

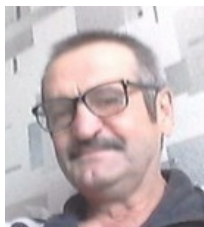
УДК 004.021:004.75

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДА СЖАТИЯ И ОБРАТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВОИЧНОГО КОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ КОРРЕЛИРОВАННЫХ ФУНКЦИЙ



В.П. Домеников

Директор ООО «Красное Солнце», PhD в области информационных технологий (радиосвязь), аспирант БГУИР
domenicoff@gmail.com



А.Г. Сапëров

Академик МНОО(МАИТ), доктор наук в области информационных технологий, профессор, кандидат технических наук
carel@tut.com



А.С. Строгова

БГУ, Заместитель начальника ГУН-начальник отдела организации и сопровождения инновационной деятельности, кандидат технических наук, доцент
strogova@gmail.com

В.П. Домеников

Окончил Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова. Область научных интересов связана с разработкой методов и алгоритмов защиты и сжатия информации.

А.Г. Сапëров

Окончил Могилевский машиностроительный институт. Область научных интересов связана с исследованием проблем пропускной способности каналов и кодирования информации.

А.С. Строгова

Окончила Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Область научных интересов связана с нанотехнологиями и наноматериалами, элементы памяти.

Аннотация. Произведен анализ существующих методов и алгоритмов сжатия последовательного двоичного кода, обеспечивающих однозначное и без потерь его восстановление.

Показано, что при аппроксимации закодированного битового потока коррелированными полиномиальными функциями наступает эффект сжатия. Приведен алгоритм и разработана схема восстановления исходного кода с помощью интерполятора, используя мажоритарный принцип.

Ключевые слова: аппроксиматор, интерполятор, корреляция, полином, мажоритарный принцип, компаратор.

Введение.

Существует достаточно много алгоритмов и схемотехнических решений для реализации сжатия и восстановления без потерь информации [6]. Все они классифицируются по определенным признакам и назначению, в зависимости от предъявляемых требований к характеристикам компрессии. В настоящей статье рассмотрен алгоритм и схемная модель, позволяющая кодировать исходный последовательный двоичный код специальными функциями. Это позволяет в дальнейшем, при организации сжатия битового потока, применить алгоритм безошибочного восстановления.

Актуальность.

Оценка сжатия и обратного восстановления данных является одним из наиболее перспективных и актуальных направлений исследования для современных систем хранения информации. Это обусловлено тем, что, например, при передаче данных затраты времени вступают в конфликт с оперативностью использования последних. Можно привести ряд примеров, когда принятая информация становится уже не актуальной в виду потери времени.

Сущность предлагаемого метода.

В основу метода сжатия положен принцип аппроксимации цифрового потока данных оригинала [1-5]. Исходный последовательный двоичный код (ПДК) кодируется коррелированными полиномиальными функциями вида:

$$Y(j \cdot T) = [j(j+1)/2]^2, \quad (1)$$

где $Y(j \cdot T)$ – значение цифрового отсчета функции;

j – порядковый номер отсчета;

T – интервал времени, с которым следует функция.

ПДК кодируется в соответствии с принципом суперпозиции по приведенной ниже схеме [2]

