

Алексей Стахов

Десять прорывных технологий 21-го века и «золотая» информационная технология

От редакции АТ

Хотелось бы привлечь особое внимание всех компьютерных специалистов, электронных и компьютерных фирм и университетов к этой необычной статье, которая затрагивает базис современной компьютерной технологии (системы счисления и методы кодирования информации). В этой статье, как и в предшествующих статьях [1-3], проф. Стахов утверждает следующее:

- 1. В 70-е и 80-е годы 20-го столетия в Советском Союзе под научным руководством проф. Стахова было создано уникальное научное направление в области компьютеров («Компьютеры Фибоначчи»), которое было защищено 65 патентами США, Японии, Англии, Франции, Германии, Канады и др. стран. Эти патенты являются официальными юридическими документами, защищающими приоритет советской науки в новом компьютерном направлении. То есть, это научное направление является **патентоспособным** и все патенты в мире по «компьютерам Фибоначчи» принадлежат советской науке.*
- 2. Этому направлению уделялось особое внимание со стороны государственных и научных институтов СССР (Госкомитет по науке и технике СССР, Госкомизобретений СССР, Академия наук СССР и УССР, Министерство общего машиностроения СССР и др.). Были выполнены важные инженерные разработки (самокорректирующиеся АЦП и ЦАП, элементная база помехоустойчивого процессора Фибоначчи для специальных применений, системы магнитной регистрации и волоконно-оптические линии связи и др.).*
- 3. К сожалению, «горбачевская перестройка» и последовавший затем развал СССР привели к разрушению научного и инженерного коллектива, созданного в Винницком техническом университете для проведения «фибоначчиевых» разработок.*
- 4. Как показано, в статьях проф. Стахова [1-3], развитие «фибоначчиевых» идей может привести к созданию «Золотой» Информационной Технологии, основанной на компьютерах Фибоначчи, новых «фибоначчиевых» измерительных средствах, троичной зеркально-симметричной арифметике, новой теории кодирования, превышающей классическую теорию кодирования в 1000 000 и больше раз по корректирующей способности, новой криптографии, основанной на матричном подходе.*
- 5. В настоящее время актуальность этих разработок не только не уменьшилась, а значительно повысилась в связи с перспективой создания **прорывных информационных технологий 21-го века**. Это приведет к новому витку научного и технологического соревнования между США и Россией в области информационных технологий.*

*Учитывая чрезвычайно высокую актуальность концепции «Золотой» Информационной Технологии, выдвинутой проф. Стаховым, для развития **прорывных информационных технологий 21-го века**, редакция АТ считает своим долгом*

выступить со следующим обращением к компьютерным специалистам, электронным и компьютерным фирмам и университетам:

1. Внимательно изучить работы проф. Стахова в области «Золотой» Информационной Технологии, опубликованные на нашем сайте [1-3], и сделать критический анализ этих работ с точки зрения использования «Золотой» Информационной Технологии в прорывных информационных технологиях 21-го века.
2. Для широкого ознакомления научной общественности с концепцией «Математики Гармонии» и «Золотой» Информационной Технологии организовать тур лекций проф. Стахова в ведущих компьютерных организациях и университетах. Нам кажется, что инициатором такого тура должен выступить **Южный Федеральный Университет**, в состав которого входит бывший «Таганрогский радиотехнический институт», в котором начинались исследования проф. Стахова по «Компьютерам Фибоначчи» и зарубежное патентование его изобретений в этой области. В подавляющем большинстве патентов «головной организацией» является «Таганрогский радиотехнический институт». В 2004 г. ученый совет Таганрогского радиотехнического университета избрал А.П. Стахова «Почетным Профессором Университета».
3. В этом году будет опубликован фундаментальный труд проф. Стахова – книга «**The Mathematics of Harmony. From Euclid to Contemporary Mathematics and Computer Science**» (World Scientific, 2009). Книга является итогом 40-летних исследований А.П. Стахова в этой области. С целью широкого информирования научной общественности о новом научном направлении в области математики и информатики, мы выступаем с инициативой ее публикации на русском языке. И мы обращаемся к российским научным издательствам с таким предложением.
4. В 1988 г. в разгар «горбачевской перестройки» газета Правда» (от 19 ноября 1988 г.) опубликовала большую статью «**Вот вам и Фибоначчи! Стоит ли загонять в тупик новое научное направление?**», посвященную научному направлению проф. Стахова. Несмотря на эту публикацию, советские «чиновники от науки» и вся «советская система» сумели разрушить это научное направление, что они всегда умели делать весьма успешно (вспомним генетику и кибернетику). В настоящее время главным направлением, которое может вывести из кризиса глобальную экономику, являются **прорывные информационные технологии 21-го века**. В этой связи концепция «Золотой» Информационной Технологии выдвигается на передний план, и она может сыграть особую роль в создании новых информационных технологий 21-го века. К сожалению, есть все основания предполагать, что после публикации книги Стахова «**The Mathematics of Harmony. From Euclid to Contemporary Mathematics and Computer Science**» (World Scientific, 2009) концепция «Золотой» Информационной Технологии будет подхвачена западной наукой, то есть, случится то, что всегда происходило в России: новые информационные технологии будут создаваться на Западе на основе научных идей, разработанных нашим соотечественником проф. Алексеем Петровичем Стаховым. Поэтому возникает вопрос: стоит ли вновь наступать на собственные грабли и игнорировать это направление только потому, что оно возникло не «там, где его ожидали»?

Содержание

1. Введение: 10 прорывных технологий 21-го века
2. Кризис «Неймановских принципов»
3. Компьютеры Фибоначчи как альтернатива «неймановским компьютерам»
4. Троичные компьютеры и троичная зеркально-симметричная арифметика
5. Новая теория кодирования
6. Гибридная матричная криптография
7. Заключение

1. Введение: 10 прорывных технологий 21-го века

Международные аналитики предсказывают, что темпы роста высокотехнологических секторов в развитых странах будут достигать в недалеком будущем 10-30% в год. То есть за кризисом скрывается мощнейший технологический прорыв глобального характера, который повлечет перераспределение ресурсов - главным образом, интеллектуальных и финансовых активов, и выход на арену иных действующих лиц, так называемых "новых чемпионов". **Кроме того, уже сейчас становится очевидным, что именно высокотехнологические сектора будут способствовать более быстрому выведению мира из глобального кризиса.**

Определены **десять прорывных технологий 21-го века**:

- 1) портативные информационно-коммуникационные устройства;
- 2) интеллектуальные мобильные роботы и системы;
- 3) массовая интернет-"персонализация" товаров и услуг;
- 4) распространение стиля жизни "в теле-пространстве" - интернет-работа, учеба, закупки, продажи, бизнес-процессы и т.п.;
- 5) появление "виртуальных секретарей и помощников" - интеллектуального "софта" высокого уровня;
- 6) компьютеризованное и персонифицированное медицинское обслуживание;
- 7) "прецизионное" (компьютерно-управляемое) сельское хозяйство;
- 8) альтернативные источники энергии, энергосбережение и "чистые технологии";
- 9) гибридный (топливно-аккумуляторный) транспорт;
- 10) генетически модифицированные организмы.

