

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО СЧЕТА НА ОСНОВЕ ЧИСЕЛ ФИБОНАЧЧИ

С. М. Маценко, аспирант;

В. В. Арбузов, ст. преподаватель;

В. В. Петров, канд. техн. наук,

Сумский государственный университет,

ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина

E-mail: s.matsenko@mail.ru

В данной работе рассмотрен основанный на числах Фибоначчи модифицированный алгоритм помехоустойчивого суммирующего фибоначчиевого счета в минимальной форме, который может быть использован для аппаратной и программной реализации в информационно - вычислительных системах.

Ключевые слова: фибоначчиевая система счисления, помехоустойчивость, числа Фибоначчи, обнаружение ошибок, алгоритм.

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

На современном этапе развития электронных цифровых устройств и систем остается актуальной задача обеспечения высокой достоверности и эффективности их работы. Одним из способов получения этих высоких показателей достоверности работы, является применение помехоустойчивых систем счисления, например, таких как фибоначчиевая, биномиальная, «золотая» система Бергмана и др., среди которых своей простотой и хорошей помехоустойчивостью выделяется фибоначчиевая система счисления [1 – 3].

На основе этой системы счисления был реализован алгоритм помехоустойчивого счета, который, однако, требовал перехода от минимальной формы представления фибоначчиевых чисел к максимальной форме, что потребовало дополнительного времени счета и усложнило аппаратную реализацию соответствующего счетчика [4]. С целью устранения данного недостатка был разработан алгоритм суммирующего помехоустойчивого фибоначчиевого счета в нормальной форме, обладающий наряду с повышенным быстродействием и помехоустойчивостью еще и простотой [5]. Так как алгоритм фибоначчиевого помехоустойчивого счета можно использовать не только для построения цифровых автоматов, а и для разработки компьютерных программ, то его следует модифицировать применительно к специфике программной реализации, что и явилось целью данной работы.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Фибоначчиевые числа относятся к классу помехоустойчивых неразделимых кодов, использующих для своего построения числа Фибоначчи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, ..., F_n , в которых каждое последующее число равно сумме двух предыдущих чисел, начиная с третьего. Фибоначчиевое число представляется в виде следующего равенства [1]:

$$N = \sum_{k=1}^n a_k F_k, \quad (1)$$

где $a_k \in \{0, 1\}$; F_k – вес k -го разряда, равное k -му числу Фибоначчи.

Особенностью этих чисел является то, что в них не могут находиться рядом две или больше единицы – между единицами обязательно должен

находиться хотя бы один нуль. Их диапазон определяется суммой $P = P_{m-1} + P_m [1]$.

В табл. 1 приведены фибоначчьевые числа с весами 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13. Очевидно, что их диапазон $P = 21$.

Таблица 1 – Фибоначчьевые числа для ряда 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13

№	F_n	№	F_n	№	F_n	№	F_n	№	F_n	№	F_n
0	000000	4	000101	8	010000	12	010101	16	100100	20	101010
1	000001	5	001000	9	010001	13	100000	17	100101		
2	000010	6	001001	10	010010	14	100001	18	101000		
3	000100	7	001010	11	010100	15	100010	19	101001		

АЛГОРИТМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО СЧЕТА ФИБОНАЧЧИЕВЫХ ЧИСЕЛ

В модифицированном виде алгоритм суммирующего счета фибоначчьевых чисел состоит из следующих шагов:

1. Счет начинается с кодовой комбинации содержащей нули.
2. В первый разряд, содержащий 0, записывается 1.
3. Затем единица преобразуется в 0, а впереди нее ставится 1.
4. В младший из двух разрядов, содержащих подряд два нуля, при счете справа налево, записывается 1, а разряды фибоначчьевого числа, стоящие справа от нее, обнуляются.
5. Если впереди старшей единицы числа стоит один ноль, и нигде в числе нет стоящих рядом двух нулей, то ноль, стоящий перед старшей единицей, преобразуется в 1, а все остальные младшие разряды обнуляются.
6. Счет идет до тех пор, пока не появится фибоначчьево число, в котором между единицами будут стоять только по одному нулю, а впереди старшей единицы будет находиться не больше одного нуля.
7. Появление в фибоначчьевом числе двух подряд стоящих единиц является признаком ошибки.

