

INFORMATION

PROCESSING

SYSTEMS

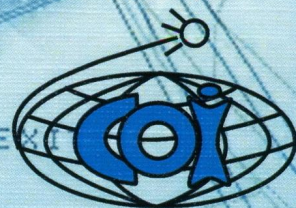
ISSN 1681-7710

СИСТЕМИ

ОБРОБКИ

ІНФОРМАЦІЇ

ВИПУСК 4(129)



Харків - 2015



ISSN 1681-7710

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПОВІТРЯНИХ СИЛ
ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА

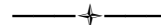
Системи обробки інформації

Наукове
періодичне
видання

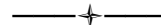
Випуск 4 (129)



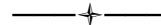
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ



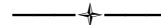
ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНИХ
КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ



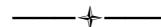
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ,
ЕКОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ Й ОСВІТІ



СТАРТАПИ
ТА ІННОВАЦІЙНЕ ПІДПРИЄМНИЦТВО



КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ
ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ
І ЕЛЕКТРОННИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ВИДАНЬ



Харків
2015

Збірник наукових праць «Системи обробки інформації» заснований у 1996 році. У збірнику публікуються результати досліджень з розробки нових інформаційних технологій як для рішення традиційних задач збору, обробки та відображення даних, так і для побудови систем обробки інформації у різних проблемних галузях. Збірник призначений для наукових працівників, викладачів, докторантів, ад'юнктів, аспірантів, а також курсантів та студентів старших курсів відповідних спеціальностей.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

- Голова:** СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків).
- Члени:** БАЙРАМОВ Азад Агахар Огли (д-р фіз.-мат. наук проф., Військова академія, Баку, Азербайджан);
БАРАННИК Володимир Вікторович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
БІЛЬЧУК Віктор Михайлович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
ВАРША Зігмунд Лех (PhD, Polish Metrological Society, Варшава, Польща);
ГОРОБЕЦЬ Микола Миколайович (д-р техн. наук проф., ХНУ, Харків);
ГОРОДНОВ В'ячеслав Петрович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ДРОБАХА Григорій Андрійович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ЄВДОКІМОВ Віктор Федорович (д-р техн. наук проф., член-кор. НАНУ, ІПМЕ НАНУ, Київ);
ЄРМОШИН Михайло Олександрович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ЗАХАРОВ Ігор Петрович (д-р техн. наук проф., ХНУРЕ, Харків);
ІВАНОВ Віктор Кузьмич (д-р фіз.-мат. наук с.н.с., ІРЕ НАНУ, Харків);
КОНОВАЛЕНКО Олександр Олександрович (д-р фіз.-мат. наук проф., академік НАНУ, РІ НАНУ, Харків);
КОНОНОВ Володимир Борисович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук проф., ПНТУ, Полтава);
КУПЧЕНКО Леонід Федорович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
ЛОСЄВ Юрій Іванович (д-р техн. наук проф., ХНУ, Харків);
ПАВЛЕНКО Максим Анатолійович (д-р техн. наук доц., ХУПС, Харків);
ПОРОШИН Сергій Михайлович (д-р техн. наук проф., НТУ «ХПІ», Харків);
РАДЄВ Христо Кирилов (д-р техн. наук проф., Технічний університет, Софія, Болгарія);
РУБАН Ігор Вікторович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
СЕРЕНКОВ Павло Степанович (д-р техн. наук проф., БДУ, Мінськ, Білорусь);
СМЕЛЯКОВ Кирило Сергійович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
СМЕЛЯКОВ Сергій В'ячеславович (д-р фіз.-мат. наук проф., ХУПС, Харків);
СМІРНОВ Євген Борисович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ТИМОЧКО Олександр Іванович (д-р техн. наук проф., ХУПС, Харків);
ХАКІМОВ Ортаголи Шарипович (д-р техн. наук проф., ДУ ЦЕНЕ, Ташкент, Узбекистан);
ХАРЧЕНКО В'ячеслав Сергійович (д-р техн. наук проф., НАКУ «ХАІ», Харків);
ШМАКОВ Олександр Миколайович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків);
ЯРОШ Сергій Петрович (д-р військ. наук проф., ХУПС, Харків).

Відповідальний секретар: КОРОЛЮК Наталія Олександрівна (канд. техн. наук, ХУПС, Харків).

Адреса редакційної колегії: 61023, м. Харків, вул. Сумська, 77/79,
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.
Телефон редакційної колегії: +38 (057) 704-96-53 (консультації, прийом статей).
E-mail редакційної колегії: info@hups.mil.gov.ua.

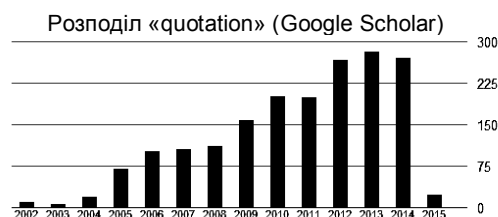
За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.