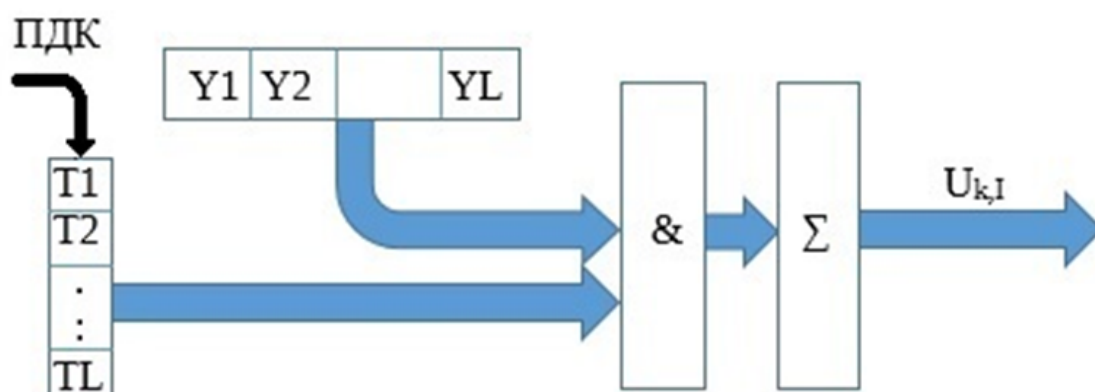


Рисунок 1. Структурная схема для кодирования ПДК.

Условные обозначения на схеме:

$T1 - TL$ – триггера регистра сдвига;

L – длина интервала корреляции;

$Y1 = Y(1 \cdot T), Y2 = Y(2 \cdot T), YL = Y(L \cdot T) \dots$ - двоичные коды цифровых отсчетов функции;

$\&$ - перемножители;

Σ - пирамидальный сумматор;

$U_{k,l}$ – результирующее значение суперпозиции

$$U_{k,l} = \sum Y(j \cdot T) \cdot X_{i+j+1}, \quad (2)$$

где X_i – текущее значение разряда ПДК.

В результате работы схемы на рисунке 1 на выходе пирамидального сумматора Σ будет реализован цифровой поток данных в соответствии с формулой (2). Для организации процесса сжатия ПДК используется алгоритм, состоящий из 5 процедур и выполняемых в порядке их перечисления.

Процедура 1 – детерминированная аппроксимация цифрового потока $U_{k,l}$.

Процедура 2 – извлечение из таблицы декодирования (ТД) двоичного кода, соответствующего заданному значению $U_{k,l}$.

Процедура 3 – накопление результатов декодирования по ТД в блоке счетчиков в соответствии с мажоритарным принципом.

Процедура 4 – сдвиг влево (перезапись) содержимого каждого счетчика.

Процедура 5 – определение истинного значения ПДК с помощью компаратора:

$X_i = \langle 1 \rangle$, если значение крайнего левого счетчика $> L/2$;

$X_i = \langle 0 \rangle$, если значение крайнего левого счетчика $\leq L/2$.

ТД имеет вид (для $L=3$) [2]:

Таблица 1. Таблица декодирования цифровых отсчетов при $L=3$.

№п/п	X_i	X_{i-1}	X_{i-2}	$U_{k,i}$
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	0	1	0	9
4	1	1	0	10
5	0	0	1	36
6	1	0	1	37
7	0	1	1	45
8	1	1	1	46

Реализация вышеперечисленных процедур алгоритма осуществляется представленной на рисунке 2 структурной схемой:

