

# ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

5(42)/2009



5(42)/2009

# 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. Шелета,  
доктор технических наук, профессор  
З. М. Юлдашев,  
доктор технических наук, профессор

**Редактор:** А. Г. Ларионова  
**Корректор:** Т. В. Звертановская  
**Дизайн:** А. Н. Колешко, М. Л. Черненко  
**Компьютерная верстка:** С. В. Барашкова  
**Ответственный секретарь:** О. В. Муравцова

**Адрес редакции:** 190000, Санкт-Петербург,  
Б. Морская ул., д. 67, ГУАП, РИЦ  
Тел.: (812) 494-70-44  
Факс: (812) 494-70-18  
E-mail: 80x@mail.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: «Роспечать»: № 48060, № 15385; «Пресса России»: № 42476.

© Коллектив авторов, 2009

## ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

- Тихонов Э. П.** Модифицированные алгоритмы и классификация аналого-цифровых преобразователей. Часть 3: Нейроподобные и другие варианты алгоритмов 2  
**Волков В. Ю., Турнецкий Л. С.** Пороговая обработка для сегментации и выделения протяженных объектов на цифровых изображениях 10

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

- Шереметов Л. Б.** Децентрализованное управление адаптивными сетями поставок на основе теории коллективного интеллекта и агентной технологии. Часть 2: Многоагентная среда моделирования и оптимизации сетей поставок 14  
**Бритов Г. С., Лупал А. В.** Вероятностный анализ состояний idf3-моделей технологических процессов 21  
**Шмидт И. А., Кавалеров Б. В., Один К. А., Шигапов А. А.** Сопряжение программных сред в задачах моделирования и тестирования систем управления энергетическими газотурбинными установками 25

## ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

- Ронжин А. Л., Карпов А. А., Кагиров И. А.** Особенности дистанционной записи и обработки речи в автоматах самообслуживания 32  
**Лебедев И. С.** Построение шаблонов кода по текстам спецификаций 39  
**Бураков В. В.** Управление качеством программных средств 43

## КОДИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

- Койгеров А. С., Забузов С. А., Дмитриев В. Ф.** Исследование корреляционного метода для решения задачи антиколлизии для систем радиочастотной идентификации на ПАВ 48

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И СРЕДЫ

- Свешников О. В.** Компенсация влияния переотражений от подстилающей поверхности при автосопровождении морских объектов под крупными углами визирования 56  
**Мочалов В. А.** Алгоритмы оценки надежности структуры сенсорной сети 61

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

- Безмен Г. В., Колесов Н. В.** Функциональное диагностирование линейных динамических систем с использованием нечеткого анализа 67

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

- Брейман А. Д., Зерний А. Ю., Казьмин Б. В.** Исследование проблем интеграции в распределенных системах унаследованных приложений с использованием асинхронного пи-исчисления 74

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЕ

- Алсынбаева Л. Г.** Об одном подходе к автоматизированной генерации тестовых заданий для контента инструктивного типа 79

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

- Небылов В. А.** Методы и средства оптимизации режима посадки морского летательного аппарата 84

## ХРОНИКА И ИНФОРМАЦИЯ

- III Международный семинар по системам множественного доступа «МАСОМ-2010» 87

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

## АННОТАЦИИ

ЛР № 010292 от 18.08.98.  
Сдано в набор 21.08.09. Подписано в печать 25.09.09. Формат 60×84/8.  
Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookC. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 11,4. Уч.-изд. л. 13,8. Тираж 1000 экз. Заказ 676.

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

# МОДИФИЦИРОВАННЫЕ АЛГОРИТМЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ<sup>1</sup>

## Часть 3: Нейроподобные и другие варианты алгоритмов

**Э. П. Тихонов,**

канд. техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Предложено аналитическое описание различных модификаций алгоритмов аналого-цифровых преобразователей, включая мажоритарный и нейроноподобный принцип обработки информации, на базе которых выполнен сравнительный анализ их свойств, доведенных до численных результатов, и разработана классификационная схема аналого-цифровых преобразователей.

**Ключевые слова** — аналого-цифровой преобразователь, функция активации, квант, помеха, погрешность, нейронный алгоритм, измерение.

Алгоритмы (10) (см. ч. 2) используют индикаторную и знаковую функции сравнения входного сигнала с уравнивающей величиной. Возникают вопросы: можно ли применять другие виды функции сравнения, например такие, которые используются в нейронных сетях со специфическим названием «функции активации» [8], и сохранится ли при этом основное предназначение алгоритма для преобразования аналоговой величины в цифровой код, а если сохранится, то в каком виде? Уместен также вопрос о возникновении подобной ситуации в реальных АЦП.

Для поиска ответов на поставленные вопросы необходимо кратко ознакомиться с основными свойствами функций активации. Функции активации должны обладать монотонностью и дифференцируемостью в области определения, соответствующей интервалу (1, -1) либо (0, 1), — общими свойствами, присущими этим функциям.

По аналогии с биологическими нейронами наибольшее распространение в известных математических моделях нейронов получили следующие виды функции активации [8, 11]:

— экспоненциальные функции  $\psi_s\{\gamma\} = \exp(-\gamma\alpha)$ ,  $\alpha = \text{const}$ ;

— функция гиперболического тангенса  $\psi_s\{\gamma\} = (\exp(\alpha\gamma) - \exp(-\alpha\gamma)) / (\exp(\alpha\gamma) + \exp(-\alpha\gamma))$ ;

— сигмоидные функции вида  $\psi_s\{\gamma\} = (1 - \exp(-\alpha\gamma)) / (1 + \exp(-\alpha\gamma))$ , в том числе используемые

для описания идеальной функции сравнения — знаковые функции;

— несимметричные относительно нуля сигмоидные функции вида  $\psi_h\{\gamma\} = 1 / (1 + \exp(-\alpha\gamma))$ ;

— для описания идеальной функции сравнения — индикаторные функции.

Переменная  $\gamma$  определяется разностью между уравнивающей величиной и входным сигналом, а параметр  $\alpha$  характеризует степень «крутизны» функции активации. Чем больше значение параметра  $\alpha$ , тем выше крутизна функции активации (рис. 12). Из анализа формул, описывающих функции активации, следует, что с увеличением параметра  $\alpha$  соответствующие функции активации стремятся к знаковой или индикаторной функции. Идеальная реализация этих функций сравнения электронными техническими средствами в виде знаковой или индикаторной функции, какими бы они хорошими частотными характеристиками не обладали, практически невозможна. Именно поэтому в силу инерционности реальных сравнивающих устройств в них реализуются функции сравнения в той или иной степени близости к указанным функциям активации. При этом единица приписывается положительному, а ноль — отрицательному или нулевому значению функции сравнения. С этой точки зрения все рассмотренные выше алгоритмы аналого-цифрового преобразования с идеальными функциями сравнения (индикаторной или знаковой) являются предельным случаем алго-

<sup>1</sup> Окончание. Начало в № 1 и 2, 2009 г.