Затверджений до друку Вченою Радою Харківського університету Повітряних Сил
(протокол від 17 березня 2015 року № 6).

Занесений до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук»,
(технічні та військові науки; затверджено наказом Міністерства освіти і науки України від 29.12.2014 № 1528;
попередні постанови президії ВАК України: від 14.10.2009 р. № 1-05/4; від 9.02.2000 р. № 2-02/2)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 9500 від 13.01.2005 р.

Інформаційний сайт збірника: www.hups.mil.gov.ua.
Реферативна інформація зберігається у загальнодержавній реферативній базі даних „Україніка наукова” та публікується у відповідних тематичних серіях УРЖ „Джерело”.
Видання індексується міжнародними бібліометричними та наукометричними базами даних: **Index Copernicus** (Польща, $ICV = 5,39$), **Google Scholar** (наукометричні показники – $quot. = 1876 / h = 12 / i10 = 22$).



З М І С Т

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

<i>Батюк З.В., Тарасов О.В.</i> Використання шаблонів проектування MVVM при розробці застосувань на платформі Microsoft	6
<i>Брынза Н.А.</i> Особенности принятия многокритериальных решений в нестационарных условиях	10
<i>Гусарова И.Г., Ягупова Ю.В.</i> Численное моделирование нестационарных режимов течения газа методом характеристик	16
<i>Засядько А.А.</i> Восстановление параметров объектов информационного обеспечения автоматизированных систем управления на основе дифференциально- нетейлоровских преобразований	20
<i>Кеньо Г.В., Любчик Ю.Р.</i> Звукоизоляция віконних склопакетів	24
<i>Корнеев Д.А., Шматко О.В.</i> Огляд та аналіз проблематики розробки математичного забезпечення управління мобільним роботом	29
<i>Лосев М.Ю., Малишко Ю.М.</i> Нечітко-множинна оцінка стану параметрів техніко-економічних систем	33
<i>Минухин С.В.</i> Метод планирования пакетов заданий с высокой интенсивностью и выбора ресурсов в распределенных вычислительных системах	38
<i>Парфьонов Ю.Е., Федорченко В.М.</i> Використання нових можливостей Java SE 8	45
<i>Петришин М.Л., Петришин Л.Б.</i> Аналіз ефективності застосування Фібоначчі- подібних методів кодування повідомлень	49
<i>Рзаев Хазайл Нураддин огли</i> Комплексна система контролю морських нафтогазовидобувних споруд	59
<i>Вишнеvский О.А., Давыдов А.С.</i> Моделирование интенсивности линейного износа с учётом твёрдости и среднего давления на поверхность трения	64
<i>Лещинская И.А.</i> Анализ безобъектной категории и категории с объектами для построения категорной алгебры	68
<i>Процай Н.Т.</i> Решение параболического дифференциального уравнения с переменным потенциалом	72
<i>Федин С.С., Зубрецкая Н.А., Зубрецкая И.С.</i> Моделирование статических характеристик датчиков температуры на основе нечеткой логики	75

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

<i>Абдуллаев В.Г.</i> Защита от спама в интернет-пространстве	80
--	----

C O N T E N T

INFORMATION TECHNOLOGIES IN ENGINEERING SYSTEMS

<i>Batiuk Z.V., Tarasov O.V.</i> Using design pattern MVVM in application development on the Microsoft's platforms	6
<i>Brynza N.O.</i> Features of multi criteria decision-making in non-stationary conditions	10
<i>Gusarova I.G., Yagupova Y.V.</i> The numerical simulation of nonstationary modes of gas flow with the characteristics method	16
<i>Zasjad'ko A.A.</i> The restoring of parameters of the informative providing for the automated control objects with the help of non-taylorian transformations	20
<i>Kenyo H.V., Liubchik Yu.R.</i> Soundproofing of window insulating glass	24
<i>Kornieiev D.A., Shmatko O.V.</i> Review and analysis of software development problem of management robot control	29
<i>Losev M.Y., Malishko Y.M.</i> Fuzzy multiple evaluation the condition of technical and economic systems parameters	33
<i>S.V. Minukhin</i> Method of batch scheduling of the tasks with high intensity and allocating of resources in a distributed computing systems	38
<i>Parfyonov Y.E., Fedorchenko V.M.</i> Using new features of Java SE 8	45
<i>Petryshyn M.L., Petryshyn L.B.</i> Efficacy analysis of the Fibonacci-similar information encoding methods	49
<i>Rzaev Hazail Nuraddin ogli</i> Integrated control system offshore oil and gas structures	59
<i>Vishnevskii O.A., Davydov A.S.</i> Modeling the linear wear intensity with consideration of hardness and average pressure to friction surface	64
<i>I.A. Leschynskaya</i> Analysis objectless category and the category with objects to build categorical algebra	68
<i>Protsai N.T.</i> Solution parabolic differential equations with alternative potential	72
<i>Fedin S.S., Zubretskya N.A., Zubretskya I.S.</i> Modeling of static characteristics of temperature sensors based on fuzzy logic	75

