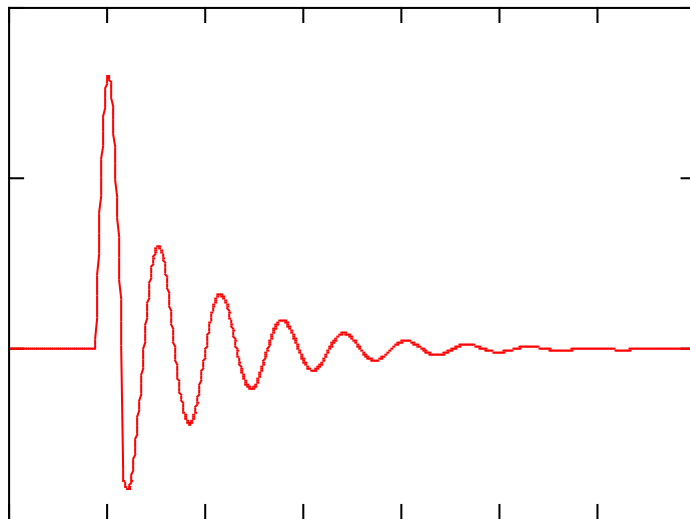


О. Д. Азаров, А. В. Снігур

**БАГАТОКАНАЛЬНІ ІВС
ОПРАЦЮВАННЯ
СТРИБКОПОДІБНИХ СИГНАЛІВ
НА БАЗІ АЦП ІЗ ВАГОВОЮ
НАДЛИШКОВІСТЮ**



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О. Д. Азаров, А. В. Снігур

**БАГАТОКАНАЛЬНІ ІВС
ОПРАЦЮВАННЯ СТРИБКОПОДІБНИХ
СИГНАЛІВ НА БАЗІ АЦП ІЗ ВАГОВОЮ
НАДЛИШКОВІСТЮ**

Монографія

УНІВЕРСУМ – Вінниця
2008

УДК 681.518+621.317.3
А 35

Рецензенти:

Є. Т. Володарський, доктор технічних наук, професор
О. М. Роїк, доктор технічних наук, професор

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 6 від 20. 12. 2007 р.)

Азаров О. Д., Снігур А. В.
А 35 Багатоканальні ІВС опрацювання стрибкоподібних сигналів на базі АЦП із ваговою надлишковістю: Монографія. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. — 138 с.

ISBN 966-641-641-

У монографії розглянуто теоретичні та практичні питання розробки високоточних швидкодіючих ІВС для опрацювання стрибкоподібних сигналів, вимірвальні канали яких самокалібруються. Проаналізовано статичні та динамічні похибки, що виникають у каналах при вимірюванні рівнів цих сигналів. Описано методи підвищення точності та швидкодії систем для їх опрацювання.

Книгу розраховано на науковців, аспірантів та інженерів, які займаються розробкою високоточних швидкодіючих інформаційно-вимірвальних систем, систем реєстрування й обробки аналогових сигналів.

УДК 681.518.5:615.814.1

ISBN 966-641-641-

© О. Азаров, А. Снігур, 2008

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ІВС ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ СТРИБКОПОДІБНИХ СИГНАЛІВ.....	9
1.1. Галузі застосування ІВС для опрацювання стрибкоподібних сигналів. Характеристики сигналів.....	9
1.2. Структурно-архітектурна організація ІВС для опрацювання стрибкоподібних сигналів.....	14
1.3. Методи підвищення точності і швидкодії ІВС для опрацювання стрибкоподібних сигналів.....	25
1.4. Аналіз особливостей побудови вимірювальних каналів систем опрацювання стрибкоподібних сигналів. Вибір методу аналого-цифрового перетворення.....	29
2. ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ІВС НА БАЗІ ПОРОЗРЯДНОГО АЦП ІЗ ВАГОВОЮ НАДЛИШКОВІСТЮ.....	33
2.1. Математичні моделі стрибкоподібних сигналів і вимоги щодо процедур їх дискретизації і квантування.....	33
2.2. Обґрунтування структурної організації вимірювальних каналів.....	39
2.3. Аналіз динамічних похибок, що виникають у вимірювальному каналі під час квантування стрибкоподібних сигналів...48	
2.4. Підвищення швидкодії каналу на базі АЦП із ваговою надлишковістю шляхом компенсації динамічних похибок другого роду.....	54
2.5. Адаптивне опрацювання стрибкоподібних сигналів.....	62
2.6. Порівняльні оцінки підвищення швидкодії вимірювального каналу на базі АЦП із ваговою надлишковістю.....	66
3. КОРИГУВАННЯ СТАТИЧНИХ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ІВС НА БАЗІ АЦП ІЗ ВАГОВОЮ НАДЛИШКОВІСТЮ.....	72
3.1. Аналіз коригованих і некоригованих похибок вимірювальних каналів.....	72

3.2. Коригування похибки зміщення нуля.....	77
3.3. Коригування похибки масштабу.....	81
3.4. Коригування похибки лінійності АЦП.....	87
3.5. Моделі підсумкових похибок вимірювального каналу, що самокалібрується.....	89
4. СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ІВС ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ СТРИБКОПОДІБНИХ СИГНАЛІВ.....	94
4.1. Рекомендації щодо структурної організації ІВС для опра- цювання стрибкоподібних сигналів.....	94
4.2. Особливості структурної організації та алгоритми функціо- нування високоточних швидкодіючих систем для дослід- ження стрибкоподібних сигналів.....	102
4.2.1. Інформаційно-вимірювальна система для дослідження сеймосигналів.....	102
4.2.2. Інформаційно-вимірювальна система для дослідження акустичних сигналів	106
4.2.3. Інформаційно-вимірювальна система для дослідження сигналів із точок акупунктури.....	110
4.3. Рекомендації щодо використання програмного забезпе- чення для опрацювання стрибкоподібних сигналів.....	120
ЛІТЕРАТУРА.....	124

