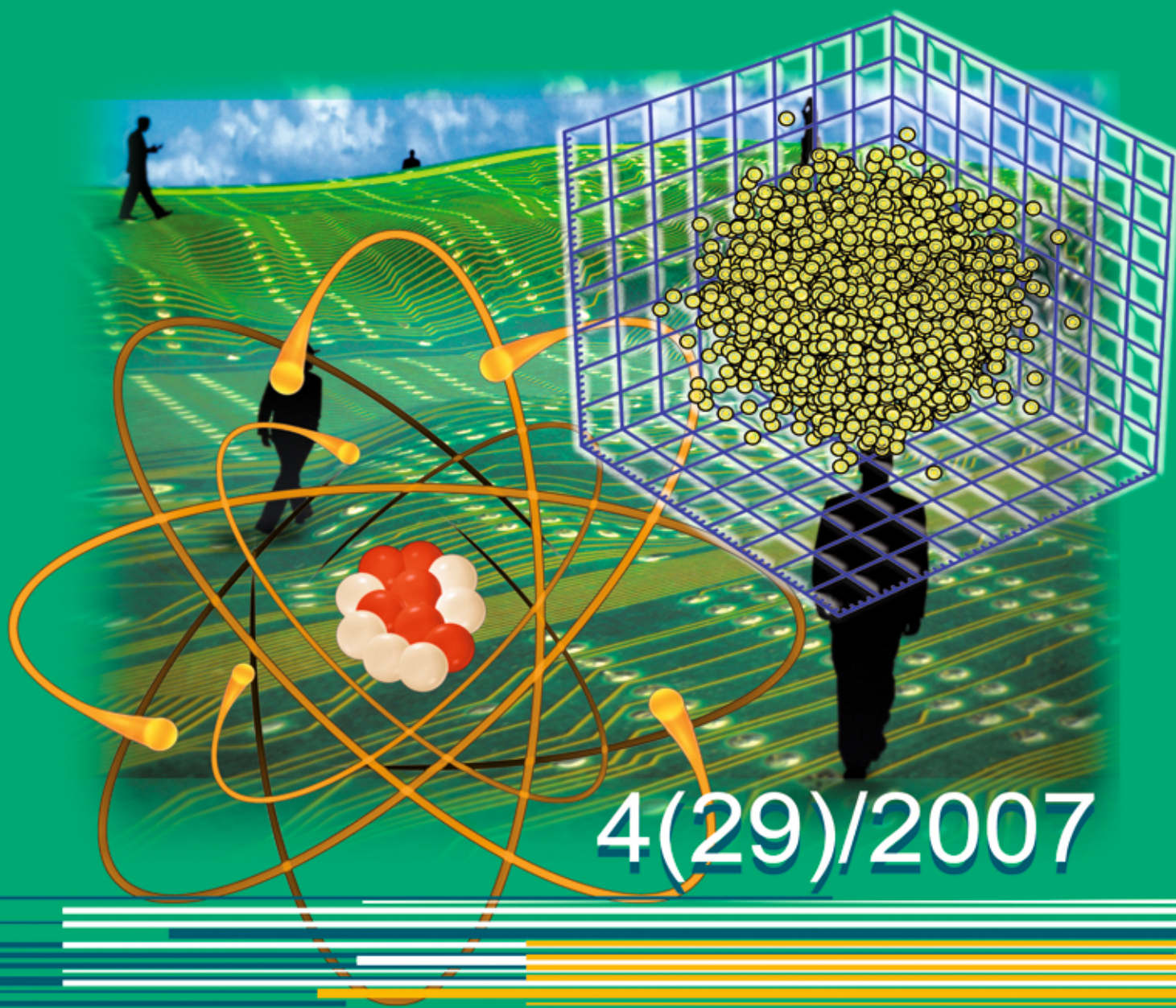


# ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



4(29)/2007

4(29)/2007

# ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ИЗДАНИЕ

## Учредитель

ОАО «Издательство «Политехника»»

## Главный редактор

М. Б. Сергеев,  
доктор технических наук, профессор

## Зам. главного редактора

Г. Ф. Мощенко

## Редакционный совет:

**Председатель** А. А. Оводенко,  
доктор технических наук, профессор  
В. Н. Васильев,  
доктор технических наук, профессор  
В. Н. Козлов,  
доктор технических наук, профессор  
Ю. Ф. Подоплекин,  
доктор технических наук, профессор  
Д. В. Пузанков,  
доктор технических наук, профессор  
В. В. Симаков,  
доктор технических наук, профессор  
А. Л. Фрадков,  
доктор технических наук, профессор  
Л. И. Чубраева,  
доктор технических наук, профессор, чл.-корр. РАН  
Р. М. Юсупов,  
доктор технических наук, профессор, чл.-корр. РАН

## Редакционная коллегия:

В. Г. Анисимов,  
доктор технических наук, профессор  
Е. А. Крук,  
доктор технических наук, профессор  
В. Ф. Мелехин,  
доктор технических наук, профессор  
А. В. Смирнов,  
доктор технических наук, профессор  
В. И. Хименко,  
доктор технических наук, профессор  
А. А. Шалыто,  
доктор технических наук, профессор  
А. П. Шепета,  
доктор технических наук, профессор  
З. М. Юлдашев,  
доктор технических наук, профессор

## Редактор:

А. Г. Ларионова

## Корректор:

Т. В. Звертановская

## Дизайн:

М. Л. Черненко, А. Н. Колешко

## Компьютерная верстка:

Т. М. Каргапольцева

## Ответственный секретарь:

О. В. Муравцова

## Адрес редакции:

190000, Санкт-Петербург;

Б. Морская ул., д. 67, ГУАП, РИЦ

Тел.: (812) 494-70-36

Факс: (812) 494-70-18

E-mail: 80x@mail.ru; ius@aanet.ru

Сайт: www.i-us.ru

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12412 от 19 апреля 2002 г.

Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук».

Журнал распространяется по подписке. Подписку можно оформить через редакцию, а также в любом отделении связи по каталогам: «Пресса России» – № 42476; «Роспечать» («Газеты и журналы») – № 15385

© Коллектив авторов, 2007

## ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

**Тихонов Э. П.** Алгоритмическое описание и сравнительный анализ свойств сигма-дельта АЦП (Часть 1) 2

**Великохатко Ю. П., Мионов А. А.** Однозначно раскрашиваемые графы с минимумом ребер 13

**Павлов В. С., Савинов М. В.** Синтез дискриминатора пеленгационной системы с эллипсообразным расположением точек приема 17

## ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

**Степанов О. Г., Шалыто А. А., Шопырин Д. Г.** Предметно-ориентированный язык автоматного программирования на базе динамического языка RUBY 22

**Новиков Ф. А., Степанян К. Б.** Язык описания диаграмм 28

## КОДИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

**Андреев С. Д., Семенов С. А., Тюрликов А. М.** Методики оценки параметров радиоканала 37

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И СРЕДЫ

**Савищенко Н. В.** Помехоустойчивость модемов с двумерными сигнальными конструкциями по точным формулам вероятности ошибки в канале без замираний и с общими четырехпараметрическими замираниями 44

## ХРОНИКА И ИНФОРМАЦИЯ

**Ведерников Ю. В., Матросов В. В.** Системный анализ. Взгляд на прошлое и настоящее 55

V Санкт-Петербургская межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России — ИБРР-2007» 58

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

59

## АННОТАЦИИ

62

ЛР № 010292 от 18.08.98.

Сдано в набор 25.06.07. Подписано в печать 20.08.07. Формат 60×84/8.

Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookC. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,0. Уч.-изд. л. 9,0. Тираж 1000 экз. Заказ 392.

Оригинал-макет изготовлен  
в редакционно-издательском центре ГУАП.  
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в редакционно-издательском центре ГУАП.  
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.



УДК 681.314

## АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СВОЙСТВ СИГМА-ДЕЛЬТА АЦП (Часть 1)

Э. П. Тихонов,

канд. техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет

*Предложено аналитическое описание алгоритма работы сигма-дельта АЦП в виде нелинейного отображения, на основании которого осуществлено исследование его характеристик и выполнен аналитическими методами и посредством имитационного моделирования сравнительный анализ особенностей его функционирования.*

*We propose a non-linear mapping that describes the algorithm of work of the delta-sigma analog-to-digital converter. This model is used to investigate the characteristics of the converter and give a comparative analysis of its features.*

Известно, какую роль играют в информационных технологиях средства преобразования форм информации, в том числе различные типы и модификации аналого-цифровых преобразователей (АЦП), составляющие заметную долю продукции на современном рынке электронных компонентов [1–8]. Именно поэтому это направление в информационных технологиях обуславливает теоретический интерес, так как не только способствует дальнейшему совершенствованию АЦП, а и содействует обоснованному выбору типа АЦП с учетом требований решаемой технической задачи. Для этого необходимо знать, по возможности, все нюансы, связанные с особенностями работы соответствующего типа АЦП. Не останавливаясь на анализе различных способов реализации и разнообразных видах алгоритмов аналого-цифрового преобразования, лежащих в основе соответствующих типов АЦП, рассмотренных, например, в работах [1, 2, 7, 9–11], подвергнем анализу особенности алгоритма функционирования широко разрекламированного, высокоточного так называемого сигма-дельта ( $\Sigma\Delta$ ) АЦП [1–3, 7, 8]. В дальнейшем под понятием функционирования подразумевается смена состояний анализируемого прибора или устройства по определенным правилам, законам или алгоритмам в зависимости от значения входного сигнала.

В современной, в основном технической литературе, а также в публикациях фирм-производи-

телей данного типа АЦП (например, фирмы Analog Devices) даются, как правило, технические сведения и отрывочные данные о свойствах и особенностях работы  $\Sigma\Delta$  АЦП [2, 4–6]. В то же время вызывает теоретический интерес принцип функционирования, свойства и подробный аналитико-имитационный сравнительный анализ адекватного алгоритма функционирования  $\Sigma\Delta$  АЦП, который обеспечивает по сравнению с другими типами АЦП, по данным фирм-производителей, его очень высокую разрядность (до 24) в результатах аналого-цифрового преобразования. Но для такого анализа необходимо в математической форме описать и в явном виде представить соответствующий адекватный алгоритм, отсутствие которого затрудняет полное понимание специфики и сущности работы  $\Sigma\Delta$  АЦП даже у самих инженеров-разработчиков. Различные модификации основной схемы  $\Sigma\Delta$  АЦП, естественно, будут приводить к некоторой модификации алгоритма функционирования основной схемы  $\Sigma\Delta$  АЦП.

Прежде чем составить аналитическое представление алгоритма работы  $\Sigma\Delta$  АЦП, рассмотрим основной вариант его структурной схемы с кратким описанием ее принципа действия. На рис. 1 изображена наиболее распространенная структурная схема  $\Sigma\Delta$  АЦП [2]. Приведем краткое описание принципа действия схемы. Входной аналоговый сигнал  $x_{вх}$  поступает на суммирующий вход ана-