Анализ **прорывных технологий 21-го века** показывает, что 7 первых из 10 технологий имеют прямое отношение к информационной технологии. Рассмотрим наиболее важные требования к компьютерным средствам и системам, используемых в 7 прорывных технологиях 21-го века.

1. Портативные информационно-коммуникационные устройства

Основными требованиями являются **надежность** компьютерных устройств и **криптографическая защита** информации

2. Интеллектуальные мобильные роботы и системы.

Для этой технологии главным требованием является **надежность** и **помехозащищенность процессора**. Случайные ошибки в процессоре должны обнаруживаться в момент их возникновения и немедленно исправляться.

3. Массовая интернет-"персонализация" товаров и услуг

Здесь главным требованием является **криптографическая защита информации**

4. Распространение стиля жизни "в теле-пространстве" - интернет-работа, учеба, закупки, продажи, бизнес-процессы и т.п.

Основными требованиями являются **надежность** компьютерных устройств и систем и **криптографическая защита информации**

5. Появление "виртуальных секретарей и помощников" - интеллектуального "софта" высокого уровня

Здесь главным требованием является **криптографическая защита информации**

6. Компьютеризованное и персонифицированное медицинское обслуживание

Основными требованиями являются **надежность** компьютерных устройств и систем и **криптографическая защита информации**

7. "Прецизионное" (компьютерно-управляемое) сельское хозяйство

Здесь впервые в явном виде выдвигается требование **точности и метрологической стабильности** компьютерно-измерительных систем, лежащих в основе данной технологии.

Таким образом, можно назвать основные требования, предъявляемые к компьютерным устройствам и системам, используемым в этих технологиях:

НАДЕЖНОСТЬ, ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ, КРИПТОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА, ТОЧНОСТЬ И МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ

На сайте «Академия Тринитаризма» мною опубликовано несколько статей, касающихся **«Золотой» Информационной Технологии** как нового направления в компьютерной технологии [1-3].

Цель настоящей статьи – еще раз проанализировать концепцию «Золотой» Информационной Технологии, изложенную в [1-3], применительно к **прорывным технологиям 21-го века**.

2. Кризис «Неймановских принципов»

Рассуждая об истоках современных компьютеров, мы всегда вспоминаем о так называемых «Неймановских принципах», которые определили развитие компьютерной техники на многие десятилетия вперед. Как известно, первой универсальной электронной вычислительной машиной считается машина ЭНИАК, созданная в 1945 г. в США. Перед конструкторами ЭНИАК возникла задача проанализировать сильные и слабые стороны проекта ЭНИАК и дать рекомендации для дальнейшего развития электронных компьютеров. Блестящее решение этой задачи было дано в отчете Принстонского института перспективных исследований **«Предварительное обсуждение логического конструирования электронного вычислительного устройства»** (июнь 1946 г.). Этот отчет, составленный выдающимся американским математиком **Джоном фон Нейманом** и его коллегами по Принстонскому институту **Г. Голдстейном** и **А. Берксом**, которые участвовали в проекте ЭНИАК, представлял собой проект нового электронного

компьютера. Основные рекомендации, изложенные в отчете, известны в современной информатике под названием *Неймановских принципов* или *Неймановской архитектуры*; они оказали определяющее влияние на развитие современных компьютеров.

Одним из главных в перечне *Неймановских принципов* считается следующий: *машины на электронных элементах должны работать не в десятичной, а в двоичной системе счисления*. Основными преимуществами двоичной системы являются следующие: *двухпозиционный характер работы электронных элементов, высокая экономичность двоичной системы и простота выполнения арифметических операций с двоичными числами*.

К сожалению, этот важнейший принцип – использование двоичной системы как основы современных компьютеров – таит в себе одну «ловушку», в которую попала вся компьютерная техника и основанная на ней информационная технология. Дело в том, что двоичная система обладает **«нулевой избыточностью»**. Что это означает и к чему это приводит? Это означает, что в классической двоичной системе отсутствует механизм обнаружения ошибок в процессоре и компьютере, которые неизбежно (с большей или меньшей вероятностью) могут возникнуть под влиянием различных внешних и внутренних факторов (прежде всего разнообразных внешних воздействий и помех, действующих в шинах питания и каналах связи). То есть никакая ошибка не может быть обнаружена в рамках двоичной системы счисления без введения дополнительных контрольных средств. Это приводит к тому, что «Неймановские машины», основанные на двоичной системе, являются **принципиально ненадежными**. Когда в нашем персональном «Неймановском компьютере» возникает сбой, то мы эту проблему решаем очень просто - мы перезагружаем компьютер и приводим его таким способом в исправное состояние. Но как быть в ситуации, когда процессор и генерируемая им компьютерная программа управляют функционированием сложного технологического объекта (без участия человека), например, роботом, ракетой, самолетом, атомной станцией и т.д. Это означает, что сбой всего лишь одного электронного элемента в процессоре может привести к грандиозной технологической катастрофе. Всем хорошо известны катастрофы при запуске ракет, которые в результате сбоя компьютерной программы приводили к отклонению ракеты от заданного курса и, в коечном итоге, к катастрофе.

Из этих рассуждений мы приходим к следующему выводу:

Человечество становится заложником современной компьютерной технологии, основанной на «Неймановских принципах». «Неймановские компьютеры», использующие двоичную систему, являются принципиально ненадежными и не могут эффективно использоваться во многих важных приложениях, в частности, для управления сложными технологическими объектами, где проблема надежности компьютеров выступает на передний план.