Например, шестиразрядный счет по приведенному алгоритму показан выше в табл. 1. Счет в данном случае начинается с начальной комбинации 000000, состоящей из разрядов, содержащих нули. Затем в нулевой разряд заносится 1. В результате будет получена комбинация 000001. Так как впереди этой единицы стоят только нули, то на следующем шаге алгоритма она преобразуется в 0, а впереди полученного 0 ставится 1, что приводит к числу 000010. Из того, что впереди данной 1 стоят только нули следует, что на следующем шаге алгоритма она перейдет в 0, а стоящий перед ней 0 преобразуется в 1 – 000100. Так как в младших разрядах – нулевом и первом имеются нули, то на следующем шаге алгоритма единица занесется в нулевой разряд – 000101. Наличие между нулевым и вторым разрядом одного нуля приводит к тому, что следующая единица занесется уже в третий разряд. При этом все разряды, стоящие справа от третьего разряда, обнуляются – 001000. Затем процесс счета идет до тех пор, пока между единицами в фибоначчьевом числе не будет находиться один нуль, а в старшем разряде нуль будет один или вообще отсутствовать – 101010.

Блок - схема алгоритма суммирующего счета фибоначчьевых чисел в общем виде приведена на рис. 1, а ее детализация дана на рис. 2. В этом алгоритме $b(a_j) = a_j \dots a_0$ – последовательность фибоначчьевых чисел, m – количество нулей в кодовой комбинации, k – количество единиц в кодовой комбинации, N_{max} – максимальное фибоначчьево число.

