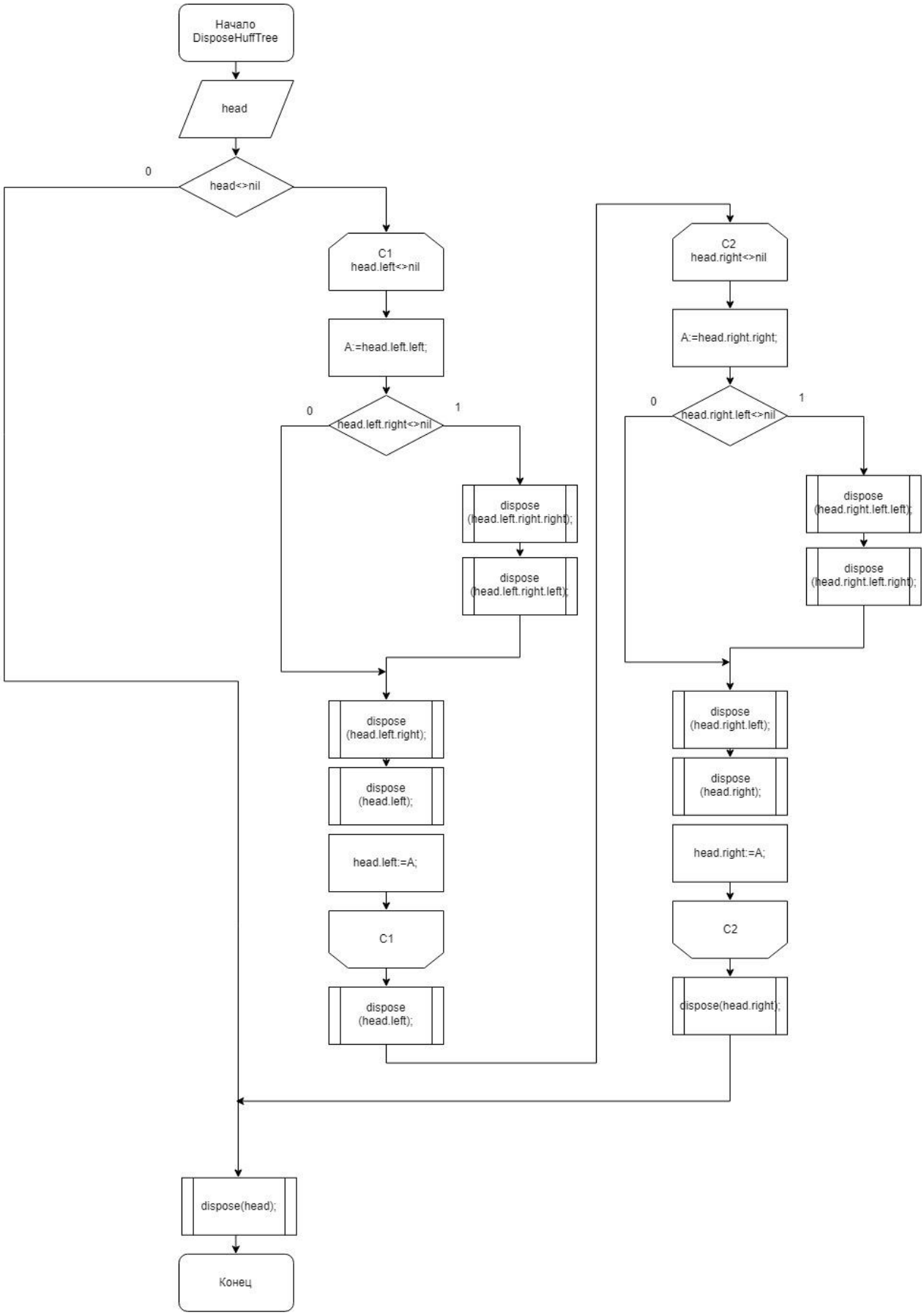
Приложение 7 (Преобразование строки на основе построенного дерева)



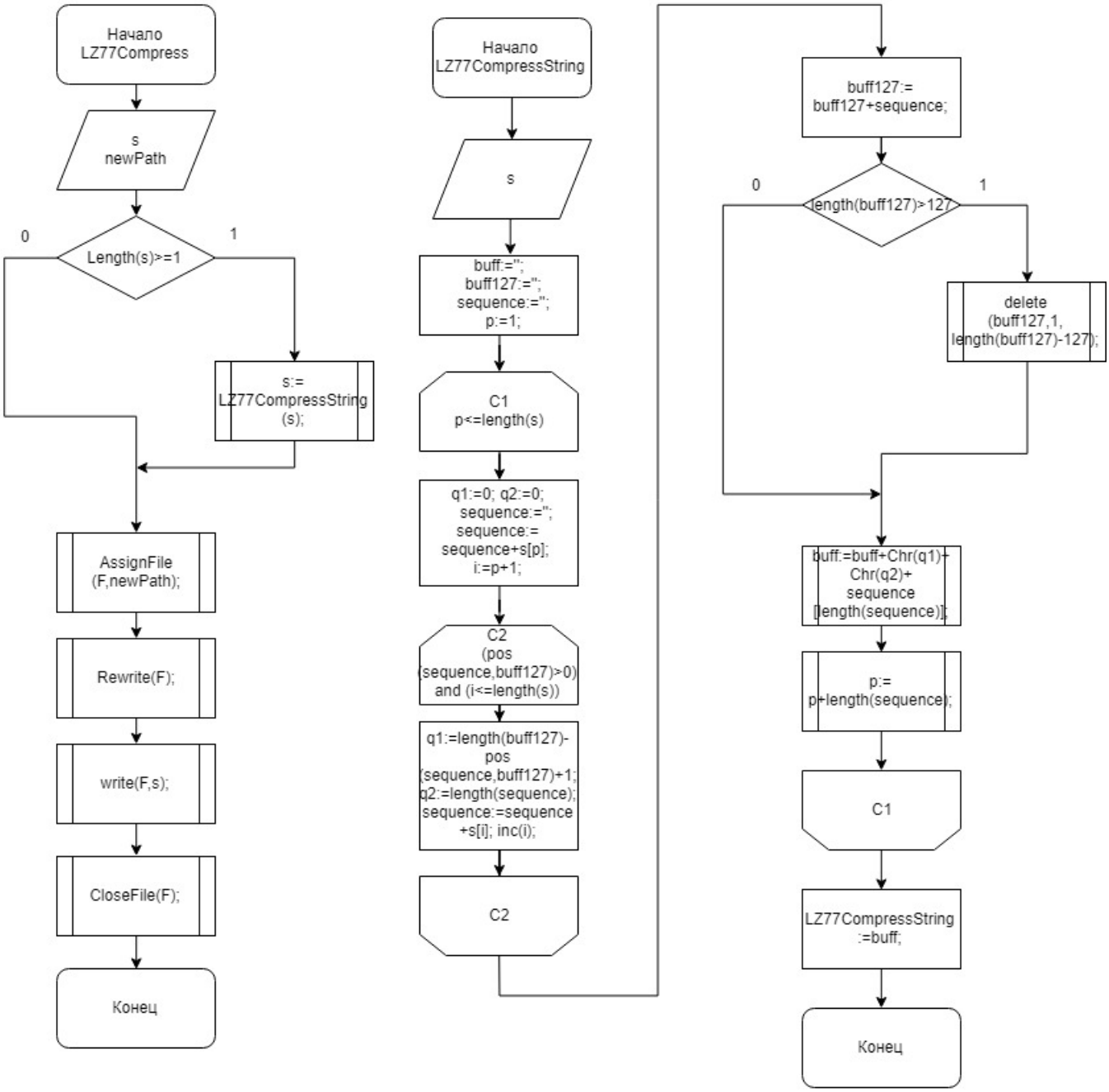
Приложение 7 (Преобразование строки на основе построенного дерева, продолжение)



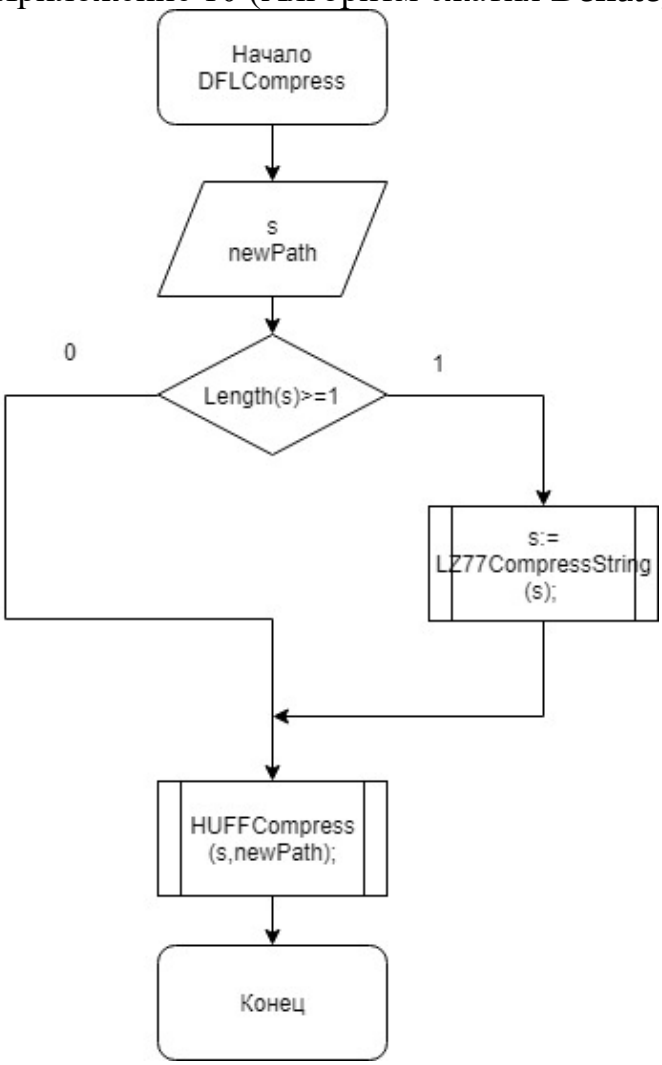
Приложение 8 (Очистка дерева)



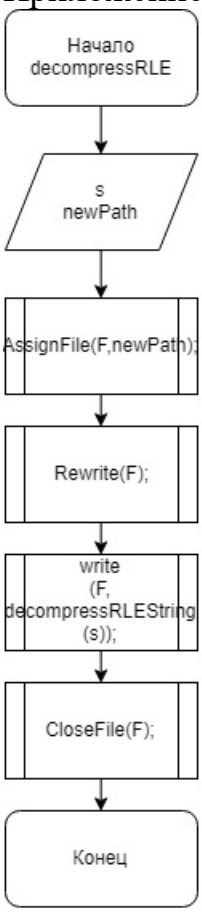
Приложение 9 (Алгоритм сжатия LZ77)