Мне не совсем понятно, почему этот, казалось бы, очевидный вывод до сих пор не стал предметом серьезного обсуждения всех компьютерных специалистов, которые, по-видимому, давно должны были забить тревогу по поводу «ловушки», в которую попали современные компьютерные технологии, встав на рельсы «неймановских принципов».

3. Компьютеры Фибоначчи как альтернатива «неймановским компьютерам»

Было сделано несколько попыток отказаться от двоичной системы при создании компьютеров. Первая их них – это троичный компьютер «Сетунь», основанный на троичной позиционной системе счисления с троичными цифрами $\{1, 0, \bar{1}\}$ (главный конструктор Н.П. Брусенцов, Московский университет). Несмотря на большие арифметические преимущества троичной системы по сравнению с двоичной, отсутствие в тот период троичных электронных элементов привело к неудаче этого проекта. Еще одна попытка – это использование так называемой «системы остаточных классов». Однако, непоозиционный характер этой системы и трудности сравнения чисел и выполнения операции деления привели к тому, что «революции» не получилось.

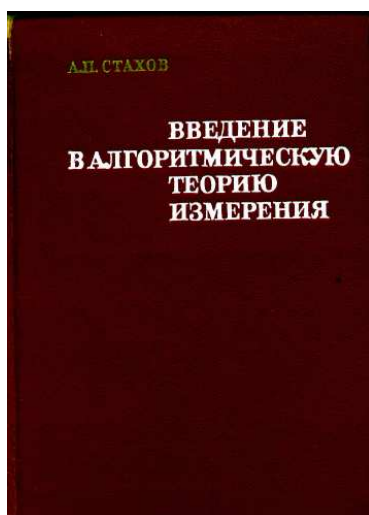
В 1972 г. я защитил докторскую диссертацию [4]. В этой диссертации я доказал оптимальность так называемых «фибоначчиевых» алгоритмов измерения, которые порождают новый класс позиционных представлений – *кодов Фибоначчи*. Сразу после защиты диссертации я приступил к разработке *арифметики Фибоначчи*. Первая моя статья по арифметике Фибоначчи [5] была опубликована в 1974 г. Именно в этой статье я выдвинул идею, что **вся компьютерная технология может быть построена на кодах Фибоначчи и арифметике Фибоначчи, которые являются обобщением и развитием классического двоичного представления и классической двоичной арифметики.**

На чем основывалось мое убеждение? Прежде всего, коды Фибоначчи и связанные с ними коды золотой пропорции являются двоичными кодами, то есть, используют для представления чисел двоичные цифры 0 и 1. Во-вторых, эти коды являются позиционными способами представления чисел, то есть, они сохраняют все известные преимущества позиционных систем счисления, а все арифметические операции в них не намного сложнее операций в двоичной системе счисления. Но главное их преимущество состоит в том, что эти способы представления чисел являются **избыточными**, что позволяет контролировать арифметические операции. Позже было установлено, что **генетический код** обладает точно такой избыточностью, что и **код Фибоначчи** [6], что является дополнительным аргументом в пользу кодов Фибоначчи. То есть, на основе этой аналогии мы можем утверждать, что **коды Фибоначчи являются «естественными кодами»**, которые Бог подарил человечеству для того, чтобы улучшить современные информационные технологии и защитить их от ошибок. В этой связи, как мне кажется, является далеко не случайным увлечение гениального ученого и создателя теоретической информатики **Алана Тьюринга** (1912—1954), числами Фибоначчи и проблемой филлотаксиса. Исследования Тьюринга по филлотаксису, связанные с исследованиями по созданию логической модели мозга – уникальной естественной вычислительной машины, нельзя рассматривать иначе, как гениальное предчувствие использования естественной «Математики Природы» для создания вычислительных машин будущего. **Компьютерные технологии будущего должны основываться на «Законах Природы», ярким примером которых является «закон филлотаксиса» - и «Компьютеры Фибоначчи» являются отражением этих законов в компьютерных технологиях!**

В 1976 г. я был приглашен для работы в Венский технический университет (Австрия). На заключительном этапе своего пребывания в Австрии я выступил с докладом по арифметике и компьютерам Фибоначчи на объединенном заседании Кибернетического и Компьютерного обществ Австрии. Доклад был воспринят австрийскими учеными с

огромным интересом. После возвращения в Советский Союз, по инициативе посольства СССР в Австрии началось широкое патентование моих изобретений в области «компьютеров Фибоначчи» за рубежом. **65 зарубежных патентов (США, Япония, Англия, Франция, Германия, Канада и др. страны) являются официальными юридическими документами, которые подтверждают приоритет советской науки (и мой приоритет) в этом направлении.** Хочу отметить, что это патентование является беспрецедентным в истории компьютеров. Во-первых, потому, что патентование проводилось только на основании теоретических разработок без каких-либо инженерных реализаций. Во-вторых, патентование такого масштаба в области компьютерной техники в СССР проводилось впервые, и ни один советский ученый в этой области не имел такого количества зарубежных патентов, как я. Замечу, что кроме 65 зарубежных патентов я имею еще 130 авторских свидетельств.

Теория кодов Фибоначчи, кодов золотой пропорции, а также «фибоначчиевой» и «золотой» арифметик изложена в моих книгах [7, 8].



Книги А.П. Стахова «Введение в алгоритмическую теорию измерения» (1977) и «Коды золотой пропорции» (1984)

Начиная с 80-х годов прошлого столетия, моими разработками заинтересовалось Министерство общего машиностроения СССР (Советское ракетное министерство). Главная задача, поставленная министерством, состояла в том, чтобы преодолеть недостатки «Неймановских компьютеров» и создать на основе кодов Фибоначчи и арифметики Фибоначчи так называемые **помехоустойчивые процессоры Фибоначчи для специальных приложений, «фибоначчиевые» аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи высокой точности и метрологической стабильности и «фибоначчиевые» системы регистрации информации и волоконно-оптические системы связи.**