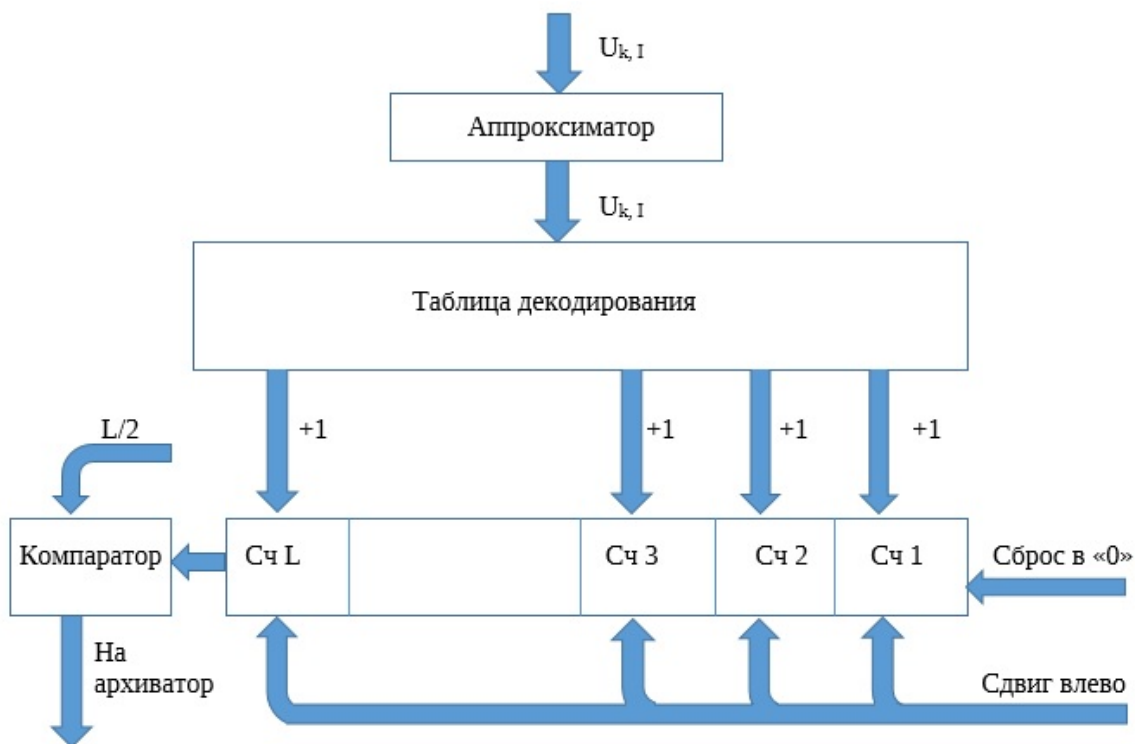


Рисунок 2. Схема компрессора ПДК

Условное обозначение на схеме: Сч1—СчL – блок счетчиков из L счетчиков.

Обратное восстановление в оригинальный поток данных возможно, если будут восстановлены аппроксимированные детерминированные значения закодированного цифрового потока.

Поскольку речь идет о коррелированных значениях ПДК, то абсолютные значения интерполируемых значений $U_{k,i}$ должны не превышать максимального динамического диапазона функции $Y(j \cdot T)$ (1).

Вследствие этого необходимым и достаточным условием восстановления скомпрессированного ПДК будет выполнение последовательно трех процедур:

- 1- реализация работы схемы на рисунке 1;
- 2- интерполяция (восстановление) отсчетов в сжатом потоке данных;
- 3- работа схемы на рисунке 3.