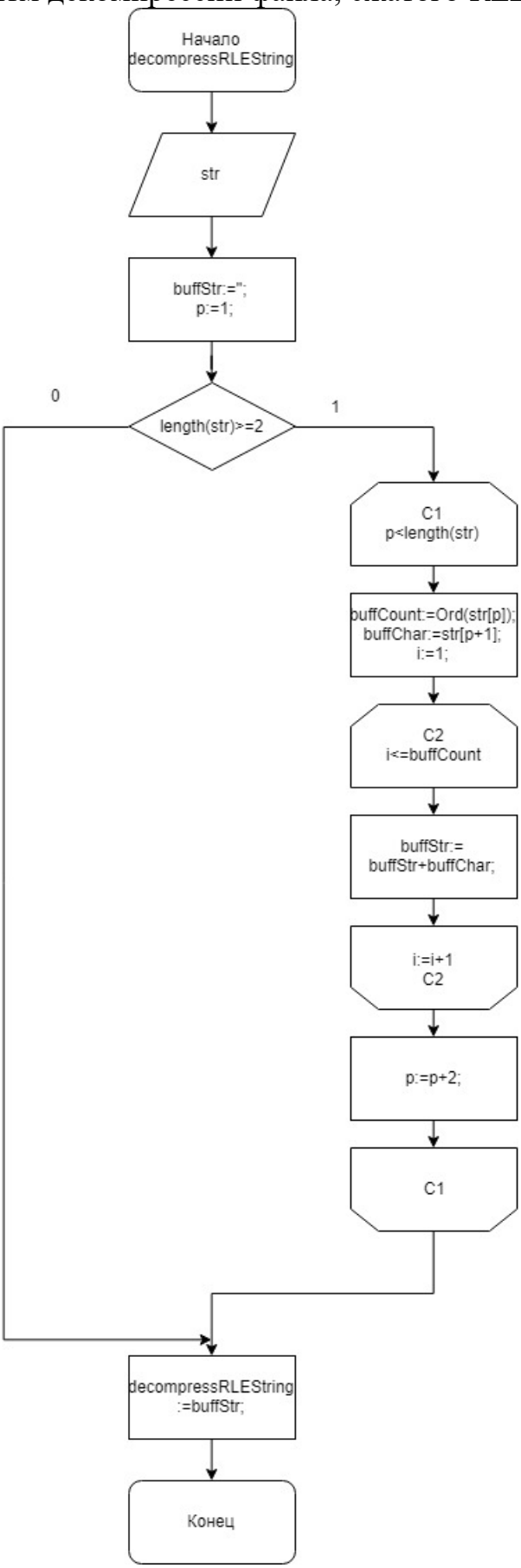


Приложение 10 (Алгоритм сжатия Deflate)