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- АЦЗ – апарат цифрового запису;
- АЦП – аналого-цифрові перетворювачі;
- БК – блок керування;
- ВАХ – вольт-амперна характеристика;
- ВК – вимірювальний канал;
- Д – дисплей;
- ІВС – інформаційно-вимірювальні системи;
- ІФ – інтерфейс;
- КК – комутатор каналів;
- КТ – контрольні точки;
- ММ – математичні моделі;
- НПСЧ – надлишкові позиційні системи числення;
- ОВ – об'єкт вимірювання;
- ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій;
- П – підсилювач;
- ПВЗ – пристрій вибірки і зберігання;
- ПІ – перетворювач інформації;
- ПК – персональний комп'ютер;
- ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій;
- САЦП – самокалібрований аналого-цифровий перетворювач;
- СЦОП – спеціалізований цифровий обчислювальний пристрій;
- ТА – точки акупунктури;
- Ф – фільтр;
- ЦАПд – додатковий цифроаналоговий перетворювач.

ВСТУП

На точність та швидкодію інформаційно-вимірвальних систем (ІВС) опрацювання стрибкоподібних сигналів, рівні яких швидко змінюються, значний вплив здійснює розробка та подальший розвиток методів коригування статичних та компенсації динамічних похибок їх вимірвальних каналів (ВК). За допомогою ІВС опрацювання зазначених сигналів здійснюється пошук корисних копалин у сейсморозвідці, оцінювання акустичної якості приміщення, аналіз параметрів звукових трактів та визначення стану здоров'я людини за рівнями таких сигналів, отриманих з точок акупунктури (ТА). Одним з основних питань, що виникає при побудові зазначених багатоканальних ІВС є підвищення точності та швидкодії даних систем. Сучасні методи підвищення точності та швидкодії існуючих систем для опрацювання стрибкоподібних сигналів є складними і пов'язані із введенням до структури ІВС додаткової прецизійної апаратури. При цьому у ВК таких систем як правило використовуються двійкові перетворювачі інформації (ПІ), в яких виникають динамічні похибки першого та другого роду при кодуванні сигналів. Щодо інших елементів каналу, окрім ПІ, то можна зазначити, що додатково мають місце похибки, що вносять комутатор каналів (КК) ІВС. Така ситуація може призводити до істотних похибок вимірювань.

Автоматизоване опрацювання стрибкоподібних сигналів за допомогою ІВС базується на вимірюванні їх відповідних інформативних параметрів. Отримані результати можуть подаватися до персонального комп'ютера (ПК) для наступного їх опрацювання згідно з відповідними математичними моделями (ММ) та подальшою візуалізацією. Отже, у випадку забезпечення коректного опрацювання сигналів, виникають питання аналізу даних стрибкоподібних сигналів на основі їх ММ, побудови моделей похибок, зокрема, динамічних другого роду, покращення характеристик використовуваних ІВС для зменшення похибок у кінцевих результатах дослідження. Сучасний напрямок розвитку вимірвальних систем опрацювання стрибкоподібних сигналів у значній мірі визначають поширені відповідні методи їх досліджень, які базуються на аналізі безпосередньо значень струмів

та потенціалів [1], [2] або електричних еквівалентів їх сигналів із датчиків. В межах цих методів, вирішення кожного з перерахованих вище питань здійснюється з певними особливостями. Тут можна відмітити як колишні радянські, українські [3-12], так і закордонні праці [13-23]. Плідна робота, висвітлена у представлених працях має своє позитивне значення. Отже, у згаданих методах виконується аналіз значень рівнів сигналів, отриманих за допомогою відповідних пристроїв, систем із датчиків [16, 24], а також аналіз характеристик стрибкоподібних сигналів на основі їх ММ для подальшого використання результатів у підходах оцінювання їх параметрів за допомогою ІВС. Оцінювання може полягати, зокрема, у визначенні певного діапазону допустимих значень вимірних рівнів струму, напруги [25], а також пов'язано з аналізом додаткових параметрів, наприклад часу запізнення отримання вимірювальної інформації з датчиків.

Зменшення похибок при опрацюванні стрибкоподібних сигналів безпосередньо пов'язано як із покращенням характеристик відповідних використовуваних ІВС, так із підходами такого опрацювання. Додаткова похибка в цьому випадку може бути привнесена під час використання методів, які базуються на впливі тестовим струмом на об'єкт дослідження [25], що стосується точок акупунктури. Щодо питання апаратурних характеристик, то тут можна відмітити, “ядром” ІВС, наприклад описаних у [25, 27], які використовуються в існуючих підходах опрацювання сигналів, є звичайні двійкові АЦП. Ці системи також характеризуються відносно великою кількістю апаратурних витрат, що пов'язано, зокрема, із складними методами корекції похибок. У ІВС, що розглядаються, також недостатня увага приділяється питанню подальшого покращення метрологічних характеристик вказаних вище ПІ – точності та швидкодії, а також коригуванню похибок ВК системи, із зменшенням при цьому апаратурних витрат, зокрема, статичних, компенсації динамічних – першого та другого роду, від чого залежать характеристики системи в цілому, здатність її функціонувати у польових умовах при здійсненні сейсмозв'язки (шляхом відновлення метрологічних характеристик), зменшення похибки вимірювання та загальна ефективність дослідження.

Порівняно з описаними вище підходами, за допомогою яких у

свій час виконувалося опрацювання стрибкоподібних сигналів з використанням ІВС, на сьогоднішній день для здійснення більш коректного дослідження необхідно враховувати додаткові чинники та обставини. Так поряд із типовими інформативними параметрами (рівні струму, напруги) потрібно використовувати й інші, наприклад “піки” у сигналах [28, 29]. При цьому, базуючись на ММ стрибкоподібних сигналів, також необхідно більш точно підійти до обґрунтування структурно-алгоритмічної організації ВК, а також ІВС у цілому.

