

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Р. Н. Квстний, А. Я. Кулик

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ
У ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2010

УДК 621.3
ББК 32.811я73
К70

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 5 від 24 грудня 2009 р.)

Рецензенти:

А. М. Пстух, доктор технічних наук, професор

Ю. С. Яковлєв, доктор технічних наук, с.н.с

Квстний, Р. Н.

К 70 Методи та засоби передавання інформації у проблемно-орієнтованих розподілених комп'ютерних системах : монографія / Р. Н. Квстний, А. Я. Кулик. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 362 с.

ISBN 978-966-641-372-0

В монографії розглядаються теоретичні засади і практичні аспекти реалізації методів передавання інформації. Призначена для магістрів, аспірантів та наукових працівників технічного напрямку.

УДК 621.3
ББК 32.811я73

ISBN 978-966-641-372-0

© Р. Квстний, А.Кулик, 2010

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ АДАПТИВНОГО ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	9
1.1. Аналіз методів розподілу каналів зв'язку	11
1.2. Аналіз методів організації ширококугової модуляції	14
1.3. Аналіз ортогональних кодових послідовностей, використовуваних для організації ширококугової модуляції (OCDM)	21
1.4. Аналіз апріорної завадозахищеності систем зв'язку для різних умов передавання	29
1.5. Аналіз методів адаптивного передавання даних	38
2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АДАПТИВНИХ ЗАСОБІВ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ У ПРОБЛЕМНО- ОРІЄНТОВАНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ	50
2.1. Загальні теоретичні передумови побудови приймача	51
2.2. Математична модель комп'ютерної системи передавання інформації	68
2.3. Визначення енергетичних характеристик сигналів для забезпечення їх стійкої ідентифікації	79
3. ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕДАВАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОГО ДЕКОДУВАННЯ ДАНИХ	106
3.1. Аналіз особливостей завадозахищеного кодування даних у проблемно-орієнтованих розподілених комп'ютерних системах	107
3.2. Визначення основних характеристик блока даних, що передається, та вибір методів кодування	117
3.3. Методи кодування для забезпечення необхідних умов передавання даних у проблемно-орієнтованих розподілених комп'ютерних системах	141
4. МЕТОДИ І ЗАСОБИ ФІЛЬТРАЦІЇ ШУМІВ В АДАПТИВНИХ ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНИХ	

РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ	159
4.1. Спектральний аналіз формованих сигналів та їх взаємодія з каналом зв'язку	160
4.2. Приймання інформації з урахуванням впливу завад та взаємодії із сигналами різних видів маніпуляції	174
4.3. Виділення інформативного сигналу на фоні завад	190
5. МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ АДАПТИВНИХ ПРИСТРОЇВ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	209
5.1. Процедура тестування каналу зв'язку	210
5.2. Система передавання інформації з використанням вейвлет-функцій	225
5.3. Підвищення швидкості передавання інформації	234
5.4. Адаптація системи передавання до параметрів каналу зв'язку з визначенням швидкості передавання та потужності сигналів	242
5.5. Адаптація пристрою передавання інформації до параметрів каналу в умовах його несиметричності	253
5.6. Передавання інформації в умовах кодування з повторюванням і арбітражем	260
5.7. Передавання інформації в умовах інформаційної адаптації системи передавання до параметрів каналу зв'язку	270
5.8. Розроблення методики побудови засобів адаптивного передавання інформації	282
6. РЕАЛІЗАЦІЯ АДАПТИВНИХ ПРИСТРОЇВ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРОБЛЕМНО- ОРІЄНТОВАНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	286
6.1. Визначення підходів до реалізації пристроїв передавання інформації	286
6.2. Медіанний фільтр зі швидким оброблюванням значень	291