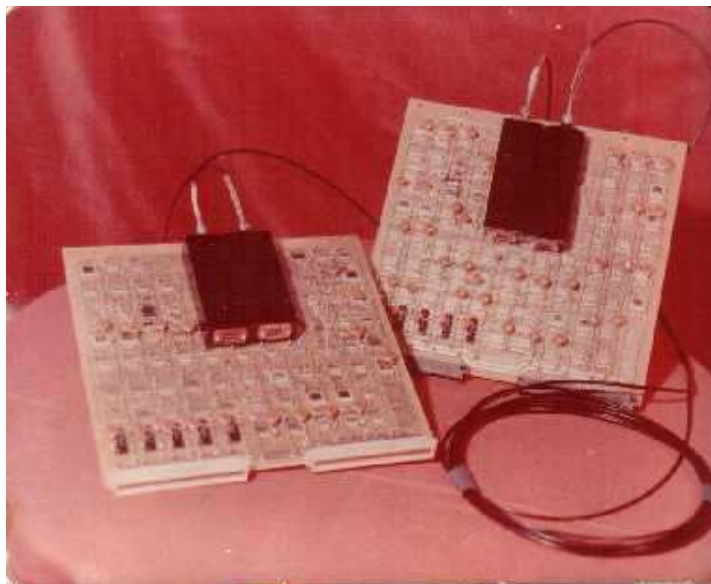
На проведение этих исследований была выделена достаточно внушительная сумма (15 000 000 \$). Разработки выполнялись в Специальном конструкторско-технологическом бюро «Модуль» Винницкого технического университета. В период с 1986 по 1989 гг. я был директором этого конструкторского бюро, совмещая при этом должность зав.

кафедрой вычислительной техники. Инженерные разработки СКТБ «Модуль» описаны в брошюре [9].

«Фибоначчиевые» системы регистрации информации и волоконно-оптические системы связи

В 1965 г. американский инженер Кауц (Kautz) опубликовал статью “*Fibonacci Codes for Synchronization Control*” в весьма престижном международном журнале “IEEE Trans. IT” (1965, v.11, No 2). В статье обсуждалась еще одна область весьма эффективного применения кодов Фибоначчи – управление синхронизацией кодовых сигналов в каналах связи и в цифровой магнитной записи. Это направление исследований также получило отражение в разработках СКТБ «Модуль».

Первая из этих разработок – это волоконно-оптическая линия связи повышенной пропускной способности. При этом в системе использовалось два способа кодирования информации, так называемый «бифазный» код типа «Манчестер» и код Фибоначчи.



Волоконно-оптическая линия связи, основанная на использовании кода Фибоначчи

Приведенные ниже технические характеристики волоконно-оптических систем связи, построенных на различных системах кодирования, свидетельствуют о неоспоримых преимуществах кода Фибоначчи.

Технические характеристики волоконно-оптической системы связи:

1. Скорость передачи информации
 - бифазный код 10 Мбит/сек
 - код Фибоначчи 20 Мбит/сек
2. Вероятность ошибки в канале:
 - бифазный код 10^{-9}
 - код Фибоначчи 10^{-11}
3. Максимальная длина линии связи 1000 м.

По заказу ряда промышленных предприятий в СКТБ «Модуль» был разработан «фибоначчиев» регистратор измерительных сигналов на основе бытового видеоманитфона. Особенность разработки состояла в том, что в канале магнитной регистрации было использовано «фибоначчиевое» кодирование. Регистратор позволял осуществлять преобразование аналоговых сигналов в цифровой код по двум различным каналам; регистрировать сформированный цифровой поток от аналого-цифровых преобразователей либо от внешних источников на магнитный носитель, воспроизводить затем цифровой поток, выдавая его в компьютер, либо на цифро-аналоговый преобразователь.

Работы по использованию кодов Фибоначчи для решения проблем самосинхронизации каналов магнитной регистрации проводились совместно с Киевским НПО «Маяк», которое считалось ведущей советской фирмой по цифровым магнитофонам специального применения. Энтузиастом этих исследований в НПО «Маяк» был талантливый инженер **Ю.П. Орлович**, который затем под моим научным руководством защитил кандидатскую диссертацию на эту тему.

Результаты совместных исследований СКТБ «Модуль» и НПО «Маяк» были изложены в коллективной монографии [10].



**Монография «Кодирование данных в информационно-регистрающих системах»
1985 г.**

«Фибоначчиевые» аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи

Однако наиболее широкую известность получили инженерные разработки СКТБ «Модуль» по проектированию самокорректирующихся «фибоначчиевых» аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей. Этим разработкам предшествовала большая научная работа. По тематике «фибоначчиевых» АЦП и ЦАП в тот период было защищено наибольшее количество кандидатских диссертаций (Азаров, Марценюк, Петросюк, Моисеев, Стейскал, Крупельницкий). Позже мой ученик Азаров А.Д. защитил

на эту тему даже докторскую диссертацию. Эти исследования убедительно показали, что применение кодов Фибоначчи и «золотой пропорции» позволяет одновременно улучшить все технические параметры АЦП и ЦАП, в частности, точность, быстродействие и самое главное – температурную и временную метрологическую стабильность АЦП и ЦАП.

Исследования показали, что на основе кода Фибоначчи можно создавать АЦП и ЦАП, которые по всем параметрам (в частности, точности, быстродействию, метрологической стабильности) были лучше существующих АЦП, построенных на классическом двоичном коде. И такие АЦП и ЦАП были разработаны в СКТБ «Модуль», который начал их мелкосерийное производство на своей производственной базе. Было создано несколько модификаций таких АЦП и ЦАП. Наибольшей популярностью у потребителей пользовался самокорректирующийся АЦП со следующими техническими характеристиками:

- (1) Число двоичных разрядов – 18 (17 цифровых и один знаковый)
- (2) Время преобразования – 15 мкс
- (3) Общая погрешность – 0,006%
- (4) Погрешность линейности – 0,003%
- (5) Частотный диапазон – 25 кГц
- (6) Рабочий диапазон температур - $20 \pm 30^\circ\text{C}$.



«Фибоначчиевый» самокорректирующийся 18-разрядный АЦП

Кроме этого, в мелкосерийное производство в СКТБ «Модуль» производился «Самокорректирующийся сквозной канал АЦП-ЦАП» со следующими техническими характеристиками:

- (1) Динамический диапазон 102 дБ.
- (2) Частота дискретизации – 96 кГц.

(3) Частотный диапазон входного сигнала – 0-20 кГц.

(4) Коэффициент нелинейных искажений – 0,01%.