INFORMATION SECURITY IN INFORMATION AND COMMUNICATION SYSTEMS

<i>Abdullayev V.H.</i> Anti-spam protection on the internet space	80
--	----

<i>Борисенко А.А., Маценко С.М., Мальченков С.М., Ямник О.И.</i>	<i>Borisenko A.A., Matsenko S.M., Malchenkov S.M., Yamnick O.I.</i>
О помехоустойчивости фибоначиевых чисел 84	About noise immunity of Fibonacci numbers 84
<i>Борисенко О.А., Чередниченко В.Б.</i>	<i>Borisenko O.A., Cherednichenko V.B.</i>
До рішення задач електронного цифрового підпису 88	To solving the problem of electronic signatures 88
<i>Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Крет Т.Б.</i>	<i>Dudykevych V.B., Mykytyn G.V., Kret T.B.</i>
Багаторівневі інтелектуальні системи керування: гарантоздатність, безпека об'єктів 92	Multi-level intelligent control systems: guaranteed reliability, security facilities 92
<i>Евсеев С.П., Томашевский Б.П., Огурцов В.В., Свердло Т.А.</i>	<i>Yevseiev S.P., Tomashevskyy B.P., Ohurtsov V.V., Sverdlo T.A.</i>
Построение схемы двухфакторной аутентификации на основе использования крипто-кодированных схем 96	Construction of two-factor authentication scheme based on crypto-coding schemes usage 96
<i>Король О.Г.</i>	<i>Korol O.G.</i>
Оценка вычислительной сложности некоторых функций хеширования 105	Evaluation of the computational complexity of some hash functions 105
<i>Хорошко В.А., Хохлачева Ю.Е.</i>	<i>Khoroshko V.A., Hohlachova J.E.</i>
Оптимальное планирование мониторинга информационной безопасности автоматизированных систем 111	Optimal scheduling of information security monitoring in automated systems 111
<i>Яковичин К.Н.</i>	<i>Yakovishin K.N.</i>
Ускоренное обучение программированию в среде Borland C++ Builder профессионалов для телекоммуникаций 115	Speed-up programming training in Borland C++ Builder of professionals for telecommunications 115
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ, ЕКОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ Й ОСВІТІ	INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ECONOMY, ECOLOGY, MEDICINE AND EDUCATION
<i>Андрющенко Т.Ю., Бережна О.Б.</i>	<i>Andriushchenko T.Yu, Berezhna O.B.</i>
Особенности впровадження системи управління партнерськими відносинами на підприємстві 122	Features of partnerships management system implementation at the enterprise 122
<i>Борозенець В.Ю.</i>	<i>Borozenets V.Y.</i>
Модель оцінки надійності освіти 127	The model of estimates the reliability of Education 127
<i>Гороховатський В.О., Дубницький В.Ю., Кобилін А.М.</i>	<i>Gorokhovatsky V.A., Dubnizky V.Yu., Kobylin A.M.</i>
Програмна реалізація методів економічного факторного аналізу 130	Software implementation of economic factor analysis methods 130
<i>Гринёв Д.В., Герасименко Б.И.</i>	<i>Grynov D.V., Gerasimenko B.I.</i>
Исследование методов повышения лояльности целевой аудитории и увеличения прибыли интернет-магазинов 136	The target audience loyalty increasing and online retailers revenue increasing methods research 136
<i>Гусарова И.Г., Авилова Е.В.</i>	<i>Gusarova I.G., Avilova O.V.</i>
Эффективный численный метод определения оценки местоположения утечки или несанкционированного отбора газа 140	The efficient numerical method of locating gas leakage or unsanctioned siphoning of gas 140
<i>Затхей В.А.</i>	<i>Zathey V.A.</i>
Використання експертних систем в дистанційному навчанні 144	Application of expert systems in distance education 144
<i>Золотарьова І.О., Труш А.М.</i>	<i>Zolotaryova I.A., Trush A.N.</i>
Застосування мобільного навчання в системі освіти ... 147	Using mobile learning in education 147
<i>Макарова А.В., Гаврилова А.А.</i>	<i>Makarova A.V., Gavrilova A.A.</i>
IT-проекти банків для зниження витрат з надання банківських послуг 151	It-projects of banks to reduce the cost of providing banking services 151
<i>Шматко А.В., Манева Р.И., Морозов Е.В.</i>	<i>Shmatko O.V., Maneva R.I., Morozov E.V.</i>
Математическое обеспечение задачи проектирования и исследования организационной структуры агрохолдинга 154	Mathematical software design problems and studies of the organizational structure of agricultural holding 154
<i>Шматко О.В., Фонта Н.Г.</i>	<i>Shmatko A.V., Fonta N.G.</i>
Моделі та інформаційні технології управління конкурентоспроможністю промислового підприємства 158	Models and information management technology industrial competitiveness 158