Для зменшення похибок у кінцевих результатах дослідження порівняно з існуючими підходами, потрібно підвищувати точність та швидкодію ІВС із зменшенням при цьому апаратних витрат, тобто необхідно здійснювати багатократні вимірювання рівнів струму, напруги сигналів із усередненням отриманих даних, коригувати статичні похибки ВК, компенсувати динамічні, зокрема, першого та другого роду, відновлювати метрологічні характеристики апаратури не використовуючи додаткового обладнання та окрему увагу приділяти питанню підвищення точності та швидкодії АЦП у складі ВК. Вирішенням питання підвищення точності вимірювань ІВС займалися наукові школи Є. Т. Володарського та Ю. М. Туза [30–33], В. А. Поджаренка та В. В. Кухарчука [34–36]. Вирішенням питання побудови системних ПІ у складі ВК плідно займалися наукові школи А. І. Кондалєва [37–41]; В. М. Шляндіна [42–44], Б. І. Швецького [45–47], О. Д. Азарова [48–50] та інші [51–79]. Паралельно з радянськими та українськими дослідженнями існували і закордонні [80–93]. У теперішній час підвищити точність та швидкодію ІВС та АЦП у комплексі можна шляхом використання інформаційної (вагової) надлишковості, зокрема, у вигляді надлишкових позиційних систем числення (НПСЧ) [94]. При цьому зазначені АЦП можуть бути побудовані на неточній елементній базі (за спрощеною технологією із певною відносною похибкою формування ваг розрядів, яка може на порядок і більше перевищувати підсумкову похибку вимірювання) без використання лазерного припасування параметрів аналогових вузлів. Отже, базуючись на описаному вище, можна відзначити актуальність проблеми створення ІВС на базі АЦП із ваговою надлишковістю для вирішення певного класу задач – опрацювання стрибкоподібних сигналів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клаербоут Д. Ф. Теоретические основы обработки геофизической информации. – М.: Недра, 1981. – 230 с. ил.
2. Табеева Д. М. Руководство по иглорефлексотерапии. – М.: Медицина, 1982. – 560 с. ил.
3. Подшибякин А. К. Значение активных точек кожи для эксперимента и клиники. Автореф. дисс. д-ра мед. наук. – Киев, 1960. – 31с.
4. Нечушкин А. И. Электростимуляция и электроакупунктура при некоторых заболеваниях аппарата движения. // Методические рекомендации. – М. 1977. – 18 с.
5. Жуков А. П., Шнеерсон М. Б. Адаптивные и нелинейные методы сейсморазведки. – М.: Недра, 1998. – 100 с. ил.
6. Хмелевской В.К., Попов М.Г., Калинин А.В. Геофизические методы исследования. – М.: Недра, 1998. – 230 с. ил.
7. Мачерет Е. Л., Самосюк Е. З. Руководство по рефлексотерапии. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 304 с.
8. Вельховер Е. С., Никифоров В. Г. Очерки клинической рефлексологии. – М.: Медицина, 1984. – 224 с.
9. Колесников А. Е. Акустические измерения. – Л.: Судостроение, 1983. – 240 с.
10. Рейхард В. Акустика общественных зданий / Пер. с нем. – М.: Стройиздат, 1984. – 355 с.
11. Хмелевской В. К. Краткий курс разведочной геофизики. М.: Изд-во МГУ. – 2005. – 154 с.
12. Макац В. Г., Макац Д. В., Нагайчук В. И. Функционально-энергетическая система биологических объектов (теория и ошибки китайской Чжень-цзю терапии). – Винница: Велес, 2002. – 155 с.
13. Asabane Kobei Method of Hinaishin. Tokio, 1956., 124 p.
14. Hyodo M. D. Ryodoraku treatment and objective approach to acupuncture. – Osaka, Japan, 1975.
15. Ando Y. Concert hall acoustics. – Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo, Springer-Verlag, 2005.

16. Stone D. G. Decomposition of seismic traces // The 49th Annual Meet. Soc. Exploration Geophysicist, preprint via SEG, 3707 East 51st St. Tulsa, OK, 1979

17. Kozyrev V., Zhukov A., Korotkov I., Zhukov A. An interactive solution for resolving mid-wavelength statics anomalies.// Leading Edge, p.270-274, March 2005.

18. Hubral P., Krey T. Interval velocities from seismic reflection time measurements. Tulsa, OK: Soc. of Exploration Geophysicist Press, 2000.

19. The 15th Annual international symposium on acupuncture and electro-therapeutics: Materials of a symposium. – New York, 1999, 235 p.

20. How new researches can enhance the speed and effectiveness of acupuncture: Materials of a symposium on acupuncture. - Atlanta, GA, 2005. – 230 p.

21. Filipowicz W. A. The application of modern acupuncture techniques and methods on children with cerebral palasy. // Am. Acupuncture. – 1991. – N 15. – P. 5-9.

22. Litscher G, Wang L, Yang N, Schwarz G. Computer-controlled acupuncture. Quantification and separation of specific effects. // Neurol Res. – 1999. – N 6. – P. 4-53.

23. Lao L. Acupuncture techniques and devices. // Altern. Compl. Med. – 1996. – N 2. – P. 5-23.

24. Мирошниченко Н.В., Пинчук В.В. Алгоритмы электропунктурной диагностики и медикаментозного тестирования при применении модифицированной методики Р. Фолля. – Симферополь: Меди-сса. 1999. – 12 с.

25. Власюк А. І. Система контролю активності акупунктури людини: автореф. дис. канд. техн. наук / ВДТУ – Вінниця, 1999. – 21с.

26. Сейсморазведка. Справочник. – М: Недра, 2002. – 264 с.

27. Бугаев С.А., Трянин А.П., Хацкелевич А.Я., Черкашенко В.Н. Проблемы измерения электрических параметров в области точек акупунктуры. // Технические аспекты рефлексотерапии и систем диагностики. Сб. науч. трудов. – Калинин: КГУ, 1984. – С 102 – 111.