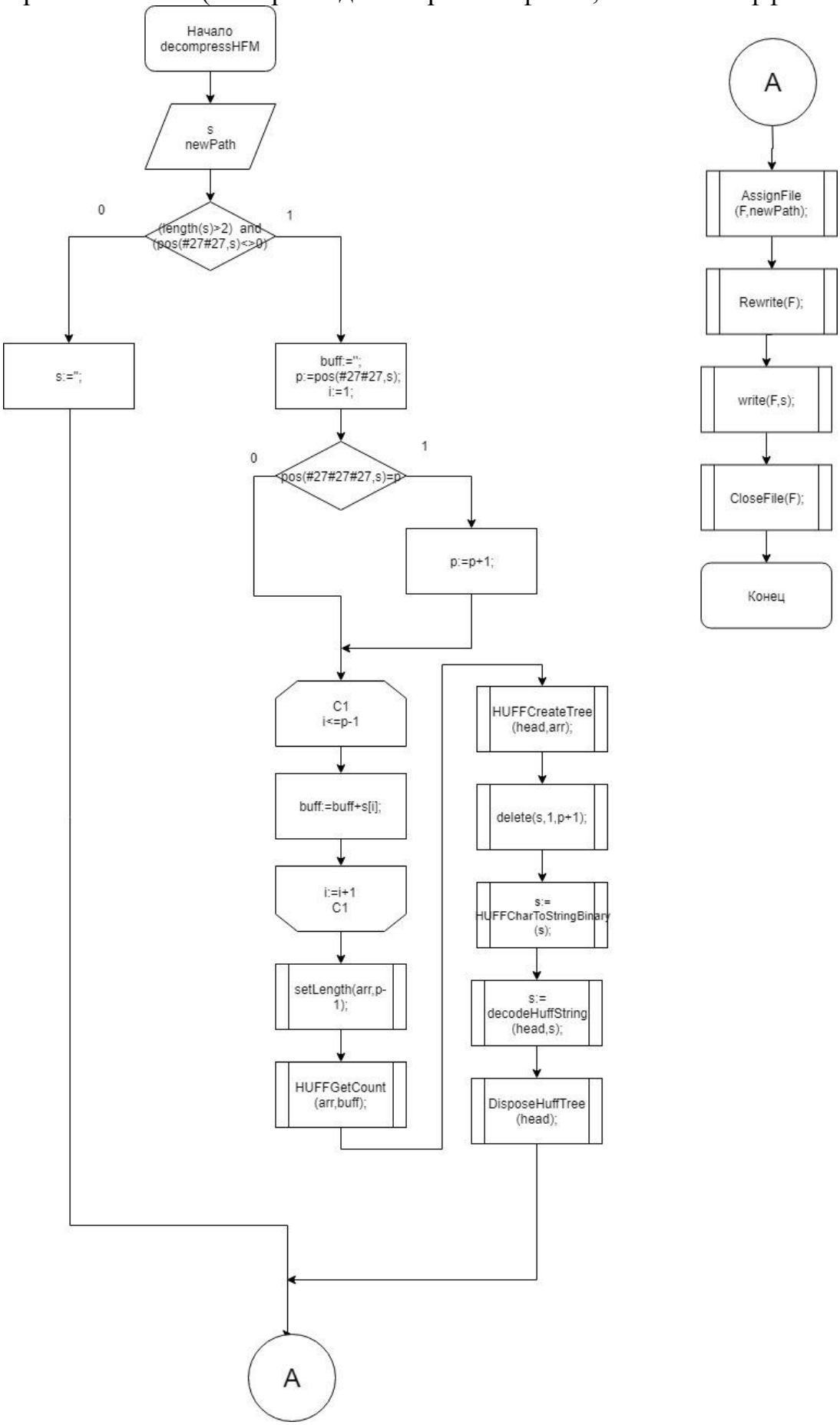


Приложение 11 (Алгоритм декомпрессии файла, сжатого RLE**)**

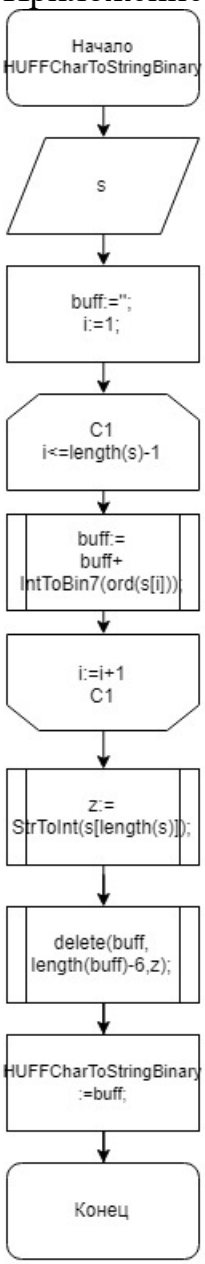


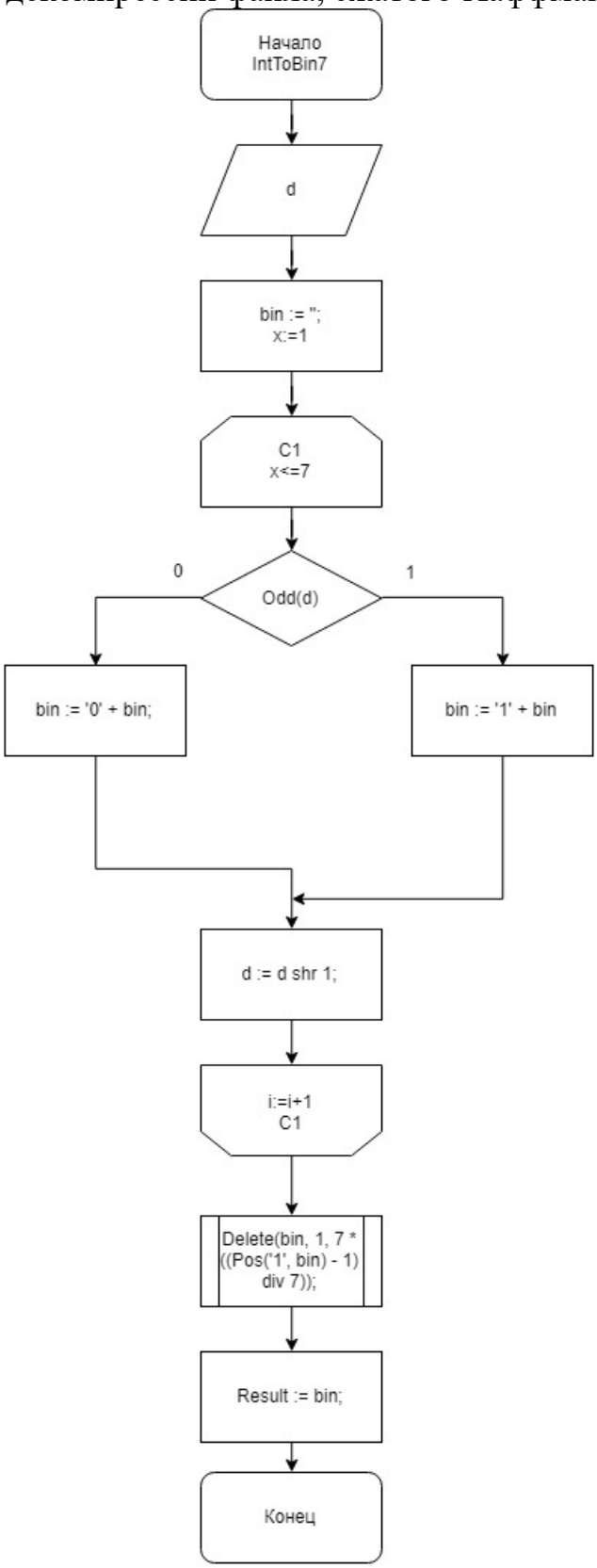


Приложение 12 (Алгоритм декомпрессии файла, сжатого Хаффманом**)**

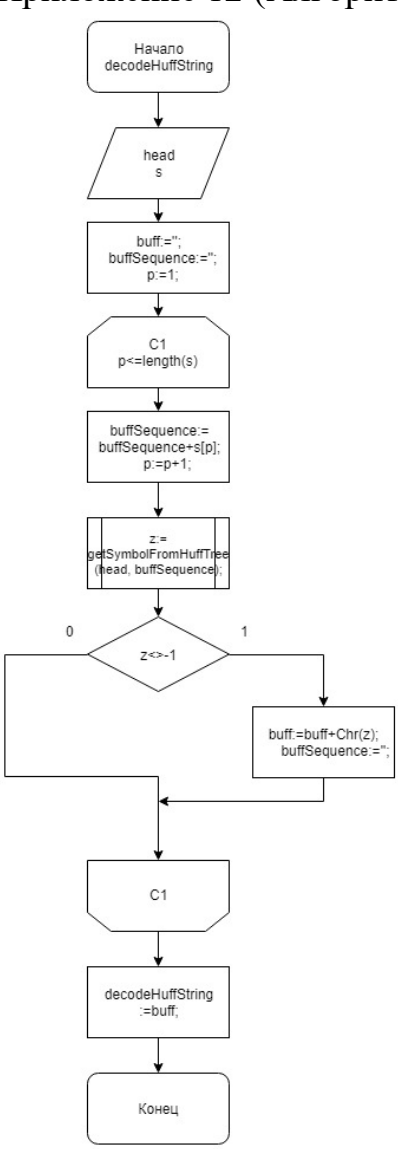


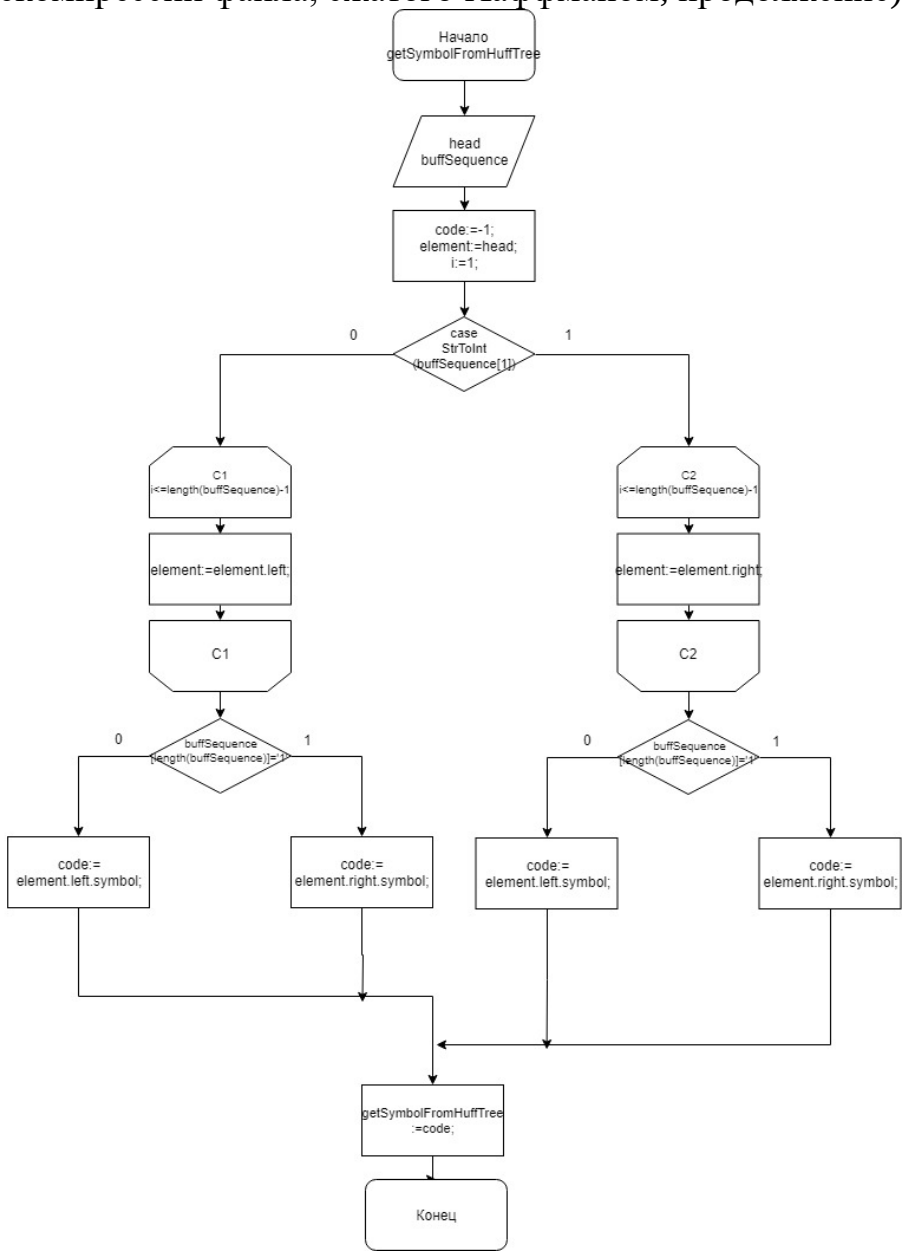
Приложение 12 (Алгоритм декомпрессии файла, сжатого Хаффманом, продолжение)



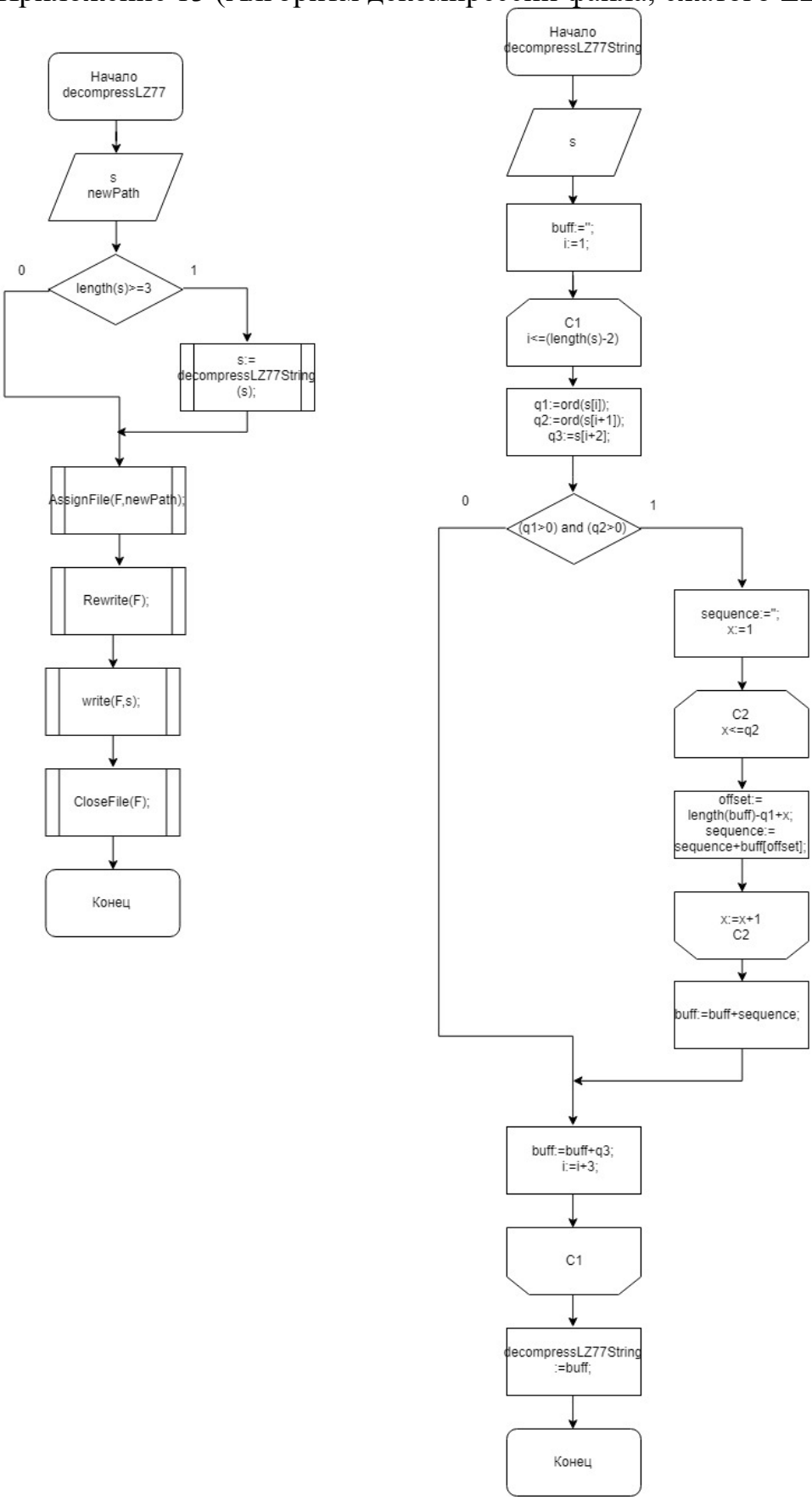


Приложение 12 (Алгоритм декомпрессии файла, сжатого Хаффманом, продолжение)

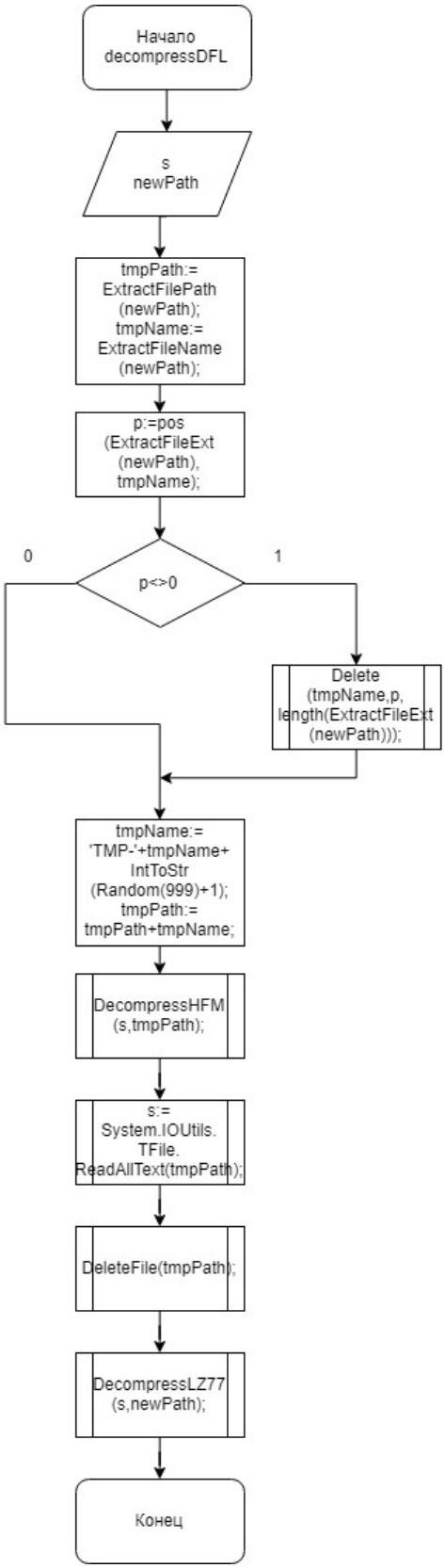




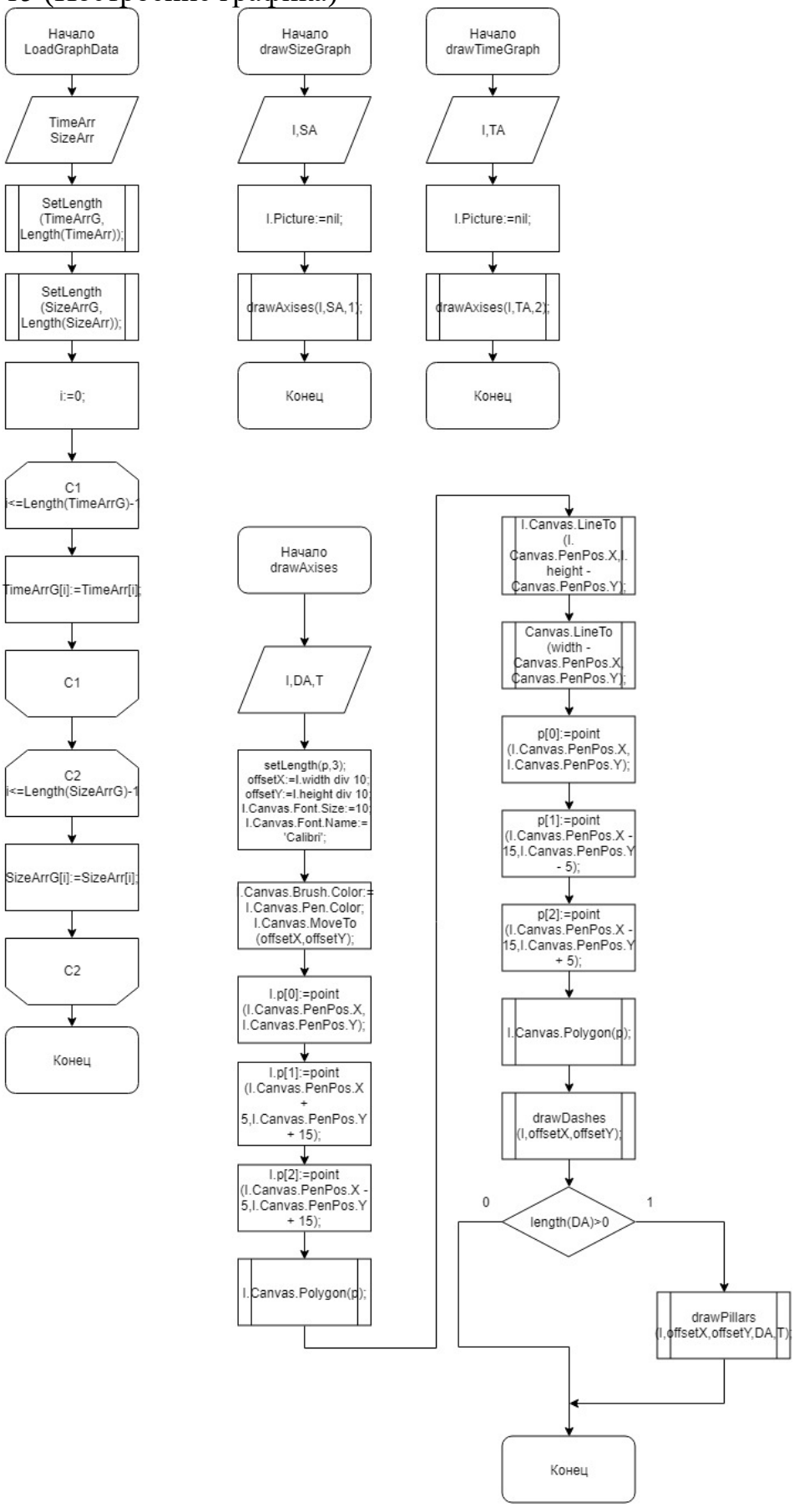
Приложение 13 (Алгоритм декомпрессии файла, сжатого LZ77**)**