СТАРТАПИ ТА ІННОВАЦІЙНЕ ПІДПРИЄМНИЦТВО	STARTUPS AND INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP
<i>Звегінцова О.Д., Золотарьова І.О., Щербаков О.В.</i> Інтегрована оцінка стартап-проектів 163	<i>Zvehintsova O.D., Zolotaryova I.O., Shcherbakov O.V.</i> Integrated assessment of startup projects 163
<i>Недайвода С.В., Щербаков О.В., Скорін Ю.І.</i> Спосіб формування моделі інформаційної системи для підтримки стартап-проектів 165	<i>Nedaivoda S.V., Shcherbakov O.V., Skorin Y.I.</i> Method of forming a model of an information system to support the start-up projects 165
<i>Плеханова А.О.</i> Применение инновационных методов обучения для освоения информационных технологий студентами экономических специальностей 168	<i>Plekhanova G.O.</i> Applying innovative methods of teaching information technologies for master students of economics 168
<i>Плохая Е.Б.</i> Механизм проектного обучения в формате IT-стартапа 171	<i>Plokha O.B.</i> The mechanism of project-based learning in format of it startup 171
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ЕЛЕКТРОННИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ВИДАНЬ	COMPUTER TECHNOLOGIES AND SYSTEMS IN PUBLISHING, POLIGRAPHY AND ELECTRONIC MEDIA
<i>Бережна О.Б., Андрющенко Т.Ю.</i> Е-портфоліо кафедри як інструмент удосконалення процесу навчання 174	<i>Berezhna O.B., Andriushchenko T.Yu.</i> E-portfolio as a tool for improving the chair of the learning process 174
<i>Пушкар О.І., Фомічова О.В.</i> Формування інноваційної поведінки фахівців мультимедійних підприємств в системах навчання на робочому місці 181	<i>Pushkar O.I., Fomichova O.V.</i> Formation of innovative behavior of multimedia specialists at the workplace automated training system 181
Хроніка та інформація 189	Chronicle and information 189
Наші автори 191	Authors 191
Алфавітний покажчик 193	Alphabetical index 193

УДК 681.518:004.312

А.А. Борисенко, С.М. Маценко, С.М. Мальченков, О.И. Ямник

Сумский государственный университет, Сумы

О ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ФИБОНАЧЧИЕВЫХ ЧИСЕЛ

В статье проведена оценка помехоустойчивости фибоначчиевых чисел, образующих вместе с запрещенными комбинациями коды Фибоначчи. Для этой цели определяются доли запрещенных и разрешенных комбинаций в этих кодах, что позволяет сравнивать коды Фибоначчи с остальными помехоустойчивыми кодами, и оценить их эффективность для конкретных применений. Коды Фибоначчи эффективно могут быть применены в системах сбора и передачи информации, содержащих в качестве датчиков информации помехоустойчивые фибоначчиевые счетчики импульсов, регистры, дешифраторы и другие подобные устройства, а в качестве приемников информации компьютеры. Использование фибоначчиевых чисел в подобных системах передачи информации с предварительной цифровой обработкой позволяет осуществить их сквозной контроль и тем самым увеличить достоверность сбора, хранения и передачи информации.

Ключевые слова: помехоустойчивость, фибоначчиевые числа, доля.

Введение

Фибоначчиевыми называются числа, веса которых определяются последовательностью Фибоначчи – 1, 2, 3, ..., F_n [1 – 7]. Например, к ним относятся 13 пятиразрядных чисел с весами 1, 2, 3, 5, 8, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Фибоначчиевые числа с весами 1, 2, 3, 5, 8

№	Фибоначчиевые числа					№	Фибоначчиевые числа				
	8	5	3	2	1		8	5	3	2	1
0	0	0	0	0	0	7	0	1	0	1	0
1	0	0	0	0	1	8	1	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	9	1	0	0	0	1
3	0	0	1	0	0	10	1	0	0	1	0
4	0	0	1	0	1	11	1	0	1	0	0
5	0	1	0	0	0	12	1	0	1	0	1
6	0	1	0	0	1						

Для фибоначчиевых чисел характерно наличие хотя бы одного 0 между двумя рядом стоящими единицами [1]. Их число или диапазон определяется суммой весов двух старших разрядов:

$$M = F_n + F_{n-1}, \quad (1)$$

где F_n – вес n -го разряда числа Фибоначчи; F_{n-1} – вес $n-1$ разряда числа Фибоначчи.