28. Garotta R. Shear waves from acquisition to interpretation.//SEG

Distinguished Instructor Series, No. 3, 2005.

29. Исаулов Ю. Ф., Гримак Л. П., Загрядский В. А. Влияние психической саморегуляции на динамику электрических характеристик точек акупунктуры // Теория и практика рефлексотерапии. – Саратов, 1981. – С 29 – 34.

30. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко, Г. Б. Сердюк. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 119с.

31. Володарський Е. Т., Харченко И. А. Неопределенность измерений и достоверность контрольных испытаний // Вісті Академії інженерних наук України. – 2005. – № 1 – С. 83-89.

32. Володарський Є. Т., Литвиненко О. М. Послідовні алгоритми контролю // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – № 3 – С. 23-29.

33. Туз Ю. М. Структурные методы повышения точности измерительных устройств. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1976. –285 с.

34. Поджаренко В. О., Кухарчук В. В. Вимірювання і комп'ютерно-вимірювальна техніка. – К.: УМК ВО, 1991. – 240с.

35. Метрологія та вимірювальна техніка. В. О. Поджаренко, В. В. Кухарчук, О. І. Ігнатенко. – Вінниця: ВДТУ, 2000. – 65с.

36. Поджаренко В. О., Кухарчук В. В. Метрологічні основи комп'ютерно-вимірювальної техніки. – К.: УМК ВО, 1989. – 216с.

37. Кондалев А. И. Системные преобразователи формы информации компьютерного типа. – К.: Наук. думка, 1974. – 334с.

38. Высокопроизводительные преобразователи формы информации. /А. И. Кондалев, В. А. Багацкий, В. А. Романов, В. А. Фабричев – К.: Наук. думка, 1987. – 280с.

39. Вонятыцкий А. Ю, Кондалев А. И. Статистические модели цифро-аналоговых преобразователей на источниках тока: Препр. / АН УССР. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова: 88-64. – К: 1988. – 21 с.

40. Преобразователи формы информации для малых ЭВМ / А. И. Кондалев, В. А. Багацкий, В. А. Романов, В. А. Фабричев. – К.: Наукова думка, 1982. – 312с.

41. Кондалев А. И., Романов В. А., Багацкий В. А., Клочан П. С. Вклад Украины в развитие системных преобразователей фо-

рмы информации // Труды Междунар. симпозиума “Компьютеры в Европе. Прошлое, настоящее и будущее”. – К.: ИК НАН Украины. – 1998. – 130с.

42. Цифровые измерительные преобразователи и приборы. / Под ред. В.М. Шляндина. – М: Энергия, 1972. – 400 с.

43. Цифровые измерительные преобразователи и приборы. / Под ред. В.М. Шляндина. – М: Высш. шк., 1973. – 280 с.

44. Шляндин В. М. Цифровые измерительные устройства. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1981. – 335 с.

45. Швецкий Б. И. Электронные измерительные приборы с цифровым отсчетом. – К.: Техніка, 1970. – 204 с.

46. Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы. – К.: Техніка, 1981. – 247с.

47. Швецкий Б.И. Электронные цифровые приборы. – К.: Техніка, 1991. – 191 с.

48. Высокопроизводительные преобразователи информации на основе избыточных систем счисления: Учеб. пособие / Сост. А. П. Стахов, А. Д. Азаров, В. П. Марценюк и др.; Под общей ред. д-ра техн. наук А. П Стахова. – К.: УМК ВО, 1988. – 180с.

49. Избыточные системы счисления, моделирование, обработка данных и системное проектирование в технике преобразования информации: Учеб. пособие / В. А. Поджаренко, А. Д. Азаров, В. А. Власенко, И. И. Коваленко. – К.: Вища шк., 1990. – 208с.

50. Азаров А.Д. Исследование принципов построения и разработка преобразователей информации на основе кодов с иррациональными основаниями: Автореф. дисс. канд. техн. наук.: 05.11.16 / ХИРЭ. – Харьков, 1980. – 16с.

51. Моисеев В.И. Разработка и исследование высокоточных АЦП и ЦАП на основе избыточных измерительных кодов: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.05 / РИО ИК АН УССР – К., 1984. – 16с.

52. Марценюк В.П. Разработка и исследование высокопроизводительных АЦП для прецизионных систем весоизмерения: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.05 / РИО ИК АН УССР. – К., 1985. – 16с.

53. Крупельницкий Л. В., Азаров О. Д. Аналого-цифрові при-

строї систем, що самокоригуються, для вимірювань і оброблення низькочастотних сигналів: Монографія. / Під заг. ред. О. Д. Азарова. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005 – 167 с.

54. Коваленко Е.А. Разработка и исследование самокалибрующихся вычислительных АЦП и ЦАП для систем цифровой обработки аналоговой информации. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.05 / Винниц. гос. техн. ун-т. – Винница, 1997. – 16с.

55. Захарченко С.М. Исследование и разработка самокалибрующихся АЦП с накопителем заряда на основе избыточных позиционных систем счисления. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.08 / Винниц. гос. техн. ун-т. – Винница, 1997. – 16 с.

56. Біліченко Н.О. Високоточні аналого-цифрові перетворювачі з перерозподілом заряду на основі інформаційної надлишковості. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.05 / Вінницький державний технічний ун-т. – Вінниця, 2001. – 16с.

57. Аналого-цифровые комплексы: Учеб. пособие / В.Б. Смоллов, А. В. Анисимов, Р.Ш. Исмаилов и др. – Л.: ЛЭТИ, 1980. – 96 с.

58. Балашов ЕЛ., Сидоров В.М., Смоллов В.Б. Аналоговые ЗУ управляющих и вычислительных систем // Хранение информации в кибернетических устройствах. – М.: Энергия, 1969. – С. 223-235.