Важно еще раз подчеркнуть, что **главная особенность «фибоначчиевых» АЦП и ЦАП состояла в том, что впервые в мировой практике был разработан АЦП с «вечными» техническими характеристиками.** Что это означает? Благодаря встроенной системе контроля, которая использовала свойство «многозначности» фибоначчиевых представлений, **метрологические параметры такого АЦП не зависели от погрешностей технологии, изменения температуры и старения элементов.** Например, при технологической точности изготовления элементов в 5% благодаря самонастройке точность АЦП повышалась в 1000 раз (до 0.005%) и далее сохранялась неизменной независимо от температуры и старения элементов. Эти идеи были сформулированы мною еще в 1978 г. [11] и затем использованы моими аспирантами.

Интересно отметить, что эта разработка, то есть «фибоначчиевый» АЦП, по инициативе Госкомизобретений СССР был включен в Государственный план развития СССР на 1987-1990 гг. В задании на эту разработку отмечалось, что данный АЦП по разрешающей способности и точности «находится на уровне лучших мировых образцов, а по стабильности метрологических характеристик на порядок превышает аналогичные зарубежные образцы». Согласно Государственному плану задание по внедрению этой разработки было поставлено перед МИНЭЛЕКТРОПРОМОМ. Я неоднократно встречался с руководителями МИНЭЛЕКТРОПРОМА (министр – Герой Социалистического Труда **В.Г. Колесников**, начальник научного главка – **В.М. Пролейко**), но эти два чиновника (особенно Пролейко) приложили все усилия, чтобы завалить выполнение этого задания. То есть, «советская система хозяйствования» в этом эпизоде проявила себя, как всегда, «наилучшим образом».

Исследование создаваемой техники, технологий, материалов и др. технические характеристики /основные параметры/, наименование изобретения, номера авторских свидетельств или патентов, организация-разработчик	Сроки начала и окончания разработки /год/	Выпуск первой промышленной серии /год/
МИНЭЛЕКТРОПРОМ Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи /ЦАП, АЦП/ на основе систем счисления с иррациональными основаниями типа "золотой пропорции" /кодов Фибоначчи/ по разрешающей способности /34 двоичных разряда/ и точности /0,005%/ выходила на уровне лучших мировых образцов, а по стабильности метрологических характеристик на порядок превышает аналогичные зарубежные образцы "Преобразователи аналоговых величин в код "фибоначчи" авторские свидетельства № 809552, 800641, 847955, 809540, 847953 Всесоюзный политехнический институт Минвуза СССР	1987-1990	1990
<i>В.М. Пролейко 05.11.86.</i>		

Помехоустойчивый процессор Фибоначчи

Другая важная разработка – это **первая в истории компьютерной науки «фибоначчиева» микросхема**, которая была спроектирована и изготовлена в НПО «Научный Центр» (г. Зеленоград). Микросхема была предназначена для обработки символьной информации и выполнения арифметических операций в кодах Фибоначчи и "золотой пропорции". В частности, в микросхеме была заложена возможность выполнения следующих операций: запись и чтение информации, свертка, развертка, перемещение, поглощение, приведение к минимальной форме, суммирование, вычитание, реверсивный сдвиг, логическое умножение, логическое сложение и сложение по модулю 2. Отличительной особенностью микросхемы являлось наличие контрольного выхода, на котором формировалась информация о неправильной работе микросхемы. Одновременно с выдачей сигнала "Ошибка" блокировались все информационные выходы. Если ошибка являлась следствием "сбоя" и при повторении операции сигнал "Ошибка" не появлялся, то блокировка выходов снималась. Если же внутри микросхемы происходил "отказ", то это индцировалось с помощью сигнала "Ошибка", появляющегося постоянно на контрольном выходе, и в этом случае блокировка информационных выходов оставалась. Таким образом, в микросхеме обнаруживался сбой любого электронного элемента в момент его возникновения и блокировалась возможность выполнения ложной команды.

Планировалось, что эта элементная база будет использована для создания **специального помехоустойчивого процессора Фибоначчи для ракетных бортовых систем**. К сожалению, воплощению этой идеи помешала «горбачевская перестройка». В конце 1989 г. в Советском Союзе началось сокращение всех военных программ и финансирование проекта «Компьютер Фибоначчи» резко уменьшилось, а затем (после развала СССР) было полностью прекращено. Это привело к развалу прекрасного научного и инженерного коллектива в СКТБ «Модуль» и прекращению инженерных разработок в этой области.

Отзывы о разработках Винницкого политехнического института

К сожалению, СКТБ «Модуль» не имело специальных систем автоматизации проектирования и поэтому проектирование велось сотрудниками СКТБ «Модуль» с использованием САПР НПО «Научный центр» (г. Зеленоград). Там же было изготовлено 100 опытных образцов такой микросхемы, выполненной на основе БИС КР 1801 ВП1-124.

Понимая, что дальнейший прогресс в этом направлении сдерживался отсутствием в СКТБ «Модуль» специального оборудования для проектирования микросхем, а такое оборудование можно было приобрести только на Западе за валюту, которая в исключительных случаях выделялась Госпланом СССР, я приложил огромные усилия, чтобы добыть необходимые валютные средства для этих целей. В начале 1989 г. в высшие государственные инстанции СССР было направлено письмо следующего содержания:

«Заместителю Председателя Госплана СССР т. Ситоряну С.А.

Специальное конструкторско-технологическое бюро "Модуль" при Винницком политехническом институте в содружестве с АН УССР проводит в интересах Минобщемаша научно-исследовательские работы по созданию

высоконадежных бортовых процессоров, электронных вычислительных машин, измерительных и управляющих систем на основе кодов Фибоначчи.

Данное научное направление получило широкое всесоюзное и международное признание, защищено 100 авторскими свидетельствами СССР и 62 зарубежными патентами, относится к разряду приоритетных научных направлений и ставит целью выведения отдельных направлений цифровой вычислительной техники на мировой уровень.

Направление обсуждено на НТС Минобщемаша и Госкомизобретений, в АН УССР на Ученом совете Института кибернетики АН УССР им. В.М. Глушкова и получило полное одобрение.

В СКТБ "Модуль" создан высококвалифицированный коллектив разработчиков, способный выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы на высоком научном уровне.

Широкому внедрению данного направления в производство препятствует отсутствие микроэлектронной элементной базы вычислительных и измерительных систем, выполняющих операции в кодах Фибоначчи. Создание элементной базы на основе БИС большого уровня интеграции возможно только с использованием современных САПР микросхем и новейшей вычислительной техники.