Появление же в фибоначчиевых числах двух и более рядом стоящих единиц свидетельствует о наличии в них ошибок. Поэтому такие числа относятся к запрещенным комбинациям. Они совместно с разрешенными числами образуют код Фибоначчи, число комбинаций которого при длине фибоначчиевых чисел n равно 2^n .

Так как появление рядом стоящих единиц обычно встречается в пакетах ошибок, то код Фибоначчи обнаруживает большинство пакетов ошибок. Одиночные ошибки, в отличие от пакетов, обнаруживаются только, если ошибочная единица возникнет

рядом с единицей фибоначчиевского числа. При этом местоположение этих единиц может быть легко определено, что является одним из достоинств кодов Фибоначчи. Кроме того, одиночные ошибки, стоящие между двумя единицами, могут быть исправлены. Однако ошибки в фибоначчиевых числах, как и в любых других кодах, могут быть обнаружены и исправлены только тогда, когда происходит их переход в запрещенные комбинации. И чем больше запрещенных комбинаций будет в коде, тем его помехоустойчивость будет выше. Поэтому важным этапом исследования любого помехоустойчивого кода является определение числа запрещенных кодовых комбинаций. В табл. 2 для рассмотренного выше примера из 13 фибоначчиевых чисел приведены запрещенные комбинации кода Фибоначчи.

Таблица 2

Запрещенные кодовые комбинации

№	Кодовая комбинация					№	Кодовая комбинация				
	8	5	3	2	1		8	5	3	2	1
0	0	0	0	1	1	10	1	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0	11	1	1	0	0	0
2	0	0	1	1	1	12	1	1	0	0	1
3	0	1	0	1	1	13	1	1	0	1	0
4	0	1	1	0	0	14	1	1	0	1	1
5	0	1	1	0	1	15	1	1	1	0	0
6	0	1	1	1	0	16	1	1	1	0	1
7	0	1	1	1	1	17	1	1	1	1	0
8	1	0	0	1	1	18	1	1	1	1	1
9	1	0	1	1	0						

Запрещенные комбинации дополняют представленные в табл. 1 разрешенные комбинации до числа $2^5 = 32$. Так как число запрещенных комбинаций определяется разностью $2^n - M = 2^n - (F_n + F_{n-1})$, то в табл. 2 их количество будет равно $2^5 - (8 + 5) = 19$.

Постановка задачі. Фибоначчиевые числа, являясь по своей природе помехоустойчивыми, представляют в первую очередь интерес для построения различных помехоустойчивых цифровых устройств и даже компьютеров [1]. Однако в ряде работ предлагается использовать их также и для передачи информации в виде помехоустойчивых кодов, в частности, в системах связи с самосинхронизацией [7]. Это ставит задачу оценки величины их помехоустойчивости по сравнению с другими помехоустойчивыми кодами, как учитывающими используемый канал связи, так и без его учета. В последнем случае будет исследоваться помехоустойчивость только фибоначчиевых цифровых устройств, используемых для предварительной обработки информации перед ее передачей. Однако, обычно, на практике ставится задача одновременно кодирования кодами Фибоначчи, как цифровых устройств, так и каналов связи.

Использование фибоначчиевых чисел в помехоустойчивых цифровых фибоначчиевых устройствах, решающих специальные задачи, например, таймеров, дальномеров, частотомеров, оправдано как повышением помехоустойчивости непосредственно этих устройств, так и возможностью помехоустойчивой передачи информации от них по каналам связи. В данном случае используется идея сквозного контроля одними и теми же кодами, как цифровых устройств, так и каналов связи [1]. Использование других более мощных помехоустойчивых кодов для гибридных задач обработки и передачи информации не всегда эффективно, так как требуются дополнительные затраты на построение кодирующих и декодирующих устройств, которые к тому же снижают скорость обработки информации [8, 9].

Для оценки эффективности применения фибоначчиевых чисел и на их основе кодов Фибоначчи сначала необходимо решить задачу определения доли обнаруживаемых ошибок, а затем определения доли необнаруживаемых ошибок. В первом случае это будет отношение числа запрещенных комбинаций к их общему числу, а во втором отношении к этому числу разрешенных комбинаций. Эти доли представляют собой вероятности появления запрещенных и разрешенных комбинаций при равной вероятности появления всех возможных комбинаций. Они характеризуют непосредственно коды без учета параметров каналов связи, тем самым представляя универсальные характеристики кодов. Задачи определения указанных долей или вероятностей и являются общей задачей работы.

Доля обнаруживаемых ошибок

Доля обнаруживаемых ошибок определяется по известной формуле [10]:

$$D = 1 - M/N, \quad (2)$$

где M – количество разрешенных кодовых комбинаций; N – количество всех возможных комбинаций заданной длины n .