59. Вопросы построения интегральных преобразователей напряжения в код / Смоллов В.Б., Шмидт В.К., Варлинский Н.Н., Молодцов В.О., Павлов С.М., Немнонов В.А. // Вопросы преобразования информации. – Таганрог, 1972. – Вып. 6. – С. 3-9.

60. Микроэлектронные цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи информации. / Под ред. В. Б. Смолова. – Л. : Энергия, 1976, – 336с.

61. Мурсаев А. Х., Смоллов В. Б., Угрюмов Е. Л. Точные ключи, операционные устройства запоминания напряжений на канальных транзисторах. – Л.: ЛДНТП, 1972. – 30 с.

62. Полупроводниковые кодирующие и декодирующие преобразователи напряжений / Под ред. В. Б. Смолова, Н. А. Смирнова. — Л.: Энергия, 1967. – 312с.

63. Системы автоматизированного проектирования средств ИИТ: Учеб. пособие / Е.А.Чернявский, В.Б.Смоллов, А.В.Минаев. – Л.:

ЛЭТИ, 1988.-58с.

64. Смоллов В.Б. Вычислительные преобразователи с цифровыми управляемыми сопротивлениями. – М.: Госэнергоиздат, 1961. – 135с.

65. Смоллов В.Б. Функциональные преобразователи информации. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 247 с.

66. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы (аналоговые и цифровые) — 5-е изд., перераб. и доп. — К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 504с.

67. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы. — К.: Вища школа, 1973. – 364 с.

68. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. – К.: Вища школа, 1980. – 560 с.

69. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К.: Вища школа, 1983. – 455 с.

70. Орнатский П.П., Пономаренко Н.Ф. Измерительный эксперимент: Учебное пособие. – К.: КПИ, 1979. – 112 с.

71. Автоматизация проектирования аналого-цифровых устройств / Э. И. Гитис, Б. Л. Собкин, А. Н. Подколзин и др. / Под ред. Э.И. Гитиса. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 182 с.

72. Гитис Э.И. Преобразователи информации для электронных цифровых вычислительных устройств. – М.: Энергия, 1970. – 400 с.

73. Гитис Э. И. Преобразователи информации для электронных цифровых вычислительных устройств. – М.: Энергия, 1975. – 448 с.

74. Гитис Э.И., Пискулов Е.А. Аналого-цифровые преобразователи. – М.: Энергоиздат, 1981. – 360с.

75. Алипов Н. В. Алгоритмы функционирования параллельно-последовательных преобразователей формы информации, корректирующих динамические ошибки // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Харьков: Вища школа, 1985. — С.57-64.

76. Алипов Н. В. Об одном классе корректирующих алгоритмов аналого-цифрового преобразования // Радиотехника. – Харьков: Вища школа, 1985. – С. 120-125.

77. Ракитянська Г.Б. Оптимізація тривалості циклу порозряд-

ного кодування методом динамічного програмування // Вісник ВПІ. — 1996. — №4. — С.32-36.

78. Бахтиаров Г.Д., Малинин В.В., Школин В.П. Аналого-цифровые преобразователи. /Под ред. Г.Д. Бахтиарова. — М.: Советское радио, 1980. — 280 с.

79. Володарский С. Т., Кухарчук В. В., Поджаренко В. О., Сердюк Г. Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: Навчальний посібник. — Вінниця: Велес, 2001. — 219с.

80. Гудинаф Ф. Новые области применения аналого-цифровых преобразователей с высоким разрешением // Электроника. — 1991. — №7. — С. 89-96.

81. Walt Kester. Layout, Grounding, and Filtering Complete Sampling ADC System // EDN. — Oct. 15, 1992. — P. 127-134.

82. Walt Kester. High speed sampling and Ugh speed ADC // High speed design techniques. -Analog Devices Inc. — 1999. — P. 93.

83. Zlya Boyacigller, Steve Sockolov. Increase analog-system accuracy with a 14-bit monolithic ADC. - EDN. - august 18, 1982. - P. 137-143.

84. Rudy J. Van De Plassche, Hans J. Schouwenaars. A Monolithic 14 Bit A/D Converter // IEEE Journal of Solid State Circuits.-Dec. — 1982. — Vol. SC-17, No.6. — P.1112-1117.

85. Seung-Hoon Lee, Bang-Sup Song, Digital-Domain Calibration of Multistep Analog-to-Digital Converters // IEEE Journal of Solid State Circuits.-Dec. — 1992. — Vol.27, No. 12.-P. 1679-1688.

86. Steve Ruscak and Lan-y Singer. Using Histogram Techniques to Measure A/D Converter Noise // Analog Dialogue. — 1995. — Vol. 29-2. — P.35-41.

87. Chuck Lane. A 10-bit 60MSPS Flash ADC, Proceedings of the 1989 Bipolar Circuits and Technology Meeting // IEEE Catalog No. 89CH2771-4.-September 1989. -P.44-47.

88. Howard E. Hilton. A 10MHz Analog-to-Digital Converter with 1 lOdB Linearity//HP. Journal. - October 1993. -P.105-112.

89. Lewis S. H., Ramachandran R. and Snelgrove W. M. Indirect testing of digital-correction circuits in analog-to-digital converters with redundancy // IEEE Trans. Circuit Syst. II. - July 1995. - Vol. CAS-42. -

P.437-445.

90. Pace P. E., Schafer J. L. and Styer D. Optimum analog preprocessing for folding ADC's // IEEE Trans. Circuit Syst. II. - February 1997. - Vol. CAS-42. - P.825-829.

91. Lee S. and Lee J. Comments on "Comments on 'interstage gain-proration technique for digital-domain multistep ADC calibration'" // IEEE Trans. Circuit Syst.n. – July 2001. – Vol. CAS-48. – P.745-749.

92. Rombouts P. and Weyten L. A digital error-averaging technique for pipelined A/D conversion // IEEE Trans. Circuit Syst. II. – September 1998. – Vol. CAS-45. – P.1321-1323.