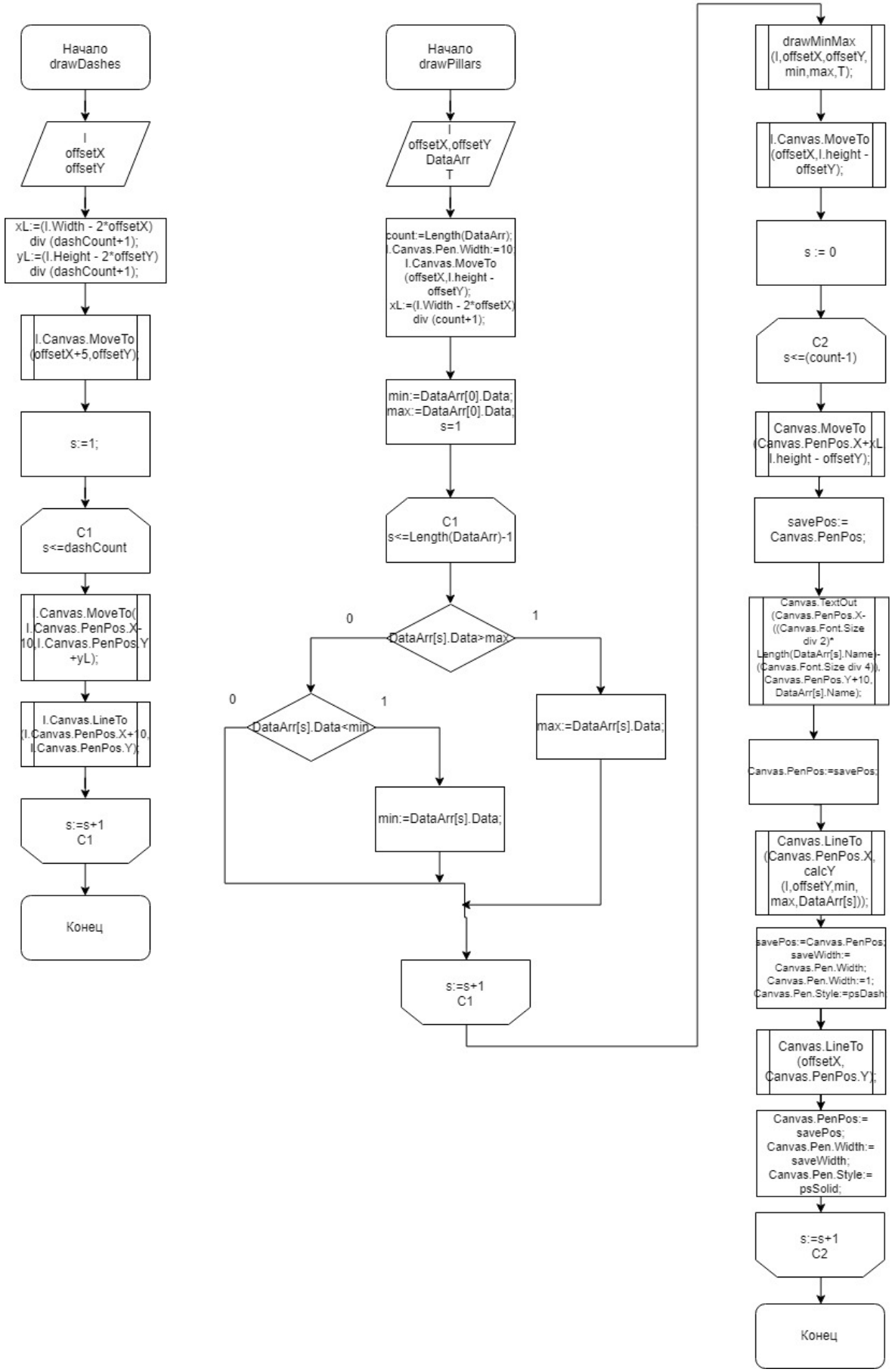
Приложение 14 (Алгоритм декомпрессии файла, сжатого Deflate**)**



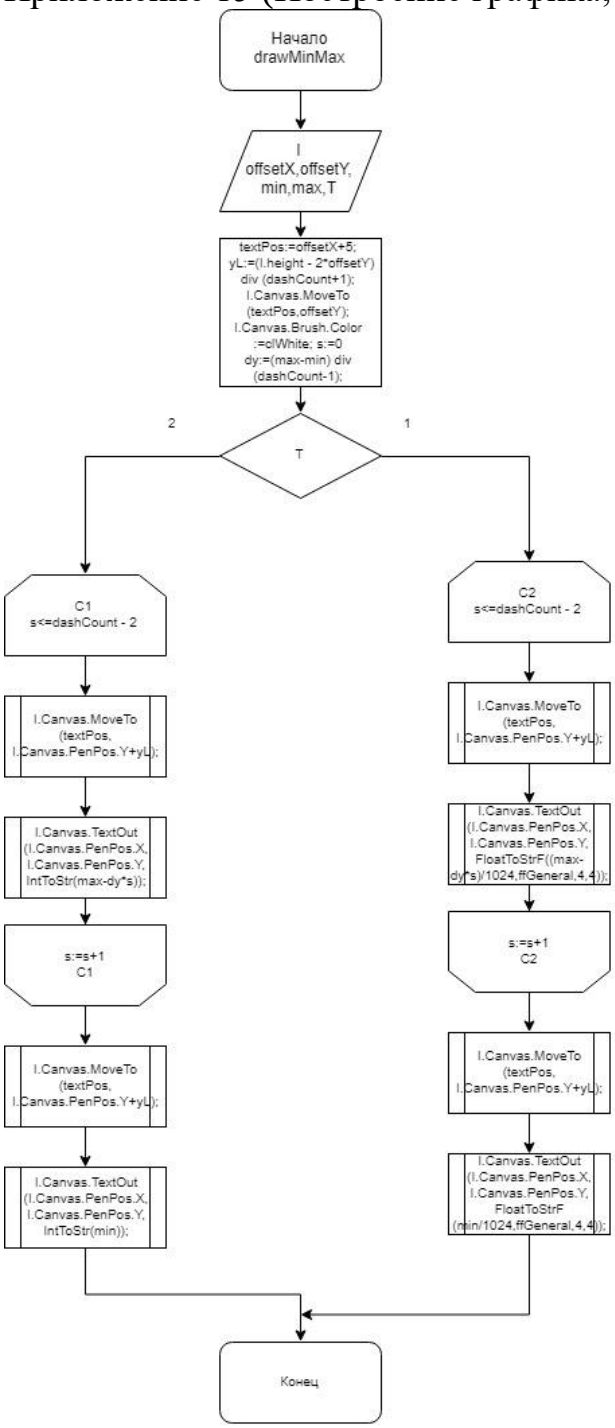
Приложение 15 (Построение графика)

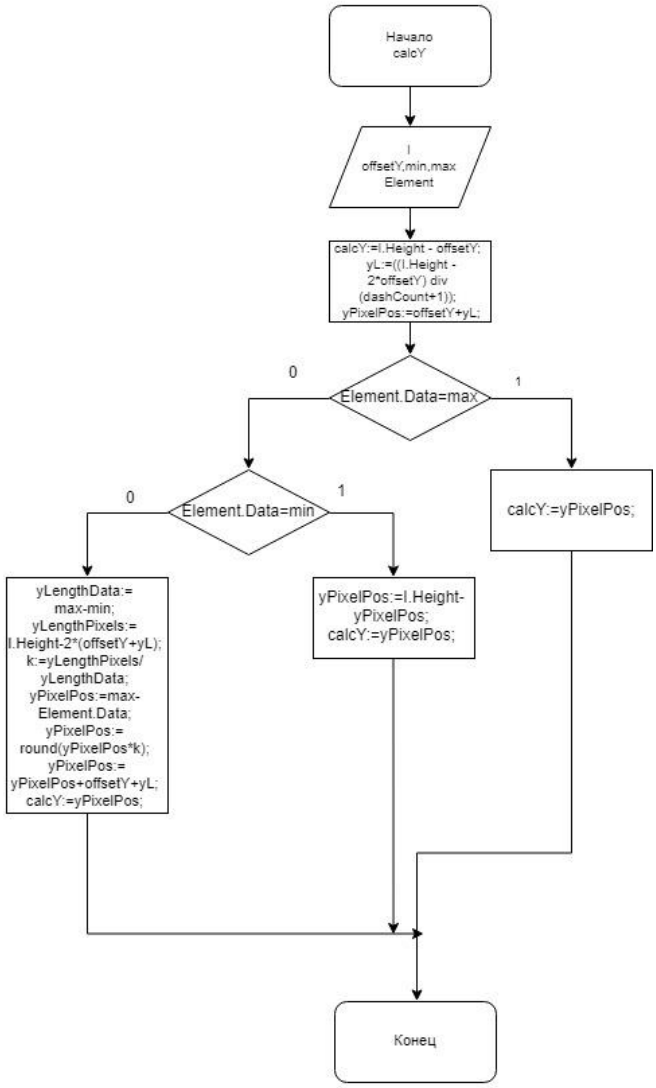


Приложение 15 (Построение графика, продолжение)

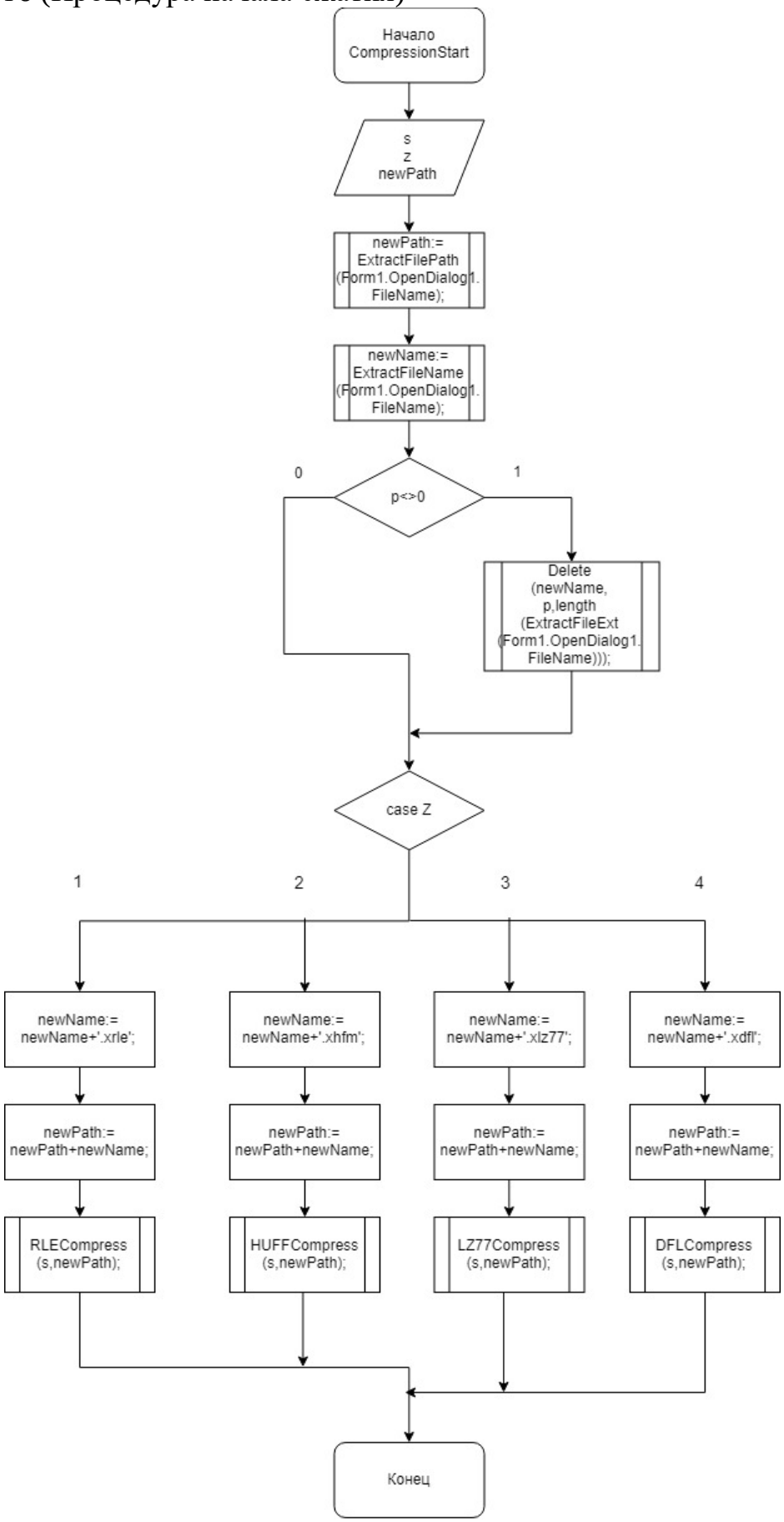


Приложение 15 (Построение графика, продолжение)