Подставив в формулу (2) из формулы (1) значения величины M и $N = 2^n$, получим долю обнаруживаемых ошибок в фибоначчиевых числах:

$$D = 1 - \frac{F_n + F_{n-1}}{2^n}. \quad (3)$$

Произведем по формуле (3) оценку доли обнаруживаемых ошибок для кодов Фибоначчи с длинами комбинаций $n = 2, 3, \dots, 32$, предварительно определив для каждой из них число запрещенных комбинаций, и сведем полученные результаты в табл. 3. Она начинается с числа разрядов $n = 2$, так как в ней появляется первая запрещенная комбинация 11. Затем с целью определения доли обнаруживаемых ошибок, используя формулу (3), построим табл. 4.

Таблица 3

Числа запрещенных фибоначчиевых комбинаций для $n = 2, \dots, 32$

n	Числа запрещенных комбинаций	n	Числа запрещенных комбинаций
2	1	18	$2,554 \cdot 10^5$
3	3	19	$5,133 \cdot 10^5$
4	8	20	$1,031 \cdot 10^6$
5	19	21	$2,068 \cdot 10^6$
6	43	22	$4,148 \cdot 10^6$
7	94	23	$8,314 \cdot 10^6$
8	201	24	$1,666 \cdot 10^7$
9	423	25	$3,336 \cdot 10^7$
10	881	26	$6,679 \cdot 10^7$
11	$1,816 \cdot 10^3$	27	$1,337 \cdot 10^8$
12	$3,719 \cdot 10^3$	28	$2,676 \cdot 10^8$
13	$7,582 \cdot 10^3$	29	$5,355 \cdot 10^8$
14	$1,54 \cdot 10^4$	30	$1,072 \cdot 10^9$
15	$3,117 \cdot 10^4$	31	$2,144 \cdot 10^9$
16	$6,295 \cdot 10^4$	32	$4,289 \cdot 10^9$
17	$1,269 \cdot 10^5$		

Таблица 4

Доли обнаруживаемых ошибок в кодах Фибоначчи

n	Доли обнаруживаемых ошибок	n	Доли обнаруживаемых ошибок
2	0,25	18	0,974
3	0,375	19	0,979
4	0,5	20	0,983
5	0,594	21	0,986
6	0,672	22	0,989
7	0,734	23	0,991
8	0,785	24	0,993
9	0,826	25	0,994
10	0,86	26	0,995
11	0,887	27	0,996
12	0,908	28	0,997
13	0,926	29	0,997
14	0,94	30	0,998
15	0,951	31	0,998
16	0,961	32	0,999
17	0,968		

По построенной табл. 4 получим соответствующий ей график, показанный на рис. 1 сплошной линией, из которого следует, что доля обнаруживаемых ошибок в коде Фибоначчи с увеличением n возрастет и стремится в пределе к 1.

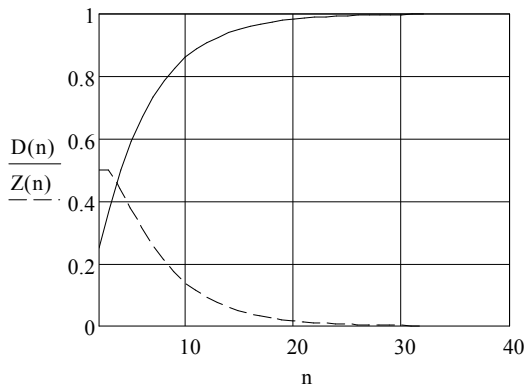


Рис. 1. График зависимости доли обнаруживаемых ошибок от разрядности кодов Фибоначчи n

Доля необнаруживаемых ошибок

Количество необнаруживаемых ошибок для рассматриваемого примера определяется как

$$D = (M - 1) / N. \tag{4}$$

Подставив в формулу (4) значение числа разрешенных комбинаций M , получим выражение для доли необнаруживаемых ошибок:

$$Z = ((F_n + F_{n-1}) - 1) / 2^n. \tag{5}$$

В табл. 5 для каждой из длин $n = 2, \dots, 32$ определим в соответствующем коде Фибоначчи число разрешенных кодовых комбинаций. Затем в соответствии с табл. 5 и формулой (5) построим табл. 6 долей необнаруживаемых ошибок. На рис. 1 в виде пунктирного графика показано уменьшение доли необнаруживаемых ошибок с ростом n , что говорит о соответствующем росте помехозащищенности кодов Фибоначчи.