93. Capofreddi P. D. and Wooley P. D. The use of linear models in A/D converter testing // IEEE Trans. Circuit Syst. I. – December 1997. – Vol. CAS-44. – P. 1105-1113.

94. Азаров О. Д. Основи теорії аналого-цифрового перетворення на основі надлишкових позиційних систем числення: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2004. – 260 с.

95. Очерки о китайской народной медицине. – К.: Госмедиздат УССР, 1959. – 213 с.

96. Cary P. W. 3-D converted-wave seismic processing: CREWES Research Report, 6, 1994, 31-10.

97. Нечушкин А. И., Оганесян О. В. О роли энергетических кожных зон в процессах регулирования энергетического равновесия организма человека. // Ортопед. травматол. – 1977. – № 7. – С. 91 – 96.

98. Гурвич И.И., Боганник Г.М. Сейсмическая разведка. М.: Недра, 1981. – 192 с.

99. Портнов Ф. Г. Перспективы исследований и практического применения аппаратной акупунктуры. – В кн.: Иглорефлексотерапия. – Горький, 1974, с. 38 – 39.

100. Жуков А. П., Харисов Р. Г., Хуснимарданов Н. М. Исследование возможности применения нелинейных свойств геологической среды при определении фильтрационно-емкостных свойств разреза // Сборник научных трудов VI международной научно-практической конференции «Геомодель». – Геленджик, 2004. – 230с.

101. Диагностическая и терапевтическая аппаратура рефлексотерапии и биофизические методы диагностики. – Калинин: КГУ,

1983. – 146 с.

102. Al-Husseini M. I., Glover J. B., Barley B. J. Dispersion patterns of the ground roll in eastern Saudi Arabia, *Geophysics*, – Vol. 46. – P. 121-137.

103. Нагайчук В. И., Макац В. Г., Повстяной Н. Е. Биогальванизация в комбустологии: Монография. – Винница: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 1993. – 330с.

104. Обработка сейсмических сигналов. // ТИИЭР. – М.: Мир, 1982., Т. 72. – 219 с.

105. Адаменко Г. Б. Об электроэнергетическом потенциале организма в состоянии гипноза (Измерение активности точек акупунктуры). – В кн.: Вопросы биоэнергетики. (Материалы научно-методического семинара). – Алма-Ата: Каз. Гос унт, 1969. – 82 с.

106. Бутенко О. И. Некоторые функциональные особенности и диагностическое значение биологически активных точек кожи // Теория и практика рефлексотерапии. Сб. науч. трудов. – Кишинев, Штиница, 1981. – С 23 – 26.

107. Пак Чже Ву. Лекции по Су-Джок терапии. – М.: СДА, 1994. – 329с., ил.

108. Хелбути М. Нефтяные и газовые месторождения-гиганты. – В кн.: Геология гигантских месторождений нефти и газа. – М: Мир. 1973. – С. 405-409.

109. Лупичев Н. Л. Электропунктурная диагностика, гомеотерапия и феномен дальнего действия: Монография. – М.: Медицина, 1991. – 144с.

110. Самосюк І. З. Біоритми та акупунктура. – К. : Здоров'я, 1994. – 32 с., іл.

111. Оранский И. Е. Природные лечебные факторы и биологические ритмы. – М.: Медицина, 1988. – 288 с. ил.

112. Кобзарь А. Д. Экспресс-диагностика эффективности психотерапевтического воздействия методикой биогальванометрии. // Информативность БАТ, приборные методы их определения и эффективность медико-технических исследований. – Харьков. 1981. – С. 51 – 52.

113. Шурин С. П., Тихонов В. А. О потенциалах действия в то-

чках акупунктуры. // Технические аспекты рефлексотерапии и систем диагностики. Сб. науч. трудов. – Калинин: КГУ, 1984. – С 205 – 208.

114. Всеволожский Л. А. Метрологические аспекты исследования электрических параметров точек акупунктуры. // Теория и практика рефлексотерапии. – Саратов: СГУ, 1981. – С 180 – 188.

115. Sheriff R. E. Seismic Stratigraphy. Boston, MA: IHRDC, 1980. – 227 p.

116. Пат. № 17058А України, А61Н39/00 Спосіб експрес-діагностики, корекції функціональних змін організму та пристрій для його здійснення / О. Я. Галаган (Україна). - № 98062943/5312; Заявл. 07.12.1998; Опубл. 8.12.09.

117. Робинсон Э. А. Спектральный подход к решению обратной задачи в геофизике на основе преобразований Лоренца, Фурье и Радона. // ТИИЭР. – 1982. – Т. 70, № 9. – С. 153-171.

118. Быстров Ю. Г., Злоказов В. П., Малин А. А., Буряков В. И. Многопостовая микропроцессорная система “Прогноз”. // Технические аспекты рефлексотерапии и системы диагностики. Сб. науч. трудов – Калинин: КГУ, 1984. – С. 24-27.

119. Малин А. А., Быстров Ю. Г., Торбин С. И. и др. Автоматизация контроля и диагностики состояний сложных систем в экспериментальных условиях. // Информативность БАТ, приборные методы их определения и эффективность медико-технических исследований. – Харьков. 1981. – С. 188 – 192.

120. Горбачев В. Т., Дробязко Н. А., Иванов В. Г. и др. Прибор и методика для оценки психофизиологического состояния человека-оператора // Информативность БАТ, приборные методы их определения и эффективность медико-технических исследований. – Харьков. 1981. – С. 59 – 61.

121. Демидов Н. Е., Юркин Н. Н., Виноградов Г. П. и др. Использование систем распознавания для анализа электрофизиологической информации // Теория и практика рефлексотерапии. – Саратов, 1981. – С 224 – 228.

122. Навроцкий С. Д. Измерение электрических характеристик элементов мемристовой схемы замещения кожи человека // Теория и практика рефлексотерапии. – Саратов, 1981. – С 195 – 199.