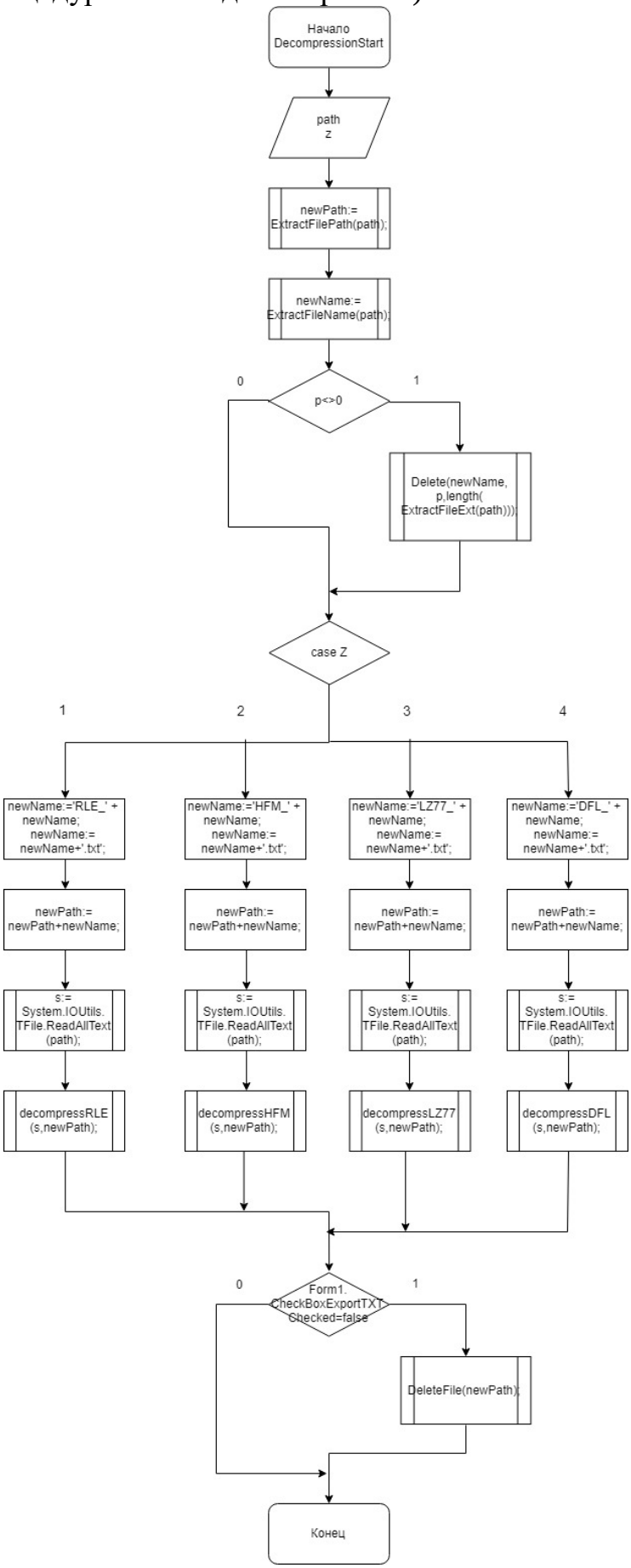




Приложение 16 (Процедура начала сжатия)



Приложение 17 (Процедура начала декомпрессии)