Учитывая достигнутые в СКТБ "Модуль" научно-технические и практические результаты, наличие высококвалифицированных научных кадров, с целью ускорения внедрения в производство перспективного направления по созданию высоконадежных отказоустойчивых, само-контролирующихся и самокорректирующихся средств вычислительной и измерительной техники, что позволит резко повысить надежность систем управления космическими аппаратами, технологическими и энергетическими объектами, работающими в экстремальных условиях, Министерство высшего и среднего специального образования УССР, Академия Наук УССР, Министерство общего машиностроения СССР и Государственный комитет по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР ходатайствуют о выделении в 1990 г. целевым назначением СКТБ "Модуль" валютных ассигнований в объеме 1 млн. рублей для приобретения САПР на базе ЭВМ VAX-11/780.

Президент Академии наук УССР
Министр высшего и среднего образования УССР
Министр общего машиностроения СССР
Председатель Госкомизобретений СССР

Б.Е. Патон
В.Д. Пархоменко
В.Х. Догужиев
И.С. Наяшков

Это письмо является одним из наиболее серьезных документов государственного масштаба, подтверждающих значимость научных и инженерных разработок в области «Компьютеров Фибоначчи», проводившихся в Советском Союзе в 70-е – 80-е годы 20-го столетия.

О том, что в тот период на кафедре вычислительной техники Винницкого политехнического института и СКТБ "Модуль" действительно выполнялось ряд уникальных разработок в области вычислительной и измерительной техники свидетельствуют отзывы ведущих научно-исследовательских институтов и предприятий - потребителей измерительных и вычислительных средств. Особо хотел бы выделить отзыв

всемирно известного Института точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева.

"ОТЗЫВ

о работе "Системы счисления с иррациональными основаниями", выполненной на кафедре вычислительной техники Винницкого политехнического института под руководством профессора д.т.н. Стахова А.П.

На кафедре вычислительной техники ВПИ выполнено оригинальное научное исследование в области систем счисления, основанных на представлении натуральных и действительных чисел в виде суммы чисел Фибоначчи или степеней "золотой" пропорции.

Такие способы нумерации чисел, названные системами счисления с иррациональными основаниями, обладают избыточностью, которая может быть использована для решения задач контроля устройств цифровой и аналого-цифровой техники.

Считаю, что наиболее эффективной областью применения предложенных систем счисления являются специализированные ЭВМ с широко развитой измерительной и исполнительной частью, техника аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования, измерительные системы с магнитной регистрацией информации.

Было бы целесообразным рассмотреть возможность использования предложенного подхода и в других областях вычислительной техники, для чего необходимо было бы изготовить в микроэлектронном исполнении опытные образцы универсального модуля для обработки цифровой информации в указанных системах счисления, а также аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

С целью развития указанного научного направления считаю целесообразным организацию в Винницком политехническом институте проблемной лаборатории вычислительной техники.

Директор

Института точной механики

и вычислительной техники им. С.А. Лебедева

член-корреспондент АН СССР

Бурцев В.С."

Большой интерес наши разработки в тот период вызвали у представителей атомной энергетики. Это подтверждается следующим письмом, направленным руководством Ровенской АЭС в высокие инстанции, в частности, в Министерство приборостроения, Министерство энергетики УССР, ПО "Электромеханика" (г. Пенза) и ректору Винницкого политехнического института:

"Вашим министерством (ПО "Электромеханика) выпускаются для АЭС КСО М-64 и УЛУ2-ЭВМ, входящие в состав УВС "Комплекс-Титан 2", которые имеют ряд недостатков в части метрологии и помехоустойчивости.

Винницким политехническим институтом и его СКТБ "Модуль" проведены работы, позволяющие создавать КСО ИИС с феноменальными характеристиками, как по помехоустойчивости, так и по метрологии. Для проведения данных работ обеспечено финансирование по линии Госкомитета СССР.

При сочетании разработок ученых Винницы с технологической базой и конструкторами Пензы возможна разработка и изготовление ИИС на уровне лучших мировых стандартов. Проведение промышленных испытаний Ровенская АЭС согласна обеспечить в рамках АСУ ТП на своей площадке.

Для принятия решения по этому вопросу считаем целесообразным проведение совещания в Киеве в марте 1986 г.

Главный инженер А.Д. Яричин"

Любопытно отметить, что это письмо помечено датой 3 марта 1986 г., т.е. оно написано за 1.5 месяца до Чернобыльской катастрофы.

Заседание Президиума Академии Наук УССР

В связи с публикацией статьи «Вот вам и Фибоначчи! Стоит ли загонять в тупик новое научное направление?» (газета "Правда" от 19 ноября 1988 г.), по инициативе Председателя Госкомизобретений **Ивана Семеновича Наяшкова** в конце 1988 г. состоялась моя встреча с Президентом Академии наук УССР **Борисом Евгеньевичем Патонем**. Он внимательно меня выслушал и предложил выступить на заседании Президиума Академии наук УССР. Однако мудрый Патон все же не решился выставлять мой доклад на Президиум без одобрения Института кибернетики. Это мое выступление в Институте кибернетики было далеко не простым, потому что в период моего выступления доктором технических наук Е.И. Брюховичем была сделана попытка опровергнуть «фибоначчиевое» направление. Однако в мою защиту выступили известные доктора наук проф. Кондалев А.И. и Рабинович З.Л. и я получил в целом положительный отзыв Института кибернетики.

Заседание Президиума АН УССР состоялось в июне 1989 г. и мой доклад был центральной темой этого заседания. На заседании присутствовал зам. главного редактора журнала "Вестник АН Украины" В.В. Хохлачев. По его просьбе я написал потом большую статью "По принципу золотой пропорции: перспективный путь развития вычислительной техники". В.В. Хохлачев написал журналистское предисловие к моей статье "Возвращение к истине", в котором ему удалось достаточно хорошо отразить атмосферу того заседания Президиума АН УССР, на котором была представлен *"увлекательный доклад профессора Винницкого политехнического института А.П. Стахова. Уже сам факт создания самоконтролирующихся и отказоустойчивых ЭВМ, о которых рассказывал докладчик, были событием из ряда уникальных. Но настоящую сенсацию вызвало сообщение автора, что к идее нового, надежного поколения вычислительной техники он пришел, исследуя ... структуру древнеегипетских календарей и конструкцию знаменитой пирамиды Хеопса.*

... Реакция на тот доклад А.П. Стахова в Президиуме была немедленной: специальным приказом было организовано научно-исследовательскую лабораторию компьютеров Фибоначчи АН УССР и Минвуза УССР, а у Винницком политехническом институте создано научно-технический центр "Фибоначчи".