123. Гибенкова Н. И., Козлов Б. Л., Шур Г. И. Проблемы разработки электронной аппаратуры для измерения электрофизических параметров точек акупунктуры // Технические вопросы рефлексотерапии и систем диагностики. Сб. науч. трудов. – Калинин: КГУ, 1981. – С 43-51.

124. Вержбицкая Н. И. Диагностика состояния системы по данным биометрии. // Технические аспекты рефлексотерапии и систем диагностики. Сб. науч. трудов. – Калинин: КГУ, 1984. – С 71 – 75.

125. Гнатек Ю. Р. Справочник по цифро-аналоговым и аналого-цифровым преобразователям: Пер. с англ./Под ред. Ю. А. Рожина. – М.: Радио и связь, 1982. – 552 с., ил.

126. Романов В. А. Теория, методы построения и техническая реализация микропроцессорных преобразователей формы информации с повышенной надежностью и производительностью: автореф. дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.05 / НАН Украины: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова. – К.: 1994.-34с.

127. Аналого-цифровые периферийные устройства микропроцессорных систем / Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев, В. Б. Смолков. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 160 с.

128. Стейскал В. Я. Быстродействующие самокорректирующиеся аналого-цифровые преобразователи для высококачественной цифровой магнитной записи: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.05 /РИО ИК АН УССР – К. – 1988. –16с.

129. Лисогор В. М., Галаган О. Я., Яремко С. А. Компоненти моделі оцінки стану здоров'я людини з використанням спеціалізованої ІВС. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2003. – №2. – С 157-160.

130. Азаров О. Д., Снігур А. В., Лукашук О. О. Компенсація динамічних похибок вимірювального каналу системи опрацювання стрибкоподібних сигналів // Проблеми інформатизації та управління. – 2007. – №1. – С. 5 – 8.

131. Азаров О. Д., Крупельницький Л. В., Снігур А. В., Решетнік О. О., Гарнага В. А. Коригування статичних похибок вимірювального каналу ІВС, який містить АЦП із ваговою надлишковістю //

Проблеми інформатизації та управління. – 2007. – №2. – С. 5 – 9.

132. Азаров О. Д., Галаган О. Я., Снігур А. В., Кручай І. С. Математична модель активності акупунктури людини на основі інформативних параметрів біологічно-активних точок // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2005. – №6. – С. 14 – 19.

133. Азаров О. Д., Снігур А. В. Вимірювальна система для оцінювання активності точок акупунктури людини у стаціонарних та не-стаціонарних умовах // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2006. – №1. – С. 62 – 77.

134. Азаров О. Д., Галаган О. Я., Максимчук О. Ю., Снігур А. В. Ефективність оцінювання активності акупунктури людини на основі вимірювальної інформації // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2006. – №2. – С. 55 – 68.

135. Азаров О. Д., Снігур А. В. Самокалібровані аналого-цифрові перетворювачі на основі надлишкових позиційних систем числення // Пр. Міжнар. конф. “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах” (ВОТТП-2002). – Т. 2. – Хмельницький: ТУП. – 2002. – С.18-21.

136. Азаров О. Д., Снігур А. В. Автоматизована система оцінювання активності біологічно-активних точок людини // Пр. Міжнар. конф. “Оптоелектронні інформаційні технології” (Фотоніка ОДС–2005). – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2005. – С.50-52.

137. Азаров О. Д., Галаган О. Я., Звенигородський Е. Л., Максимчук О. Ю., Снігур А.В., Розман Г. В., Кручай І. С. Особливості побудови вимірювального каналу системи для оцінювання активності акупунктури людини у стаціонарних та нестаціонарних умовах // Пр. Міжнар. конф. „Проблеми сучасної електротехніки” (ПСЕ-2006). – Т. 7. – Київ: Інститут електродинаміки. – 2006. – С.115-118.

138. Азаров О. Д., Снігур А. В. Особливості побудови інформаційно-вимірювальних систем для оцінювання активності акупунктури людини // Пр. Міжнар. конф. “Шевченківська весна. Сучасний стан науки: досягнення, проблеми та перспективи розвитку” (Шевченківська весна-2006). – Т. 1. – К.: Логос. – 2006. – С. 288-293.

139. Мачерет Е. Л., Коркушко А. О. Основы электро- и акупунктуры. – К.: ЗДОРОВ'Я. – 1993. – 260 с.

140. Кукуш В. Д. Электрорадиоизмерения. – М. : Радио и связь, 1985. – 386 с., ил.
141. Злоказов В. И. Методология построения моделей состояния для оперативной диагностики биологических систем. // Технические аспекты рефлексотерапии и систем диагностики. – Калинин. 1984. – С. 3 – 13.
142. Карандеев К. Б. Измерительные информационные системы и автоматика. // Вестник АН СССР. – 1961. – № 10. – С. 15–18.
143. Цапенко М. П. Содержательные логические схемы алгоритмов измерительных систем. // Измерения. Контроль. Автоматизация. – 1982. – № 4. – С. 3-8.
144. Алиев Т. М., Тер-Хачатуров А. А. Информационно-измерительные системы количественного учета нефти и нефтепродуктов. – М.: Недра, 1976, – 160 с.
145. Каган Б. М. Электронно-вычислительные машины и системы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергия, 1979. – 582 с.
146. Балашов Е. П., Пузанков Д. В. Микропроцессоры и микропроцессорные системы: Учеб. пособие/ Под ред. В. Б. Смолова. – М.: Радио и связь, 1981. – 328 с.
147. Михайлов Е. В. Помехозащищенность информационно-измерительных систем. – М.: Энергия, 1975. – 104 с.
148. Быховский М. Л., Вишневский А. А. Кибернетические системы в медицине. – М.: Наука, 1971. – 407 с.
149. Новопащенко Г. Н. Информационно-измерительные системы. – М.: Высш. шк., 1977. – 208 с. ил
150. Цапенко М. П. Измерительные информационные системы: Структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 439 с. ил.
151. Моисеев В. С. Системное проектирование преобразователей информации. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние 1982. – 255 с. ил.
152. Крупельницький Л. В., Азаров О. Д. Аналого-цифрові пристрої систем, що самокоригуються, для вимірювань і оброблення низькочастотних сигналів: Монографія. / Під заг. ред. О. Д. Азарова. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005 – 167 с.