Приложение 18 (Код программы)

```
unit MainForm;

interface

uses
  Winapi.Windows, Winapi.Messages, System.SysUtils, System.Variants, System.Classes, Vcl.Graphics,
  Vcl.Controls, Vcl.Forms, Vcl.Dialogs, Vcl.StdCtrls, Vcl.ExtCtrls, Vcl.Menus,
  System.ImageList, Vcl.ImgList, Vcl.Buttons, Math, System.IOUtils, System.Diagnostics, ChartForm;


const
  outputFiles = false;

type
  TFile = TextFile;

  THuffArrayElement = Record
    symbolCode: Integer;
    count: Integer;
  end;
  THuffArray = Array of THuffArrayElement;

  HUFFTreePointer = ^HUFFTreeNode;
  HUFFTreeNode = Record
    symbol: Integer;
    left: HUFFTreePointer;
    right: HUFFTreePointer;
  end;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    GridPanelMain: TGridPanel;
    OpenDialog1: TOpenDialog;
    OpenButton: TSpeedButton;
    Memo1: TMemo;
    OpenLabel: TLabel;
    LabelFilePreview: TLabel;
    LabelFilePath: TLabel;
    CompressionButton: TSpeedButton;
    CheckBoxRLE: TCheckBox;
    CheckBoxHUFF: TCheckBox;
    CheckBoxA: TCheckBox;
    DecompressionButton: TSpeedButton;
    CheckBoxExportTXT: TCheckBox;
    CheckBoxLZ77: TCheckBox;
    CheckBoxDeflate: TCheckBox;
    DTimeLabel: TLabel;
    CheckBoxExpComp: TCheckBox;
    procedure OpenButtonClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Label1Click(Sender: TObject);
    procedure CompressionButtonClick(Sender: TObject);
    procedure DecompressionButtonClick(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;
```

```
var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.dfm}

function GetFileSize(FileName: String): Int64;
var FS: TFileStream;
begin
  FS := TFileStream.Create(FileName, fmOpenRead);
  Result := FS.Size;
  FS.Free;
end;

//n-Full File Path
procedure printFileInfo(n:String);
begin
  Writeln('File Info:');
  writeln('Drive      = '+ExtractFileDrive (n));
  writeln('Catalog    = '+ExtractFileDir   (n));
  writeln('Path       = '+ExtractFilePath  (n));
  writeln('Name       = '+ExtractFileName  (n));
  writeln('Extention  = '+ExtractFileExt   (n));
  writeln('Size       = '+IntToStr(GetFileSize(n)),' bytes');
end;



//-------RLE-------
function RLECompressString(str: String):String;
var
  s,p: Integer;
  buffChar: Char;
  buffStr: String;
begin
  buffStr:='';
  p:=1;

  if length(str)>=1 then
  begin
    while p<=length(str) do
    begin
      s:=0;
      buffChar:=str[p];

      while (p<=length(str)) and (str[p]=buffChar) and (s<>127) do
      begin
        s:=s+1;
        p:=p+1;
      end;
//      write(s,buffChar);
      buffStr:=buffStr+Chr(s);
      buffStr:=buffStr+buffChar;
    end;
```

```
  end;

  RLECompressString:=buffStr;
end;


procedure RLECompress(s:string; newPath:String);
var
  F: TFile;
begin
  AssignFile(F,newPath);
  Rewrite(F);
  write(F,RLECompressString(s));


  CloseFile(F);
end;
//-----------------



//-----HUFFMAN-----
procedure DisposeHuffTree(var head: HuffTreePointer);
var
  A:HuffTreePointer;
begin

  if head<>nil then
  begin
    while head.left<>nil do
    begin
      A:=head.left.left;

      if head.left.right<>nil then
      begin
        dispose(head.left.right.right);
        dispose(head.left.right.left);
      end;
      dispose(head.left.right);
      dispose(head.left);

      head.left:=A;
    end;
    dispose(head.left);

    while head.right<>nil do
    begin
      A:=head.right.right;

      if head.right.left<>nil then
      begin
        dispose(head.right.left.left);
        dispose(head.right.left.right);
      end;
      dispose(head.right.left);
      dispose(head.right);

      head.right:=A;
    end;
    dispose(head.right);
  end;
  dispose(head);
```

```
end;


function HUFFGetCount(var arr:THuffArray; str: String):integer;
var
  n,q,seqL,z: Integer;
  buffChar: char;
begin
//  n:=-1;
//  while length(str)>0 do
//  begin
//    n:=n+1;
//    buffChar:=str[1];
//    arr[n].symbolCode:=ord(buffChar);
//    while pos(buffChar,str)<>0 do
//    begin
//      q:=pos(buffChar,str);
//      seqL:=0;
//      while (q<=length(str)) and (str[q]=buffChar) do
//      begin
//        seqL:=seqL+1;
//        q:=q+1;
//      end;
//
//      arr[n].count:=arr[n].count+seqL;
//      delete(str, pos(buffChar,str), seqL);
//    end;
//
//  end;
//  HUFFGetCount:=n+1;

  n:=-1;
  while length(str)>0 do
  begin
    n:=n+1;
    buffChar:=str[1];
    arr[n].symbolCode:=ord(buffChar);

    z:=pos(buffChar,str);
    if z<>0 then
    begin
      seqL:=0;
      for q := z to length(str) do
        begin
          if str[q]=buffChar then
          begin
            seqL:=seqL+1;
          end;

        end;

      arr[n].count:=arr[n].count+seqL;
      str:=StringReplace(str,buffChar,'',[rfReplaceAll]);
    end;

  end;
  HUFFGetCount:=n+1;
end;


procedure HUFFSort(var arr:THuffArray);
```

```
var
  i: integer;
  save:THuffArrayElement;
  check:Boolean;
begin
  check:=false;
  while check=false do
  begin
    check:=true;
    for i := 0 to length(arr)-2 do
    begin
      if arr[i].count<arr[i+1].count then
      begin
        save:=arr[i];
        arr[i]:=arr[i+1];
        arr[i+1]:=save;
        check:=false;
      end;
    end;
  end;
end;

procedure HUFFCreateTree(var head: HuffTreePointer; arr:THuffArray);
var
  elementL,elementR: HuffTreePointer;
  n:integer;
begin
  n:=0;

  new(head);
  head.symbol:=-1;
  head.left:=nil;
  head.right:=nil;

  elementL:=head;
  elementR:=head;

  while n<length(arr)-2 do
  begin
    new(elementL.left);
    elementL:=elementL.left;
    elementL.symbol:=-1;
    elementL.left:=nil;

    new(elementL.right);
    elementL.right.right:=nil;
    elementL.right.left:=nil;
    elementL.right.symbol:=arr[n].symbolCode;
    n:=n+1;

    if n<length(arr)-2 then
    begin
      new(elementR.right);
      elementR:=elementR.right;
      elementR.symbol:=-1;
      elementR.right:=nil;

      new(elementR.left);
      elementR.left.right:=nil;
      elementR.left.left:=nil;
      elementR.left.symbol:=arr[n].symbolCode;
      n:=n+1;
```

```
    end;
  end;

  if length(arr)>0 then
  begin
    new(elementR.right);
    elementR:=elementR.right;
    elementR.right:=nil;
    elementR.left:=nil;
    elementR.symbol:=arr[n].symbolCode;

    if length(arr)>1 then
    begin
      new(elementL.left);
      elementL:=elementL.left;
      elementL.right:=nil;
      elementL.left:=nil;
      elementL.symbol:=arr[n+1].symbolCode;
    end;
  end;


end;

procedure OutputTree(head:HuffTreePointer);
var
  element: HuffTreePointer;
  check: Boolean;
begin
  writeln('Left Branch');
  element:=head;
  check:=true;
  while check=true do
  begin
    check:=false;
    if element.left<>nil then
    begin
      element:=element.left;

      if element.right<>nil then
      begin
        write(chr(element.right.symbol));
        check:=true;
      end else
          begin
            writeln(chr(element.symbol));
          end;
    end;
  end;

  writeln('Right Branch');
  element:=head;
  check:=true;
  while check=true do
  begin
    check:=false;
    if element.right<>nil then
    begin
      element:=element.right;

      if element.left<>nil then
      begin
```

```
        write(chr(element.left.symbol));
        check:=true;
      end else
         begin
           writeln(chr(element.symbol));
         end;
    end;
  end;
  writeln;

end;

function HUFFGetBSymbol(head:HuffTreePointer; c:Char):String;
var
  buff,buffL,buffR: String;
  elementL, elementR: HuffTreePointer;
  check: Boolean;
begin
  buff:='';
  buffL:='';
  buffR:='';

  elementL:=head;
  elementR:=head;

  check:=false;
  while check=false do
  begin
    if elementL.left<>nil then
    begin
      elementL:=elementL.left;
      buffL:=buffL+'0';

      if elementL.symbol=ord(c) then
      begin
        buff:=buffL;
        check:=true;
      end else
           if elementL.right<>nil then
           begin
             if elementL.right.symbol=ord(c) then
             begin
               buffL:=buffL+'1';
               buff:=buffL;
               check:=true;
             end;
           end;
    end;


    if check<>true then
    begin
      if elementR.right<>nil then
      begin
        elementR:=elementR.right;
        buffR:=buffR+'1';

        if elementR.symbol=ord(c) then
        begin
          buff:=buffR;
          check:=true;
        end else
```

```
            if elementR.left<>nil then
            begin
              if elementR.left.symbol=ord(c) then
              begin
                buffR:=buffR+'0';
                buff:=buffR;
                check:=true;
              end;
            end;
      end;
    end;
  end;

//  writeln(c,'_',buff);
  HUFFGetBSymbol:=buff;
end;

//function StrBinToInt(s: String; l:integer):Integer;
//var
//  i: integer;
//  value: integer;
//begin
//  value:=0;
//  for i:=1 to l do
//  begin
//    if s[i]='1' then
//    begin
////       value:=value+round(exp(abs(i-8)*ln(2)));
//      value:=value+round(power(2,abs(i-l)));
//    end;
//  end;
////  write(' ',value);
//  StrBinToInt:=value;
//end;

//function HUFFStringBinaryToChar(s:String):String;
//var
//  buff:String;
//  lastLength: Integer;
//begin
//  buff:='';
//
//  while length(s)>7 do
//  begin
//    buff:=buff+chr(StrBinToInt(s,7));
//    delete(s,1,7);
//  end;
////  writeln;
//  {
//    Next part adds (lastLength) additional 0 to the beginning of the next sequence
//  }
//  if (length(s)>0) and (length(s)<=7) then
//  begin
//    lastLength:=length(s);
//    if lastLength<>0 then
//    begin
//      buff:=buff+chr(StrBinToInt(s,lastLength));
//    end;
//    buff:=buff+IntToStr(7-lastLength);
//  end;
//
//
```

```
//  HUFFStringBinaryToChar:=buff;
//end;


function StrBinToInt(s: String; pos,l:integer):Integer;
var
  i: integer;
  value: integer;
begin
  value:=0;
  l:=l+(pos-1);
  for i:=pos to l do
  begin
    if s[i]='1' then
    begin
      value:=value+round(power(2,abs(i-l)));
    end;
  end;
  StrBinToInt:=value;
end;


function HUFFStringBinaryToChar(s:String):String;
var
  buff:String;
  lastLength,p: Integer;
begin
  buff:='';
  p:=1;
  while p<=(length(s)-7) do
  begin
    buff:=buff+chr(StrBinToInt(s,p,7));
    p:=p+7;
  end;

  {
    Next part adds (lastLength) additional 0 to the beginning of the next sequence
  }

  delete(s,1,p-1);
  if (length(s)>0) and (length(s)<=7) then
  begin
    lastLength:=length(s);
    if lastLength<>0 then
    begin
      buff:=buff+chr(StrBinToInt(s,1,lastLength));
    end;
    buff:=buff+IntToStr(7-lastLength);
  end;


  HUFFStringBinaryToChar:=buff;
end;


function HUFFCompressString(head:HuffTreePointer; s: String):String;
var
  i: Integer;
  encodedStr: String;
begin
  encodedStr:='';
  for i:=1 to length(s) do
```

```
  begin
    encodedStr:=encodedStr+HUFFGetBSymbol(head, s[i]);
  end;
  //writeln(encodedStr);

  encodedStr:=HUFFStringBinaryToChar(encodedStr);

  HUFFCompressString:=encodedStr;
end;


procedure HUFFCompress(s:String; newPath:String);
var
  i,n: Integer;
  F: TFile;
  arr: THuffArray;
  treeHead: HuffTreePointer;
begin
  SetLength(arr,1024);
  n:=HUFFGetCount(arr,s);
  SetLength(arr,n);
  HUFFSort(arr);

  HUFFCreateTree(treeHead,arr);
  //OutputTree(treeHead);
  s:=HUFFCompressString(treeHead, s);

  AssignFile(F,newPath);
  Rewrite(F);

  //HuffTable in file
  for i := 0 to length(arr)-1 do
  begin
    write(F,Chr(arr[i].symbolCode));
  end;
  write(F,#27,#27);
  //

  write(F,s);

  CloseFile(F);
  Finalize(arr);

  DisposeHuffTree(treeHead);

end;
//-----------------

//-------LZ77-----
function LZ77CompressString(s:String):String;
var
  i,p,q1,q2:integer;
  buff,buff127,sequence:String;
begin
  buff:='';
  buff127:='';
  sequence:='';
  p:=1;



  while p<=length(s) do
```

```
  begin
    q1:=0;
    q2:=0;
    sequence:='';

    sequence:=sequence+s[p];
    i:=p+1;
    while (pos(sequence,buff127)>0) and (i<=length(s)) do
    begin