... Нам очень хотелось бы, чтобы публикация профессора А.П. Стахова, который по-новаторски использовал древний метод для решения нетрадиционной чрезвычайно

актуальной задачи и поделился своими мыслями о путях, которые привели к созданию нового направления в вычислительной технике, стала примером для новых авторов самобытных, ярких выступлений на страницах "Вестника".

Мне приятно, что В.В. Хохлачев не ошибся в своих прогнозах. Моя статья, опубликованная в первых двух номерах "Вестника" за 1990 г., была признана лучшей статьей журнала по итогам творческого конкурса за 1990 г.

На заседании Президиума присутствовало много выдающихся украинских ученых, академиков, членов Президиума. В дальнейшем они всегда поддерживали мое научное направление своими отзывами и рекомендациями. С чувством глубокой признательности я всегда вспоминаю выдающегося украинского математика академика, Героя Социалистического Труда, почетного директора Института математики АН УССР, члена многих иностранных академий **Юрия Алексеевича Митропольского**, благодаря рекомендациям которого я опубликовал ряд статей в престижных академических журналах, в частности, в журнале «Доклады Академии наук Украины», а затем в «Украинском математическом журнале».

4. Троичные компьютеры и троичная зеркально-симметричная арифметика

Рассуждая о новых информационных технологиях, мы обязаны упомянуть об одном уникальном проекте, выполненном в Московском университете на заре компьютерной эры. Речь идет о троичном компьютере «Сетунь», разработанном под руководством **Николая Петровича Брусенцова**. В основу этого компьютера была положена троичная система счисления с цифрами $\{1,0,\bar{1}\}$. Эта система счисления обладает уникальными математическими свойствами, на которые обратил внимание известный советский компьютерный специалист проф. Д.А. Поспелов еще в 1970 г.:

«Препятствия, стоящие на пути использования троичных систем счисления в вычислительных машинах, - это препятствия технического порядка. До сих пор еще не создано экономичных и эффективных в работе элементов с тремя устойчивыми состояниями. Как только такие элементы будут созданы, по-видимому, большинство вычислительных машин универсального типа и многие специализированные машины будут проектироваться так, чтобы они работали в симметричной троичной системе».

Позже я узнал, что такого же высокого мнения о троичной симметричной системе счисления придерживался и известный американский ученый **Дональд Кнут**.

Следует отметить, что в настоящее время преодолены схмотехнические и технологические трудности, связанные с созданием элементов с тремя устойчивыми состояниями и это вселяет надежду, что современные компьютерные технологии будут использовать троичные компьютеры, обладающие рядом принципиальных преимуществ по сравнению с двоичными «неймановскими компьютерами».

В период моей работы в Ливии (Университет Аль Фатех, 1995-1997) я завершил работу над созданием так называемой «троичной зеркально-симметричной арифметики». Известный международный журнал «The Computer Journal» в 2002 г. опубликовал мою статью по этой арифметике [12]. Эта статья вызвала большой интерес в западной науке. И первым ученым, кто откликнулся на эту публикацию, стал выдающийся американский ученый **Дональд Кнут**, широко известный в мире своими книгами по «искусству программирования». В своем письме проф. Кнут написал, что он наслаждался, читая мою

статью, и что он намерен включить ссылку на эту статью в новое издание своей знаменитой книги «Искусство программирования». Это письмо знаменитого ученого является для меня высшей наградой за разработку новой системы счисления.

Я глубоко убежден, что «троичная зеркально-симметричная арифметика» может стать одним из кирпичиков «Золотой» Информационной Технологии.

5. Новая теория кодирования

По своей узкой специальности я являюсь специалистом в области теории кодирования. В течение многих лет я читал для студентов курс «Теория информации и кодирования». Меня всегда смущала чрезвычайно низкая корректирующая способность классических (алгебраических) корректирующих кодов.

В период моей работы в Мозамбике (Университет Эдуардо Мондлане, 1998-2000) мне попала на глаза книга “Computer security management” (автор Dennis van Tassel), опубликованная издательством “Prentice-Hall”, New Jersey, 1972. В этой книге я обнаружил описание так называемого «матричного» метода кодирования информации. Суть кодирования состояла в представлении исходного сообщения в виде квадратной матрицы с последующим умножением такой матрицы на специальную кодирующую матрицу того же порядка. Декодирование состояло в умножении «кодовой матрицы» на «инверсную» матрицу. Прочитав описанный метод, у меня мгновенно созрела идея использования матриц Фибоначчи для кодирования информации. Теория этого метода изложена в моей статье [13]. Суть нового метода кодирования состоит в умножении исходного сообщения, представленного в матричной форме на «матрицу Фибоначчи» (кодирование); при этом декодирование состоит в умножении «кодовой матрицы» на «инверсную матрицу Фибоначчи».

Как показано в [13], метод кодирования, основанный на умножении исходной матрицы M на «матрицу Фибоначчи», приводит к получению «кодовой матрицы», элементы которой, с одной стороны, связаны соотношением «золотой пропорции», а, с другой стороны, детерминант «кодовой матрицы» связан с детерминантом «исходной матрицы» жестким соотношением, которое состоит в том, что детерминант «кодовой матрицы» совпадает с детерминантом «исходной матрицы» с точностью до знака. Эти соотношения и являются основными «контрольными соотношениями», которые позволяют обнаруживать и корректировать ошибки в кодовой матрице.

Как показано в [13], предложенный метод кодирования-декодирования обладает прямо-таки **фантастической корректирующей способностью, которая превышает потенциальную корректирующую способность классических корректирующих кодов в 1 000 000 и больше раз. Кроме того, в качестве информационных единиц в методе выступают не биты, а числа, являющиеся элементами матриц, при этом теоретически не существует ограничений на значения этих чисел.**

Поэтому предложенный в [13] метод кодирования может быть отнесен к разряду **революционных открытий** в теории кодирования, что может привести к созданию супернадёжных информационно-коммуникационных устройств и систем.