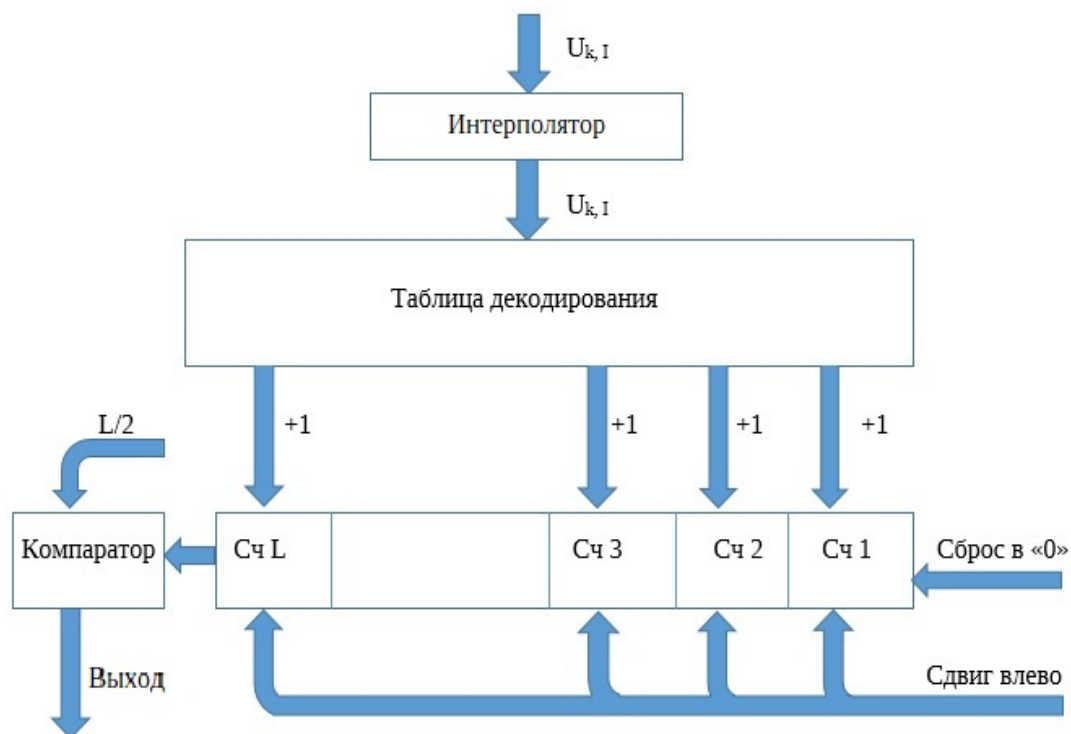


Рисунок 3. Структурная схема декомпрессора

Заключение.

Использование предложенной методики сжатия двоичного кода позволяет перейти к компрессии файлов, имеющих максимально возможную энтропию.

В отличие от существующих алгоритмов и методов, мажоритарный принцип дает возможность применять для сжатия и восстановления без потерь достаточно простые математические методы аппроксимации и интерполяции.

Список литературы

- [1] Трубицын, Л.М. Передача аналогового сигнала перекрывающимися импульсами / Л.М. Трубицын // Изв. высш.учеб. заведений. Приборостроение. – 1986. – №. 6.
- [2] Устройство для сжатия данных с их последующим восстановлением / А.Г. Саперов, В.П. Домеников, Н.Н. Уласюк // Патент РБ №23194 от 01.09.2020г.
- [3] Saperov, A. G. The Method for repeated compressing of data and the multiprocessor convertor / A.G. Saperov // WIPO/PCT. Application for utility patent. International Publication Number WO 2016/185254 A1. – International Publication Date November. 24. – 2016.
- [4] Сапёров А.Г., Домеников В.П. Преобразователь последовательного двоичного кода в десятичный. – Патент РБ № 23531 от 30.07.2021г.
- [5] Способ защиты информации и пирамидальный криптографический процессор / А.Г. Сапёров, В.П. Домеников // Патентная заявка РБ, а 201900065 от 07.03.2019 г. Официальный бюллетень № 3 от 30.06.2020.
- [6] Лезин, Ю.С. Введение в теорию и технику радиотехнических систем / под ред. Ю.С. Лезин – М.: Радио и связь, 1986 – 280 с.

MODELING THE COMPRESSION AND BACKRECOVERY METHOD OF BINARY CODE USING POLYNOMIAL CORRELATED FUNCTIONS

V.P. Domenikof

*Director of LLC «Krasnoe solnce»,
PhD of Information Technology
(radio communication), postgraduate
student of BSUIR.*

A.G. Saperov

*Academician of INTERNATIONAL
SCIENTIFIC PUBLIC UNION
"IAIT", Doctor of Science in
Information Technology, Professor,
Candidate of Technical Sciences.*

A.S. Strogova

*Deputy Head of the General
Directorate of Science-Head of the
Department of Organization and
support of innovative Activities, PhD
of Technical Sciences, Associate
Professor.*

Belarusian State University of computer science and Radio Electronics, Republic of Belarus

E-mail: alexvikt.minsk@gmail.com

Abstract. An analysis of the existing methods and algorithms for compressing a serial binary code, providing its unambiguous and lossless recovery, is carried out.

It is shown that when approximating the encoded bit stream by correlated polynomial functions, the effect of compression occurs. An algorithm is presented and a scheme for restoring the source code using an interpolator using the majority principle is developed.

Keywords: approximator, interpolator, correlation, polynomial, majority principle, comparator.