      q1:=length(buff127)-pos(sequence,buff127)+1;
      q2:=length(sequence);
      sequence:=sequence+s[i];
      inc(i);
    end;

    buff127:=buff127+sequence;
    if length(buff127)>127 then
    begin
      delete(buff127,1,length(buff127)-127);
    end;

    buff:=buff+Chr(q1)+Chr(q2)+sequence[length(sequence)];
//    buff:=buff+IntToStr(q1)+'/'+IntToStr(q2)+'/'+sequence[length(sequence)]+' ';
//    delete(s,1,length(sequence));
    p:=p+length(sequence);
  end;


  LZ77CompressString:=buff;
end;

procedure LZ77Compress(s:String; newPath:String);
var
  F: TFile;
begin
  if Length(s)>=1 then
  begin
    s:=LZ77CompressString(s);
  end;

  AssignFile(F,newPath);
  Rewrite(F);
  write(F,s);
  CloseFile(F);
end;
//-----------------


//-----DEFLATE-----

procedure DFLCompress(s:String; newPath:String);
begin
  if Length(s)>=1 then
  begin
    s:=LZ77CompressString(s);
  end;
  HUFFCompress(s,newPath);
end;
//-----------------
```

```
procedure CompressionStart(s:string;z:integer;var newPath,newName:String);
var
  p: Integer;
begin
  newPath:=ExtractFilePath(Form1.OpenDialog1.FileName);
  newName:=ExtractFileName(Form1.OpenDialog1.FileName);
  p:=pos(ExtractFileExt(Form1.OpenDialog1.FileName),newName);
  if p<>0 then
  begin
    Delete(newName,p,length(ExtractFileExt(Form1.OpenDialog1.FileName)));
  end;


  case z of
    1:
      begin
        newName:=newName+'.xrle';
        newPath:=newPath+newName;

        RLECompress(s,newPath);
        write('RLE ');
      end;
    2:
      begin
        newName:=newName+'.xhfm';
        newPath:=newPath+newName;

        HUFFCompress(s,newPath);
        write('Huffman ');
      end;
    3:
      begin
        newName:=newName+'.xlz77';
        newPath:=newPath+newName;

        LZ77Compress(s,newPath);
        write('LZ77 ');
      end;
    4:
      begin
        newName:=newName+'.xdfl';
        newPath:=newPath+newName;

        DFLCompress(s,newPath);
        write('Deflate ');
      end;
  end;


  s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(newPath);
  writeln('Compression Result:');
  if outputFiles then
  begin
    writeln(s);
  end;



  writeln;
```

```
  printFileInfo(newPath);
  writeln;
  writeln;
end;


procedure TForm1.CompressionButtonClick(Sender: TObject);
var
  s: String;
  newPath,newName: String;
  stopWatch: TStopWatch;
  TA,SA:ChartForm.TGraphDataArray;
begin
  stopWatch.Create;

  SetLength(SA,1);
  SetLength(TA,1);
  SA[0].Name:='Uncomp.';
  SA[0].Data:=GetFileSize(Self.OpenDialog1.FileName);
  TA[0].Name:='Uncomp.';
  TA[0].Data:=0;

  s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(Self.OpenDialog1.FileName);
  AllocConsole;
  writeln('Uncompressed text:');
  if outputFiles then
  begin
    writeln(s);
  end;

  writeln;
  printFileInfo(Self.OpenDialog1.FileName);
  writeln;
  writeln;

  if Self.CheckBoxRLE.Checked then
  begin
    SetLength(SA,Length(SA)+1);
    SetLength(TA,Length(TA)+1);

    stopWatch.Reset;
    stopWatch.Start;
    CompressionStart(s,1,newPath,newName);
    SA[Length(TA)-1].Name:='RLE';
    SA[Length(TA)-1].Data:=GetFileSize(newPath);
    TA[Length(TA)-1].Name:='RLE';
    TA[Length(TA)-1].Data:=stopWatch.ElapsedMilliseconds;
    stopWatch.Stop;

    if Self.CheckBoxExpComp.Checked=false then
    begin
      DeleteFile(NewPath);
    end;
  end;

  if Self.CheckBoxHUFF.Checked then
  begin
    SetLength(SA,Length(SA)+1);
    SetLength(TA,Length(TA)+1);
    SA[Length(TA)-1].Name:='HUFFMAN';
    TA[Length(TA)-1].Name:='HUFFMAN';
```

```
  stopWatch.Reset;
  stopWatch.Start;
  CompressionStart(s,2,newPath,newName);
  SA[Length(TA)-1].Data:=GetFileSize(newPath);
  TA[Length(TA)-1].Data:=stopWatch.ElapsedMilliseconds;
  stopWatch.Stop;

  if Self.CheckBoxExpComp.Checked=false then
  begin
    DeleteFile(NewPath);
  end;
end;

if Self.CheckBoxLZ77.Checked then
begin
  SetLength(SA,Length(SA)+1);
  SetLength(TA,Length(TA)+1);
  SA[Length(TA)-1].Name:='LZ77';
  TA[Length(TA)-1].Name:='LZ77';

  stopWatch.Reset;
  stopWatch.Start;
  CompressionStart(s,3,newPath,newName);
  SA[Length(TA)-1].Data:=GetFileSize(newPath);
  TA[Length(TA)-1].Data:=stopWatch.ElapsedMilliseconds;
  stopWatch.Stop;

  if Self.CheckBoxExpComp.Checked=false then
  begin
    DeleteFile(NewPath);
  end;
end;

if Self.CheckBoxDeflate.Checked then
begin
  SetLength(SA,Length(SA)+1);
  SetLength(TA,Length(TA)+1);
  SA[Length(TA)-1].Name:='Deflate';
  TA[Length(TA)-1].Name:='Deflate';

  stopWatch.Reset;
  stopWatch.Start;
  CompressionStart(s,4,newPath,newName);
  SA[Length(TA)-1].Data:=GetFileSize(newPath);
  TA[Length(TA)-1].Data:=stopWatch.ElapsedMilliseconds;
  stopWatch.Stop;

  if Self.CheckBoxExpComp.Checked=false then
  begin
    DeleteFile(NewPath);
  end;
end;


if Self.CheckBoxA.Checked then
begin
  ChartForm.LoadGraphData(TA,SA);

  if ChartForm.chForm.Showing=false then
  begin
    ChartForm.chForm.Show;
  end else
```

```
      begin
        ChartForm.chForm.Refresh;
      end;
  end;

  //FreeConsole;
end;



//-------RLE-------
function decompressRLEString(str:String):String;
var
  i,p: Integer;
  buffChar: Char;
  buffCount: Integer;
  buffStr: String;
begin
  buffStr:='';
  p:=1;

  if length(str)>=2 then
  begin
    while p<length(str) do
    begin
      buffCount:=Ord(str[p]);
      buffChar:=str[p+1];
      for i:=1 to buffCount do
      begin
        buffStr:=buffStr+buffChar;
      end;
      p:=p+2;
    end;
  end;


  decompressRLEString:=buffStr;
end;


procedure decompressRLE(s,newPath:String);
var
  F:TFile;
begin
  AssignFile(F,newPath);
  Rewrite(F);

  write(F,decompressRLEString(s));


  CloseFile(F);
end;
//-----------------



//-----HUFFMAN-----
function IntToBin7(d: Integer): string;
var
  x: Integer;
```

```
  bin: string;
begin
  bin := '';
  for x := 1 to 7 do
  begin
    if Odd(d) then
    begin
      bin := '1' + bin
    end else
       begin
         bin := '0' + bin;
       end;
    d := d shr 1;
  end;
  Delete(bin, 1, 7 * ((Pos('1', bin) - 1) div 7));
  Result := bin;
end;


function HUFFCharToStringBinary(s:string):String;
var
  buff:String;
  i,z:integer;
begin
  buff:='';
  for i:=1 to length(s)-1 do
  begin
    buff:=buff+IntToBin7(ord(s[i]));
  end;
  z:=StrToInt(s[length(s)]);
  delete(buff,length(buff)-6,z);
  HUFFCharToStringBinary:=buff;
end;


function getSymbolFromHuffTree(head:HuffTreePointer; buffSequence:string):Integer;
var
  code,i:integer;
  element:HuffTreePointer;
begin
  code:=-1;
  element:=head;
  case StrToInt(buffSequence[1]) of
    0:
      begin
        for i:=1 to length(buffSequence)-1 do
        begin
          element:=element.left;
        end;

        if buffSequence[length(buffSequence)]='1' then
        begin
          code:=element.right.symbol;
        end else
           begin
             code:=element.left.symbol;
           end;
      end;
    1:
      begin
        for i:=1 to length(buffSequence)-1 do
        begin
```

```
        element:=element.right;
      end;

      if buffSequence[length(buffSequence)]='1' then
      begin
        code:=element.right.symbol;
      end else
         begin
           code:=element.left.symbol;
         end;
    end;
  end;

  getSymbolFromHuffTree:=code;
end;

function decodeHuffString(head:HuffTreePointer; s:string):String;
var
  buff, buffSequence:string;
  z,p:integer;
begin
  buff:='';
  buffSequence:='';
  p:=1;

  while p<=length(s) do
  begin
    buffSequence:=buffSequence+s[p];
    p:=p+1;

    z:=getSymbolFromHuffTree(head, buffSequence);
    if z<>-1 then
    begin
      buff:=buff+Chr(z);
      buffSequence:='';
    end;


  end;

  decodeHuffString:=buff;
end;


procedure decompressHFM(s:string;newPath:String);
var
  F:TFile;
  i,p:integer;
  arr:THuffArray;
  head:HUFFTreePointer;
  buff:String;
begin
  if (length(s)>2)  and (pos(#27#27,s)<>0) then
  begin
    buff:='';
    p:=pos(#27#27,s);
    if pos(#27#27#27,s)=p then
    begin
      p:=p+1;
    end;

    for i:=1 to p-1 do
```

```
    begin
      buff:=buff+s[i];
    end;

    setLength(arr,p-1);
    HUFFGetCount(arr,buff);

    HUFFCreateTree(head,arr);
    //OutputTree(head);


    delete(s,1,p+1);
    s:=HUFFCharToStringBinary(s);
    s:=decodeHuffString(head,s);

    DisposeHuffTree(head);
  end else
     begin
       s:='';
     end;
  Finalize(arr);

  AssignFile(F,newPath);
  Rewrite(F);
  write(F,s);
  CloseFile(F);


end;
//-----------------

//------LZ77-------
function decompressLZ77String(s:string):String;
var
  q1,q2,i,x,offset:Integer;
  q3:Char;
  buff,sequence:String;
begin
  buff:='';
  i:=1;

  while i<=(length(s)-2) do
  begin
    q1:=ord(s[i]);
    q2:=ord(s[i+1]);
    q3:=s[i+2];

    if (q1>0) and (q2>0) then
    begin
      sequence:='';

      for x:=1 to q2 do
      begin
        offset:=length(buff)-q1+x;
        sequence:=sequence+buff[offset];
      end;

      buff:=buff+sequence;
    end;

    buff:=buff+q3;
    i:=i+3;
```

```
  end;


  decompressLZ77String:=buff;
end;

procedure decompressLZ77(s:string;newPath:String);
var
  F:TFile;
begin

  if length(s)>=3 then
  begin
    s:=decompressLZ77String(s);
  end;

  AssignFile(F,newPath);
  Rewrite(F);
  write(F,s);
  CloseFile(F);
end;
//-----------------

//-----DEFLATE-----
procedure decompressDFL(s:string;newPath:String);
var
  tmpPath,tmpName:String;
  p:Integer;
begin
  tmpPath:=ExtractFilePath(newPath);
  tmpName:=ExtractFileName(newPath);
  p:=pos(ExtractFileExt(newPath),tmpName);
  if p<>0 then
  begin
    Delete(tmpName,p,length(ExtractFileExt(newPath)));
  end;
  tmpName:='TMP-'+tmpName+IntToStr(Random(999)+1);
  tmpPath:=tmpPath+tmpName;


  DecompressHFM(s,tmpPath);
  s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(tmpPath);
  DeleteFile(tmpPath);
  DecompressLZ77(s,newPath);

end;
//-----------------


procedure StartDecompression(path:String;z:integer);
var
  p: Integer;
  s:string;
  newPath,newName: String;
begin
  AllocConsole;
  Form1.Memo1.Clear;


  newPath:=ExtractFilePath(path);
  newName:=ExtractFileName(path);
```

```
p:=pos(ExtractFileExt(path),newName);
if p<>0 then
begin
  Delete(newName,p,length(ExtractFileExt(path)));
end;


case z of
  1:
    begin
      newName:='RLE_' + newName;
      newName:=newName+'.txt';
      newPath:=newPath+newName;

      s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(path);
      decompressRLE(s,newPath);
      write('RLE ');
    end;
  2:
    begin
      newName:='HFM_' + newName;
      newName:=newName+'.txt';
      newPath:=newPath+newName;

      s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(path);
      decompressHFM(s,newPath);
      write('Huffman ');
    end;
  3:
    begin
      newName:='LZ77_' + newName;
      newName:=newName+'.txt';
      newPath:=newPath+newName;

      s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(path);
      decompressLZ77(s,newPath);
      write('LZ77 ');
    end;
  4:
    begin
      newName:='DFL_' + newName;
      newName:=newName+'.txt';
      newPath:=newPath+newName;

      s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(path);
      decompressDFL(s,newPath);
      write('Deflate ');
    end;
end;

s:=System.IOUtils.TFile.ReadAllText(newPath);
writeln('Decompression Result:');
if outputFiles then
begin
  writeln(s);
end;
Form1.Memo1.Text:=s;


writeln;
printFileInfo(newPath);
writeln;
```

```
  writeln;

  if Form1.CheckBoxExportTXT.Checked=false then
  begin
    DeleteFile(newPath);
  end;

end;


procedure TForm1.DecompressionButtonClick(Sender: TObject);
var
  stopWatch: TStopWatch;
begin
  stopWatch.Create;
  stopWatch.Reset;
  stopWatch.Start;
  if (Self.OpenDialog1.FileName<>'') then
  begin
    if ExtractFileExt(Form1.OpenDialog1.FileName)='.xrle' then
    begin
      StartDecompression(Self.OpenDialog1.FileName,1);
    end else
        if ExtractFileExt(Form1.OpenDialog1.FileName)='.xhfm' then
        begin
          StartDecompression(Self.OpenDialog1.FileName,2);