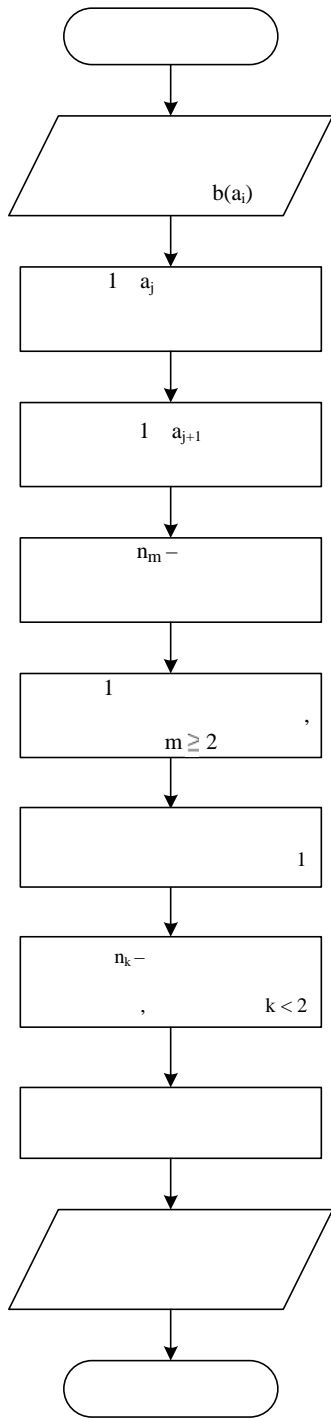


Рисунок 1 – Алгоритм суммирующего фибоначчьевого счета в общем виде

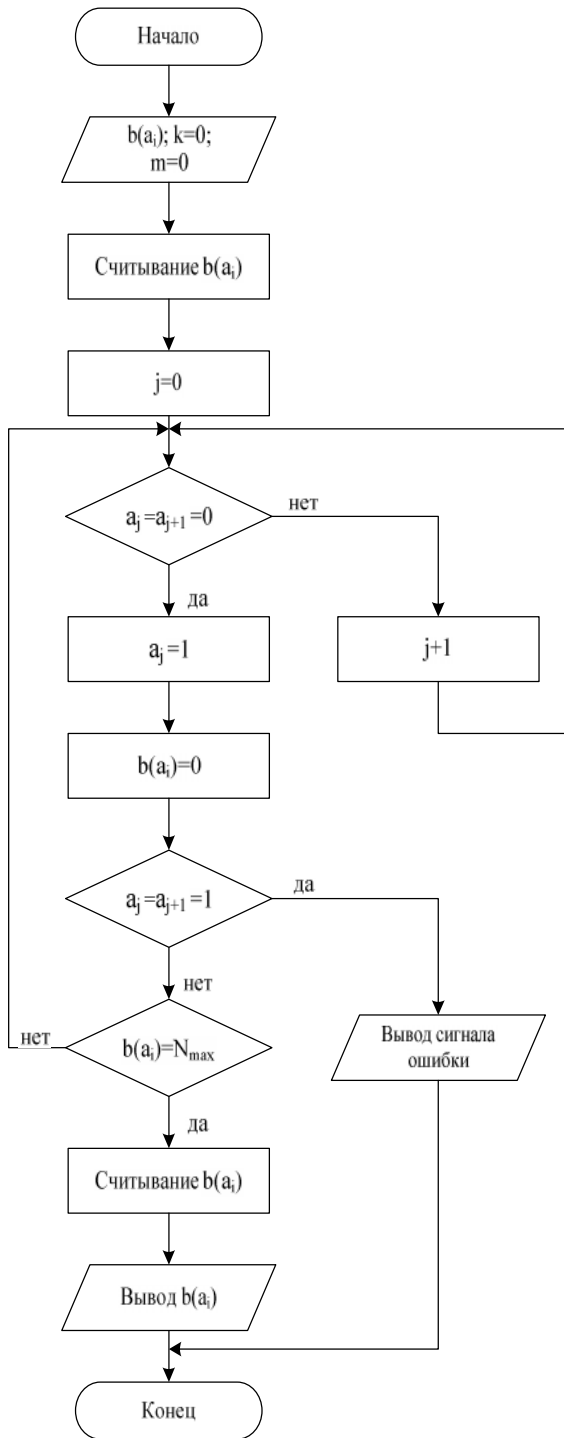


Рисунок 2 – Детализованная блок - схема алгоритма счета фибоначчьевого числа

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ФИБОНАЧЧИЕВЫХ ЧИСЕЛ

Возникновение ошибок в кодовых комбинациях для фибоначчиевых чисел происходит при передаче информации по каналу связи, где возможны искажения сигналов в результате действия различного рода помех. Вследствие этого может произойти замена одних элементов другими, что может привести к сбоям в цифровых системах.

Способность кода Фибоначчи к обнаружению ошибок характеризуется наличием в нем запрещенных кодовых состояний, а вероятность (доля) D обнаружения ошибок находится из соотношения [6]:

$$D = 1 - \frac{M}{N}, \quad (2)$$

где M – количество разрешенных кодовых комбинаций;

N – количество всех кодовых комбинаций.

На рис. 1 приведен график зависимости доли обнаруживаемой ошибки от разрядности фибоначчиевых чисел n .

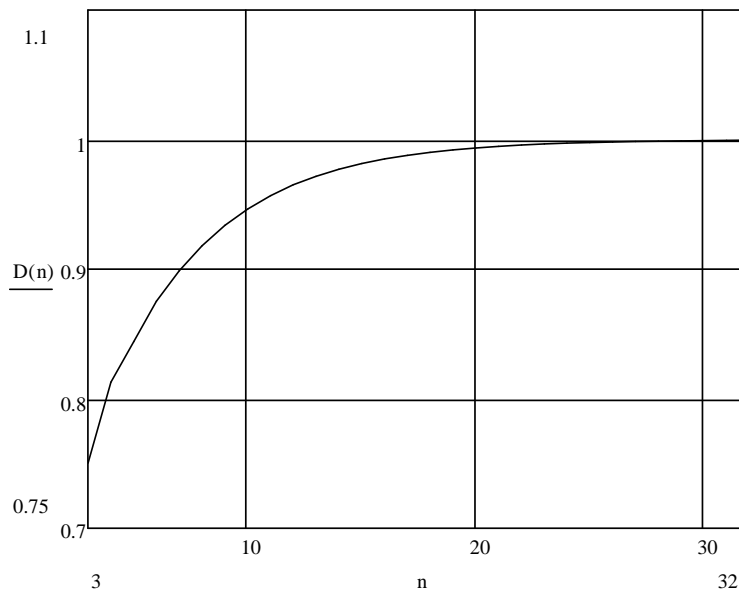


Рисунок 1 – Зависимости доли обнаруживаемых ошибок от разрядности кода n

Из графика видно, что с увеличением количества разрядов n способность кода Фибоначчи к обнаружению ошибок увеличивается и при достижении 32 разрядов приближается примерно к значению 99,9 %.