Таблица 5

Числа разрешенных комбинаций кодов Фибоначчи для $n = 2, \dots, 32$

n	Числа разрешенных комбинаций	n	Числа разрешенных комбинаций
2	3	18	$6,765 \cdot 10^3$
3	5	19	$1,095 \cdot 10^4$
4	8	20	$1,771 \cdot 10^4$
5	13	21	$4,637 \cdot 10^4$
6	21	22	$7,503 \cdot 10^4$
7	34	23	$1,214 \cdot 10^5$
8	55	24	$1,964 \cdot 10^5$
9	89	25	$5,142 \cdot 10^5$
10	143	26	$8,32 \cdot 10^5$
11	232	27	$1,346 \cdot 10^6$
12	377	28	$2,178 \cdot 10^6$
13	610	29	$5,703 \cdot 10^6$
14	986	30	$9,227 \cdot 10^6$
15	$1,596 \cdot 10^3$	31	$1,493 \cdot 10^7$
16	$2,584 \cdot 10^3$	32	$2,416 \cdot 10^7$
17	$4,181 \cdot 10^3$		

Таблица 6
Доли необнаруживаемых ошибок кода Фибоначчи

n	Доли необнаруживаемых ошибок	n	Доли необнаруживаемых ошибок
2	0,5	18	0,026
3	0,5	19	0,021
4	0,438	20	0,017
5	0,375	21	0,014
6	0,313	22	0,011
7	0,258	23	$8,944 \cdot 10^{-3}$
8	0,211	24	$7,235 \cdot 10^{-3}$
9	0,172	25	$5,854 \cdot 10^{-3}$
10	0,139	26	$4,736 \cdot 10^{-3}$
11	0,113	27	$3,831 \cdot 10^{-3}$
12	0,092	28	$3,1 \cdot 10^{-3}$
13	0,074	29	$2,508 \cdot 10^{-3}$
14	0,06	30	$2,029 \cdot 10^{-3}$
15	0,049	31	$1,641 \cdot 10^{-3}$
16	0,039	32	$1,328 \cdot 10^{-3}$
17	0,032		

Помехоустойчивость фибоначиевых чисел

Характерным свойством фибоначиевых чисел является то, что обнаруженными в них могут быть только ошибки с переходами 0 в 1, и то далеко не все, а только те, что появляются рядом с единицами, что свидетельствует о возможной эффективности фибоначиевых чисел при применении в асимметричных каналах связи. Очевидно, что при преобладании ошибок с переходами 1 в 0 эффект их обнаружения будет уменьшаться. Однако он может быть вполне приемлемым, даже в таких случаях, при наличии сквозного контроля фибоначиевыми числами цифровых устройств и канала передачи информации, связывающего их с приемником информации.

Одним из примеров сквозного контроля может быть использование в качестве источника информации фибоначиевых цифровых счетчиков импульсов [11]. На рис. 2 представлена система сбора и передачи информации на их основе. Данная схема содержит счетчики, сетевой контроллер, канал связи, ЭВМ и устройство регистрации информации. Сетевой контроллер служит для мультиплексирования счетчиков и предполагает возможность считывания и записи данных с каждого из них в отдельности, канал связи организует передачу информации, ЭВМ преобразовывает фибоначиевые числа в двоичные числа, устройство регистрации отображает полученные данные.

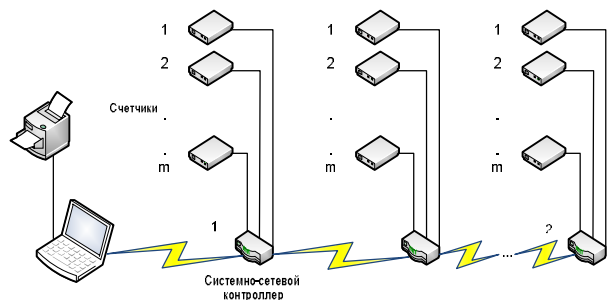


Рис. 2. Система сбора и передачи информации

Использование фибоначиевых чисел в подобных системах сбора, регистрации и передачи информации может при небольших дополнительных затратах значительно увеличить достоверность полученной приемником информации.

Заклучение

В данной работе была дана методика оценка помехоустойчивости фибоначиевых чисел применительно к задачам сбора, регистрации и передачи информации. С этой целью были разработаны методики определения долей запрещенных и разрешенных комбинаций в кодах Фибоначчи, что позволяет сравнивать их между собой при разной разрядности, а также с остальными аналогичными помехоустойчивыми кодами. Из приведенных результатов следует, что доля обнаруживаемых ошибок в кодах Фибоначчи растет с ростом разрядности их комбинаций, достигая в пределе 1. Особенно эффективны такие коды в системах с асимметрией вероятностей ошибок, так как ошибки в кодах Фибоначчи обнаруживаются при переходах 0 в 1. Таким образом, учитывая то, что коды Фибоначчи по своей природе способны обнаруживать ошибки в цифровых устройствах и одновременно в каналах связи, наиболее целесообразно их следует применять в системах, осуществляющих одновременно обработку и передачу информации, реализуя, таким образом, сквозной контроль этих систем. Однако в ряде случаев, особенно в асимметричных каналах, они способны эффективно защищать и непосредственно системы связи.