6. Гибридная матричная криптография

В последние годы в книгах и статьях по криптографии появилось одно необычное понятие «гибридная криптография». Что скрывается под этим понятием? Для этого необходимо вспомнить историю современной криптографической науки. Как известно, «революционным» событием в современной криптографии стала статья американских математиков **Diffie, W., Hellman, M. E.** [14]. В этой статье была предложена концепция **«криптографии с открытым или публичным ключом»**, что позволило решить проблему распространения «секретного криптографического ключа» - основную «головную боль» **«криптографии с секретным ключом»**, которую также называют **«симметричной криптографией»**. Начался «бум» увлечения «криптографией с публичным ключом», однако скоро обнаружилось, что «криптография с публичным ключом» обладает существенным недостатком по сравнению с «симметричной криптографией»: **она обладает очень низкой скоростью передачи информации, связанной с очень высокой сложностью алгоритмов шифрации и дешифрации сообщений.** Для разрешения этой проблемы и была выдвинута концепция **«гибридной криптографии»**. В «гибридных криптографических системах» [15, 16] передача «криптографического ключа» и «зашифрованного сообщения» осуществляются с помощью двух криптографических систем – «системы с публичным ключом» («криптографический ключ») и «симметричной криптографической системы» («шифрованное сообщение»). В этой связи вновь появился интерес к новым методам «симметричной криптографии». Одним из них является так называемая «матричная криптография».

Впервые идея **«матричной криптографии»** была описана мною в статье [17]. Для шифрации и дешифрации сообщений использовались так называемые «золотые» квадратные матрицы, элементами которых были так называемые «гиперболические функции Фибоначчи» [18].

Однако, в дальнейшем класс матриц, используемых для шифрации и дешифрации, был значительно расширен на область так называемых **«несобственных» квадратных матриц**, то есть матриц с ненулевым детерминантом. Суть метода состоит в том, что шифрация состоит в умножении исходной матрицы M на некоторую случайно выбранную «несобственную» кодирующую матрицу K того же размера, которая играет роль криптографического ключа, а декодирование состоит в умножении кодовой матрицы $E=M \times K$ на декодирующую матрицу K^{-1} , инверсную к матрице K . Такой метод криптографии, основанный на использовании концепции «гибридной криптографии», сохраняет в себе все преимущества «симметричной криптографии» (высокое быстродействие) и «криптографии с публичным ключом» (высокий уровень криптографической защиты). «Гибридная матричная криптография» может быть использован для криптографической защиты цифровых сигналов в реальном масштабе времени, в частности, на этой основе может быть создан **криптографический мобильный телефон.**

7. Заключение

Рассмотренные выше новые методы обработки информации (помехоустойчивый компьютер Фибоначчи, фибоначчиевые аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, «фибоначчиевые» ситемы регистрации и передачи информации, троичная зеркально-симметричная аифметика, новая теория кодирования и криптографии,

основанные на матричном подходе) могут привести к существенному повышению надежности, помехоустойчивости, точности и метрологической стабильности систем сбора, измерения, передачи, обработки и преобразования информации. Они являются первыми ласточками «Золотой» Информационной Технологии [1-3], которая основана на золотой пропорции, числах Фибоначчи, арифметике Фибоначчи и матрицах Фибоначчи и которая может прийти на смену классической информационной технологии, основанной на «Неймановских компьютерах» и классической двоичной системе счисления. Следует подчеркнуть, что «Золотая» Информационная Технология, описанная в [1-3] может быть эффективно использована для улучшения всех 7 прорывных информационных технологий 21-го века, описанных выше.

Литература:

1. А.П. Стахов, Тьюринг, филлотаксис, математика гармонии и «золотая» информационная технология. Часть 1. Математика Гармонии // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.14876, 16.09.2008 <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/004a/02321089.htm>
2. А.П. Стахов, Тьюринг, филлотаксис, математика гармонии и «золотая» информационная технология. Часть 2. «Золотая» Информационная Технология // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.14878, 19.09.2008 <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/004a/02321090.htm>
3. А.П. Стахов, Автобиографическая повесть: компьютеры Фибоначчи, «Золотая» Информационная Технология, Математика Гармонии и «Золотая» Научная Революция // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.15083, 10.02.2009 <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/004a/02321093.htm>
4. Стахов А.П. Синтез оптимальных алгоритмов аналого-цифрового преобразования. Докторская диссертация. Киевский институт инженеров гражданской авиации, 1972.
5. Стахов А.П. Избыточные двоичные позиционные системы счисления. В кн. Однородные цифровые вычислительные и интегрирующие структуры, вып.2. Изд-во Таганрогского радиотехнического института, 1974 г.
6. А.П. Стахов, Удивительные аналогии между кодом Фибоначчи и генетическим кодом // «Академия Тринитаризма», М., Эл № 77-6567, публ.15090, 13.02.2009 <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0232/009a/02321103.htm>
7. Стахов А.П. Введение в алгоритмическую теорию измерения. Москва, Советское Радио, 1977 г.
8. Стахов А.П. Коды золотой пропорции. Москва, Радио и связь, 1984 г.
9. Помехоустойчивые коды: Компьютер Фибоначчи, Москва, Знание, серия «Радиоэлектроника и связь», вып.6, 1989 г.
10. Стахов А.П., Орлович Ю.П., Сторожук Ю.А., Лихтциндер Б.Я. Кодирование данных в информационно-регистрирующих системах. Киев: Техника, 1985 г.
11. Стахов А.П. Цифровая метрология в кодах Фибоначчи и кодах золотой пропорции. В сб. Современные проблемы метрологии. Москва, Изд-во Всесоюзного заочного машиностроительного института, 1978 г.
12. Stakhov A.P. Brousentsov's ternary principle, Bergman's number system and ternary mirror-symmetrical arithmetic. The Computer Journal 2002, Vol. 45, No. 2: 222-236.
13. Stakhov A.P. Fibonacci matrices, a generalization of the "Cassini formula", and a new coding theory. Chaos, Solitons & Fractals, 2006, Volume 30, Issue 1, 56-66.
14. Diffie, W., Hellman, M. E. New Directions in Cryptography. IEEE Trans. on Information Theory, Vol. IT-22 (1976), 644-654.
15. Mollin, R. A. An Introduction to Cryptography. Second Edition: CRC, Champan & Hall (2001).
16. Hybrid cryptosystems. From Wikipedia, the free encyclopedia.
17. Stakhov, A. The "golden" matrices and a new kind of cryptography. Chaos, Solitons & Fractals, 32(3), (2007), 1138-1146.
18. Stakhov, A., Rozin, B. On a new class of hyperbolic function. Chaos, Solitons & Fractals, 23 (2) (2005), 379-389.