Все представленные выше фибоначчиевые числа в табл. 1 относятся к множеству разрешенных чисел. Поэтому ошибочные переходы среди них не могут быть выявлены, зато переходы в запрещенные числа выявляются по соответствующему признаку, которым является наличие как минимум двух рядом стоящих единиц. Запрещенными кодовыми комбинациями для шестиразрядных фибоначчиевых чисел являются: 000011, 000110, 000111, 001011, 001100, 001101, 001110, 001111, 010011, 010110, 010111, 011000, 011001, 011010, 011011, 011100, 011101, 011110, 011111, 100011, 100110, 100111, 101011, 101100, 101101, 101110, 101111, 110000, 110001, 110010, 110011, 110100, 110101, 110110, 110111, 111000, 111001, 111010, 111011, 111100, 111101, 111110, 111111.

Таким образом, при возникновении в процессе работы данных запрещенных комбинаций, ошибка в системе будет обнаружена.

ВЫВОДЫ

В данной работе был рассмотрен основанный на числах Фибоначчи, помехоустойчивый суммирующий фибоначчиевый счет, предназначенный для аппаратной и программной реализации в информационно – вычислительных системах. С помощью данного алгоритма суммирующего помехоустойчивого счета можно реализовать микропрограммные цифровые автоматы и компьютерные программы, обладающие повышенной помехоустойчивостью и быстродействием за счет использования фибоначчиевых чисел, представленных в минимальной форме.

MODIFIED ALGORITHM OF NOISE-IMMUNITY BASED ON FIBONACCI NUMBERS

*S. M. Matsenko, V. V. Arbuzov, V. V. Petrov,
Sumy State University,
2, Rimsky-Korsakov Str., 40007, Sumy, Ukraine
E-mail: s.matsenko@mail.ru*

In this article the modified algorithm of noise-immune summing of Fibonacci numbers in the minimal form that can be used to construct a noise-immune digital devices and systems is considered.

Key words: *Fibonacci number system, noise immunity, Fibonacci numbers, error detection algorithm.*

МОДИФІКОВАНИЙ АЛГОРИТМ ЗАВАДОСТІЙКОЇ ЛІЧБИ НА ОСНОВІ ЧИСЕЛ ФІБОНАЧЧІ

*С. М. Маценко, В. В. Арбузов, В. В. Петров,
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна
E-mail: s.matsenko@mail.ru*

У даній роботі розглянуто, заснований на числах Фібоначчі, модифікований алгоритм завадостійкої підсумовуючої фібоначчієвої лічби в мінімальній формі, який може бути використаний для апаратної та програмної реалізації у інформаційно - обчислювальних системах.

Ключові слова: *фібоначчієва система числення, завадостійкість, числа Фібоначчі, виявлення помилок, алгоритм.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Стахов А. П. Введение в алгоритмическую теорию измерения / А. П. Стахов. – М. : Сов. радио, 1997. – 288с.
2. Борисенко А. А. Системы счисления с биномиальным основанием и двоичным алфавитом / А. А. Борисенко. – ВИНТИ, 1982. – № 909-82. – 6 с.
3. Bergman G. A. A number system with an irrational base / G. A. Bergman // Mathematics Magazine. – 1957. – № 31, Vol. 98. – 119 с.
4. Борисенко А. А. Об одном способе построения счетчиков Фибоначчи / А. А. Борисенко, А. П. Стахов, С. М. Маценко, В. В. Сиряченко // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2012. – № 3. – С. 165-170.
5. Борисенко А. А. Об одном методе счета в коде Фибоначчи Фибоначчи / А. А. Борисенко, А. П. Стахов // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2011. – № 3. – С. 141-149.
6. Харкевич А. А. Борьба с помехами / А. А. Харкевич. – М. : Наука, 1965. – 276 с.

Поступила в редакцию 12 апреля 2013 г.