Список литературы

1. Стахов А.П. Введение в алгоритмическую теорию измерения / А.П. Стахов. – М.: Сов. радио, 1997. – 288 с.
2. Стахов А.П. Коды Фибоначчи и золотой пропорции как альтернатива двоичной системы счисления

Часть 2 / А.П. Стахов // Germany: Academic Publishing. – 2012. – № 2. – 318 с.

3. Stakhov A.P. Theory of Binet formulas for Fibonacci and Lucas p-numbers / A.P. Stakhov, B.N. Rozin // *Chaos, Solitons & Fractals*. – 2006. – № 5. – P. 1162-1177.

4. Стахов А.П. Коды Фибоначчи и золотой пропорции как альтернатива двоичной системы счисления. Часть 2 / А.П. Стахов // Academic Publishing. – Germany, 2012. – 318 с.

5. Борисенко А.А. Об одном методе счета в коде Фибоначчи / А.А. Борисенко, А.П. Стахов // *Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки*. – 2011. – № 3. – С. 141-149.

6. Monteiro P. Minimal and maximal Fibonacci Representations: Boolean Generation / P. Monteiro, R. Newcomb // *The Fibonacci Quarterly*. – 1976. – Vol. 14. – № 1. – P. 613-638.

7. Стахов А.П. Кодирование данных в информационно-регистрационных системах / А.П. Стахов, Б.Я. Лихтциндер, Ю.П. Орлович, Ю.А. Сторожук. – К., 1985. – 127 с.

8. Borisenko Alexei A. A New Approach to the Classification of Positional Numeral Systems / Alexei A. Borisenko, Vyacheslav V. Kalashnikov, Nataliya I. Kalashnykova, Tatiana A. Protasova // In: Rui Neves Silva et al. (Eds.), *IOS Press (The Netherlands), Series Frontiers of Artificial Intelligence and Applications (FAIA)*. – 2014. – Vol. 282. – P. 441-450.

9. Borysenko O.A. Chapter 14: Topological synthesis of basic information networks / O.A. Borysenko, L.B. Petryshyn // *The methodical and instrumental aspects of production engineering*. – Krakow, AGH University of science and technology. – 2014. – P. 208-222.

10. Березюк Н.Т. Кодирование информации / Н.Т. Березюк, А.Г. Андрущенко, С.С. Моцицкий. – Х., 1978. – 252 с.

11. 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.

Поступила в редколлегию 24.02.2015

Рецензент: д-р физ-мат наук, проф. А.С. Опанасюк, Сумский государственный университет, Сумы.

ПРО ПЕРЕШКОДОСТІЙКІСТЬ ФІБОНАЧЧІСВИХ ЧИСЕЛ

А.А. Борисенко, С.М. Маценко, С.М. Мальченков, О.І. Ямник

У статті проведена оцінка завадостійкості фібоначчівих чисел, що утворюють разом із забороненими комбінаціями коди Фібоначчи. Для цієї мети визначається частки заборонених і дозволених комбінацій в цих кодах, що дозволяє порівнювати коди Фібоначчи з іншими переешкодостійкими кодами і оцінити їх ефективність для конкретних застосувань. Коди Фібоначчи ефективно можуть бути застосовані в системах збору та передачі інформації, які містять в якості датчиків інформації переешкодостійкі фібоначчіві лічильники імпульсів, реєстри, дешифратори та інші подібні пристрої, а в якості приймачів інформації комп'ютери. Використання фібоначчівих чисел в подібних системах передачі інформації з попередньою цифровою обробкою дозволяє здійснити їх наскрізний контроль і тим самим збільшити достовірність збору, зберігання і передачі інформації.

Ключові слова: завадостійкість, фібоначчіві числа, частка.

ABOUT NOISE IMMUNITY OF FIBONACCI NUMBERS

A.A. Borisenko, S.M. Matsenko, S.M. Malchenkov, O.I. Yamnick

The paper assessed the noise immunity of the Fibonacci numbers, forming together with the forbidden combinations of Fibonacci codes. For this purpose, is determined by the proportion of forbidden and allowed combinations of codes that allows you to compare Fibonacci codes with the rest of fail-safe code, and evaluate their effectiveness for specific applications. Fibonacci codes can be effectively applied in the collection and transmission of information contained in an information noise-proof sensors Fibonacci pulse counters, registers, decoders and other similar devices, as well as the receivers of information computers. The use of Fibonacci numbers in such communication systems with advanced digital processing allows their traceability and thereby increase the accuracy of data collection, storage and transmission of information.

Keywords: noise immunity, Fibonacci numbers, fraction.