        end else
            if ExtractFileExt(Form1.OpenDialog1.FileName)='.xlz77' then
            begin
              StartDecompression(Self.OpenDialog1.FileName,3);
            end else
                if ExtractFileExt(Form1.OpenDialog1.FileName)='.xdfl' then
                begin
                  StartDecompression(Self.OpenDialog1.FileName,4);
                end;
  end;
  Self.DTimeLabel.Caption:='D.Time: '+IntToStr(stopWatch.ElapsedMilliseconds)+' ms';
  stopWatch.Stop;

end;









procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  Self.GridPanelMain.Color:=clWebSeashell;
  Self.OpenLabel.Caption:='File isn''t open';
  openDialog1.InitialDir := GetCurrentDir;
  Self.Memo1.Color:=clWebLavender;
```

```
  Self.Memo1.Text:='';
  Self.LabelFilePath.Hide;
  Self.LabelFilePreview.Caption:='File preview';

  Self.CheckBoxRLE.Enabled:=False;
  Self.CheckBoxHUFF.Enabled:=False;
  Self.CheckBoxLZ77.Enabled:=False;

  Self.CheckBoxExpComp.Enabled:=False;
  Self.CheckBoxA.Enabled:=False;

  Self.CheckBoxExportTXT.Enabled:=False;

  Self.CompressionButton.Enabled:=False;
  Self.DecompressionButton.Enabled:=False;

  Self.DTimeLabel.Enabled:=False;
end;

procedure TForm1.OpenButtonClick(Sender: TObject);
var
  s:integer;
begin
  if OpenDialog1.Execute() then
  begin
    if ChartForm.chForm.Showing=true then
    begin
      ChartForm.chForm.Hide;
    end;


    Self.Memo1.Lines.LoadFromFile(Self.OpenDialog1.FileName);

    Self.OpenButton.Caption:='Open another file';
    Self.OpenLabel.Hide;

    Self.LabelFilePath.Show;
    Self.LabelFilePath.Caption:='File path: ' + OpenDialog1.FileName;

    s:=0;
    if ExtractFileExt(Self.OpenDialog1.FileName)='.xrle' then
    begin
      s:=1;
    end else
        if ExtractFileExt(Self.OpenDialog1.FileName)='.xhfm' then
        begin
          s:=2;
        end else
            if ExtractFileExt(Self.OpenDialog1.FileName)='.xlz77' then
            begin
              s:=3;
            end else
                if ExtractFileExt(Self.OpenDialog1.FileName)='.xdfl' then
                begin
                  s:=4;
                end;


    if s=0 then
    begin
      Self.DecompressionButton.Enabled:=False;
      Self.DecompressionButton.Caption:='Decompress';
```

```
    Self.CompressionButton.Enabled:=True;

    Self.CheckBoxRLE.Enabled:=True;
    Self.CheckBoxHUFF.Enabled:=True;
    Self.CheckBoxLZ77.Enabled:=True;
    Self.CheckBoxDeflate.Enabled:=True;

    Self.CheckBoxA.Enabled:=True;
    Self.CheckBoxExpComp.Enabled:=True;

    Self.CheckBoxExportTXT.Enabled:=False;

    Self.DTimeLabel.Caption:='D.Time: 0 ms';
    Self.DTimeLabel.Enabled:=False;
   end else
      begin
        Self.DecompressionButton.Enabled:=True;
        case s of
        1:
          begin
            Self.DecompressionButton.Caption:='Decompress(RLE)';
          end;
        2:
          begin
            Self.DecompressionButton.Caption:='Decompress(Huffman)';
          end;
        3:
          begin
            Self.DecompressionButton.Caption:='Decompress(LZ77)';
          end;
        4:
          begin
            Self.DecompressionButton.Caption:='Decompress(Deflate)';
          end;
        end;

        Self.CompressionButton.Enabled:=False;

        Self.CheckBoxRLE.Enabled:=False;
        Self.CheckBoxHUFF.Enabled:=False;
        Self.CheckBoxLZ77.Enabled:=False;
        Self.CheckBoxDeflate.Enabled:=False;

        Self.CheckBoxA.Enabled:=False;
        Self.CheckBoxExpComp.Enabled:=False;

        Self.CheckBoxExportTXT.Enabled:=True;

        Self.DTimeLabel.Caption:='D.Time: 0 ms';
        Self.DTimeLabel.Enabled:=True;
      end;
  end;
end;


procedure TForm1.Label1Click(Sender: TObject);
var
  TA,SA:ChartForm.TGraphDataArray;
  i:Integer;
begin
  if Self.Label1.Caption='(c)Mikhail Kavaleuski ' then
```

```
  begin
    Self.Label1.Caption:='Ты напоролся на БАН! '
  end else
      begin
        Self.Label1.Caption:='(c)Mikhail Kavaleuski '
      end;

  SetLength(SA,5);
  SetLength(TA,5);
  TA[0].Name:='-';
  TA[0].Data:=0;
  SA[0].Name:='-';
  SA[0].Data:=1024*50;
  for i := 1 to Length(TA)-1 do
  begin
    TA[i].Name:='Anime';
    TA[i].Data:=1000*i;
    SA[i].Name:=IntToStr(i);
    SA[i].Data:=1024*5*i;
  end;
  ChartForm.LoadGraphData(TA,SA);

    if ChartForm.chForm.Showing=false then
    begin
      ChartForm.chForm.Show;
    end else
        begin
          ChartForm.chForm.Refresh;
        end;
end;



end.


unit ChartForm;

interface

uses
  Winapi.Windows, Winapi.Messages, System.SysUtils, System.Variants, System.Classes, Vcl.Graphics,
  Vcl.Controls, Vcl.Forms, Vcl.Dialogs, Vcl.ExtCtrls, Vcl.WinXCtrls,
  Vcl.StdCtrls;

const
  dashCount = 7;

type
  TAlgRec = Record
    Name: String;
    Data: Integer;
  end;
  TGraphDataArray = Array of TAlgRec;
//  TSizeGraphArray = Array of TAlgRec;

type
  TForm2 = class(TForm)
    GridPanel1: TGridPanel;
    Label1: TLabel;
    TimeGraphImage: TImage;
    SizeGraphImage: TImage;
```

```
    SizeLabel: TLabel;
    TimeLabel: TLabel;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure FormResize(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure FormPaint(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
  end;

procedure LoadGraphData(TimeArr:TGraphDataArray;SizeArr:TGraphDataArray);

var
  chForm: TForm2;

implementation

{$R *.dfm}

procedure drawDashes(I:TImage;offsetX,offsetY:Integer);
var
  xL,yL,s: Integer;
begin
  xL:=(I.Width - 2*offsetX) div (dashCount+1);
  yL:=(I.Height - 2*offsetY) div (dashCount+1);

  with I do
  begin
    Canvas.MoveTo(offsetX+5,offsetY);
    for s := 1 to dashCount do
    begin
      Canvas.MoveTo(Canvas.PenPos.X-10,Canvas.PenPos.Y+yL);
      Canvas.LineTo(Canvas.PenPos.X+10,Canvas.PenPos.Y);
    end;

//    Canvas.MoveTo(Width - offsetX,Height - offsetY + 5);
//    for s := 1 to dashCount do
//    begin
//      Canvas.MoveTo(Canvas.PenPos.X-xL,Canvas.PenPos.Y-10);
//      Canvas.LineTo(Canvas.PenPos.X,Canvas.PenPos.Y+10);
//    end;

  end;
end;


function calcY(I:TImage;offsetY,min,max:Integer;Element:TAlgRec):Integer;
var
  s,buff,yL,yPixelPos,yLengthData,yLengthPixels:Integer;
  k:Real;
  savePos:TPoint;
begin
  calcY:=I.Height - offsetY;
  yL:=((I.Height - 2*offsetY) div (dashCount+1));
  yPixelPos:=offsetY+yL;

  if Element.Data=max then
  begin
    calcY:=yPixelPos;
  end else
```

```
      if Element.Data=min then
      begin
        yPixelPos:=I.Height-yPixelPos;
        calcY:=yPixelPos;
      end else
         begin
           yLengthData:=max-min;
           yLengthPixels:=I.Height-2*(offsetY+yL);
           k:=yLengthPixels/yLengthData;

           yPixelPos:=max-Element.Data;
           yPixelPos:=round(yPixelPos*k);
           yPixelPos:=yPixelPos+offsetY+yL;

           calcY:=yPixelPos;
         end;


end;

procedure drawMinMax(I:TImage; offsetX,offsetY,min,max,T:Integer);
var
  yL,dy,s,textPos:Integer;
begin
  textPos:=offsetX+5;
  yL:=(I.height - 2*offsetY) div (dashCount+1);
  I.Canvas.MoveTo(textPos,offsetY);
  I.Canvas.Brush.Color:=clWhite;

  case T of
    1:
      begin
        dy:=(max-min) div (dashCount-1);
        for s := 0 to (dashCount-2) do
        begin
          I.Canvas.MoveTo(textPos,I.Canvas.PenPos.Y+yL);
          I.Canvas.TextOut(I.Canvas.PenPos.X,I.Canvas.PenPos.Y,FloatToStrF((max-dy*s)/1024,ffGeneral,4,4));
        end;
        I.Canvas.MoveTo(textPos,I.Canvas.PenPos.Y+yL);
        I.Canvas.TextOut(I.Canvas.PenPos.X,I.Canvas.PenPos.Y,FloatToStrF(min/1024,ffGeneral,4,4));
      end;
    2:
      begin
        dy:=(max-min) div (dashCount-1);
        for s := 0 to (dashCount-2) do
        begin
          I.Canvas.MoveTo(textPos,I.Canvas.PenPos.Y+yL);
          I.Canvas.TextOut(I.Canvas.PenPos.X,I.Canvas.PenPos.Y,IntToStr(max-dy*s));
        end;
        I.Canvas.MoveTo(textPos,I.Canvas.PenPos.Y+yL);
        I.Canvas.TextOut(I.Canvas.PenPos.X,I.Canvas.PenPos.Y,IntToStr(min));
      end;
  end;
end;

procedure drawPillars(I:TImage; offsetX,offsetY:Integer; DataArr:TGraphDataArray;T:Integer);
var
  count, s, xL, min, max,saveWidth:Integer;
  savePos: TPoint;
begin
  count:=Length(DataArr);
  I.Canvas.Pen.Width:=10;
```

```
  I.Canvas.MoveTo(offsetX,I.height - offsetY);
  xL:=(I.Width - 2*offsetX) div (count+1);

  min:=DataArr[0].Data;
  max:=DataArr[0].Data;
  for s := 1 to Length(DataArr)-1 do
  begin
    if DataArr[s].Data>max then
    begin
      max:=DataArr[s].Data;
    end else
          if DataArr[s].Data<min then
          begin
            min:=DataArr[s].Data;
          end;
  end;

  drawMinMax(I,offsetX,offsetY,min,max,T);

  I.Canvas.MoveTo(offsetX,I.height - offsetY);
  with I do
  begin
    for s := 0 to (count-1) do
    begin
      Canvas.MoveTo(Canvas.PenPos.X+xL,I.height - offsetY);

      savePos:=Canvas.PenPos;
      Canvas.TextOut(Canvas.PenPos.X-((Canvas.Font.Size div 2)*Length(DataArr[s].Name)-(Canvas.Font.Size div 4)),Can-
vas.PenPos.Y+10,DataArr[s].Name);
      Canvas.PenPos:=savePos;

      Canvas.LineTo(Canvas.PenPos.X,calcY(I,offsetY,min,max,DataArr[s]));

      savePos:=Canvas.PenPos;
      saveWidth:=Canvas.Pen.Width;
      Canvas.Pen.Width:=1;
      Canvas.Pen.Style:=psDash;
      Canvas.LineTo(offsetX,Canvas.PenPos.Y);
      Canvas.PenPos:=savePos;
      Canvas.Pen.Width:=saveWidth;
      Canvas.Pen.Style:=psSolid;
    end;
  end;

end;


procedure drawAxises(I:TImage;DA:TGraphDataArray;T:Integer);
var
  p:Array of TPoint;
  offsetX, offsetY:Integer;
begin
  setLength(p,3);
  offsetX:=I.width div 10;
  offsetY:=I.height div 10;
  I.Canvas.Font.Size:=10;
  I.Canvas.Font.Name:='Calibri';

  with I do
  begin
    Canvas.Brush.Color:=Canvas.Pen.Color;
    Canvas.MoveTo(offsetX,offsetY);
```

```
    p[0]:=point(Canvas.PenPos.X,Canvas.PenPos.Y);
    p[1]:=point(Canvas.PenPos.X + 5,Canvas.PenPos.Y + 15);
    p[2]:=point(Canvas.PenPos.X - 5,Canvas.PenPos.Y + 15);
    Canvas.Polygon(p);
    Canvas.LineTo(Canvas.PenPos.X,height - Canvas.PenPos.Y);
    Canvas.LineTo(width - Canvas.PenPos.X,Canvas.PenPos.Y);

    p[0]:=point(Canvas.PenPos.X,Canvas.PenPos.Y);
    p[1]:=point(Canvas.PenPos.X - 15,Canvas.PenPos.Y - 5);
    p[2]:=point(Canvas.PenPos.X - 15,Canvas.PenPos.Y + 5);
    Canvas.Polygon(p);
  end;

  drawDashes(I,offsetX,offsetY);
  if length(DA)>0 then
  begin
    drawPillars(I,offsetX,offsetY,DA,T);
  end;
end;

procedure drawSizeGraph(I:TImage;SA:TGraphDataArray);
begin
  I.Picture:=nil;
  drawAxises(I,SA,1);
end;

procedure drawTimeGraph(I:TImage;TA:TGraphDataArray);
begin
  I.Picture:=nil;
  drawAxises(I,TA,2);
end;



var
  TimeArrG,SizeArrG:TGraphDataArray;

//------MAIN------
procedure LoadGraphData(TimeArr:TGraphDataArray;SizeArr:TGraphDataArray);
var
  i:Integer;
begin
  SetLength(TimeArrG,Length(TimeArr));
  SetLength(SizeArrG,Length(SizeArr));
  for i := 0 to Length(TimeArrG)-1 do
  begin
    TimeArrG[i]:=TimeArr[i];
  end;

  for i := 0 to Length(SizeArrG)-1 do
  begin
    SizeArrG[i]:=SizeArr[i];
  end;
end;

procedure TForm2.FormCreate(Sender: TObject);
var
  i:Integer;
begin
  Self.DoubleBuffered:=True;

  SetLength(TimeArrG,0);
```

```
  SetLength(SizeArrG,0);
end;

procedure TForm2.FormPaint(Sender: TObject);
begin
  drawSizeGraph(Self.SizeGraphImage,SizeArrG);
  drawTimeGraph(Self.TimeGraphImage,TimeArrG);
end;

procedure TForm2.FormResize(Sender: TObject);
begin
  Self.refresh;
end;

procedure TForm2.FormShow(Sender: TObject);
begin
  //
end;

end.
```

Обозначение	Наименование	Дополнительные сведения
	Текстовые документы	
БГУИР КП 1–40 01 01 012ПЗ	Пояснительная записка	86 с.
	Графические документы	
ГУИР 851002 012 ПД	Схема программы	Формат А1

					БГУИР КП 1-40 01 01 012 Д1		
Изм.	Л.	№ докум.	Подп.	Дата	Анализ алгоритмов сжатия файлов Ведомость курсового проекта	Лист	Листов
Разраб.		Ковалевский М.Ю.				83	83
Пров.		Фадеева Е.Е.				Кафедра ПОИТ Гр. 851002	