153. Азаров О. Д., Марценюк В. П., Біліченко Н. О. Аналого-цифрові інтерфейси. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2000. – 187с.
154. Харкевич А. А. Спектры и анализ. – М.: ГИФМЛ, 1962. – 236с.
155. Офіційний сайт фірми Analog Devices – analog.com.
156. Власов В. В. Эффективность диагностических исследований: Монография. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.: ил.
157. Doubilet P. A mathematical approach to interpretation and selection of diagnostic tests // Med. Decis. Making. – 1983. – Vol. 3, N 2.– P. 177–195.
158. Островерхов В. В. Динамические погрешности аналого-цифровых преобразователей. – Л.: Энергия, 1975. – 176 с. с ил.
159. Азгальдов Г. Г., Райхман Э. И. О квалиметрии. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 17 с.
160. Рыбакова Л. С., Пинягина И. Н. О критериях эффективности рефлексотерапии // Теоретические аспекты рефлексотерапии. Сб. науч. трудов. – Саратов: ИСУ, 1981. – С 166 – 170.
161. Дубров А. П. Лунные ритмы у человека. Краткий очерк по селеномедицине: Монография. – М.: Медицина, 1990. – 160с.: ил.
162. Бурилич И. Н., Корневский Н. А., Шотланд Т. М. Комплексная диагностика функциональных состояний по данным психологических и психологических экспериментов // Вестник новых медицинских технологий. – 2003. – № 3. – С 45-47.
163. Мансуров С. М., Мансуров Г. С., Мансурова Л. Г. Каталог определений полярности секторов межпланетного магнитного поля. – В кн.: Антарктика. – Т. 16. – М: Наука, 1976. – С 16-22.
164. Козлов Б. Л., Чернышов А. Г. Некоторые особенности изменения электрокожного сопротивления аурикулярных точек акупунктуры при воздействии слабыми токами // Актуальные вопросы рефлексотерапии. Сб. науч. трудов. – М.: МЗС, 1990. – С 64 – 67.
165. Левен Л. В., Кичеев А. Г. Функционально-системная терапия // Международный медицинский журнал. – 2001. – №1. – С. 84-87.
166. Азаров О. Д., Снігур А. В. Шляхи підвищення ефективності оцінювання активності акупунктури людини на основі вимірювальної інформації // Пр. Міжнар. конф. „Політ-2006”. – К.: НАУ. –

2006. – С.95-96.

167. Основи метрології та вимірювальної техніки / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк та ін.; за ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005. – 655с.

168. Walt Kester Which ADC architecture is right for your application // Analog Dialogue 39-06, June, 2005

169. Азаров О. Д., Снігур А. В., Розман Г. В., Кручай І. С. Особливості функціонування вимірювальної системи для оцінювання параметрів низькорівневих сигналів контрольних точок електричної схеми // Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія – 2006. – №2. – С 49 – 53.

170. Снігур А. В., Розман Г. В., Галаган О. Я., Франчук В. С. Особливості етапів оцінювання параметрів сигналів контрольних точок збору даних // Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія – 2006. – №3. – С 142 – 145.

171. Alexandrova R., Nemtsov V., Magidov M., Philippova N., Sazonetz O. Bioelectrography, potential in monitoring inflammation in the bronchi and gastrointestinal tract of the bronchial asthma patients having pathology of gastroduodenal zone //Science Information/ Proceedings of the International Scientific Congress of Bioelectrography. St. Petersburg, 2001/p.1-4.

172. Коротков К. Г. Основы ГРВ биоэлектрографии. – СПб, ГИТМО (ТУ), 2001. – 360 с.

173. Азаров О. Д., Максимчук О. Ю., Снігур А. В., Розман Г. В. Пристрої вимірювання інформативних параметрів сигналів контрольних точок електричної схеми // Пр. Міжнар. конф. “Інформаційні технології в освіті, науці, техніці” (ІТОНТ-2006). – Черкаси: ЧНУ. – 2006. – С. 54-55.

174. Азаров О. Д., Снігур А. В., Розман Г. В., Кручай І. С. Застосування вимірювальної системи для оцінювання параметрів низькорівневих сигналів контрольних точок електричної схеми // Пр. Міжнар. конф. “Інформатика, математика, механіка” (ІММ–2006). – Суми: СумДУ. – 2006. – С.217-220.

175. Пат. 17239 України, МКІ G 05 В 1/00. Двотактний симет-

ричний підсилювач струму/ О. Д. Азаров., О. О. Лукашук, В. А. Гарнага, О. О. Решетнік, А. В. Снігур. – № 200603280; Заявл. 27.03.2006; Опубл. 15.09.2006; Бюл. № 9 – 6 с.

176. Азаров О. Д., Галаган О. Я., Звенигородський Е. Л., Снігур А. В. Система вимірювання та реєстрування сигналів біологічно-активних точок для акупунктурної терапії // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2005. – №2. – С. 16 – 19.

177. Азаров О. Д., Галаган О. Я., Звенигородський Е. Л., Снігур А. В. Оцінювання активності акупунктури людини на основі виміральної інформації // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2005. – №4. – С. 5 – 8.

178. Снігур А. В. Коригування похибок комутатора ІВС опрацювання стрибкоподібних сигналів // Пр. Міжнар. конф. “Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації”. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2007. – С.133-134.

179. Яноши Л. Теория и практика обработки результатов измерений: Пер. с англ. – М.: МИР, 1965. – 462 с.