6.3. Моделювання алгоритмів фільтрації з використанням середовища MatLab	294
6.4. Експериментальні дослідження каналів зв'язку	296
ВИСНОВКИ	307
Додаток А. Результати досліджень медіанних фільтрів	308
Додаток Б. Результати досліджень вейвлет-пакетних фільтрів	311
Додаток В. Результати моделювання вузькосмугових фільтрів	318
ЛІТЕРАТУРА	320

ВСТУП

Терміни „комп'ютерні системи” та „комп'ютерні мережі” сформувались останнім часом і підкреслюють спорідненість (за певними ознаками) структур процесорних засобів, призначених для збирання та оброблення інформації. Так, всі сучасні системи будуються з використанням мікропроцесорних засобів, а це, в свою чергу, передбачає використання типових модулів, що призначаються для виконання певних чітко окреслених функцій. Вони можуть входити до складу комп'ютера або розроблятися для використання у мікропроцесорних контролерах.

Для розподілених систем прийнятне все висловлене вище, але особливого значення набуває процес передавання інформації. Суто інформаційні системи призначаються для циркулярного виведення інформації і передбачають використання симплексного режиму. Адресне опитування давачів або каналів у розподілених інформаційно-вимірювальних системах та автоматизованих системах управління вимагає використання напівдуплексного режиму. Комп'ютерні мережі потребують задіяння повнодуплексного режиму.

Серед вищевказаних розподілених комп'ютерних систем і мереж можна виділити мережі загального призначення, які формуються для вирішення задач інформаційного характеру; проблемно-орієнтовані системи, які використовуються для вирішення обмеженого кола прикладних задач певного виду (системи автоматизованого управління та контролю, інформаційно-вимірювальні та довідкові, системи охоронної сигналізації, відеоспостереження тощо); спеціалізовані системи, призначені для вирішення конкретних задач з фіксованими алгоритмами функціонування (зв'язкові процесори, технологічні контролери тощо).

Стрімкий прорив в галузі інформатизації різних видів діяльності людини є найбільш характерною ознакою сучасного суспільства. Це означає, що вже на початку XXI сторіччя інформація з категорії допоміжного засобу перейшла до категорії стратегічного, а економічний та соціальний прогрес досягається при активному, цілеспрямованому та

ефективному використанні сучасних інформаційних та телекомунікаційних технологій.

Процес інформатизації суспільства нерозривно пов'язаний як з широкою побудовою комп'ютерних систем різного типу, так і з бурхливим розвитком засобів зв'язку, широким використанням мережних технологій, появою нових методів та засобів передавання та розподілу інформації, що базуються на останніх досягненнях електроніки, волоконно-оптичної техніки та програмування. Прийняті національні програми розвитку галузей пов'язані, з одного боку, з національною програмою інформатизації, а з другого, – з існуючими проблемами зв'язку та інформаційного забезпечення [1]. Вагомим чинником є високі темпи розвитку цієї галузі. Так, за даними Федеральної комісії зв'язку на 30.06.2001 в США нараховувалось 9,6 млн високошвидкісних ліній зв'язку, які з'єднували будинки та комерційні організації з мережею Internet, що за півтора роки склало приріст 250%. За даними Держкомстату темпи розвитку галузі в Україні в останні роки не менші, а за деякими показниками і вищі.

Питаннями передавання інформації та цифрового оброблення сигналів в тій чи іншій мірі займалися багато провідних вчених, що працювали в галузі технічних наук. Розвиток теорії побудови засобів передавання інформації поданий у фундаментальних працях К. Шеннона, В. А. Котельнікова, Р. М. Хеммінга, Л. М. Фінка, А. А. Харкевича, І. В. Кузьміна, Б. Я. Советова, А. І. Велікіна, В. М. Муттера, В. О. Шварцмана, Г. А. Ємельянова, Ф. Дж. Мак-Вільямса, Н. Дж. Слоена, Дж. Прокіса. Питання побудови ширококутових систем зв'язку висвітлені в працях Х. Ф. Хармута і Л. Є. Варакіна. Оброблення сигналів різної природи розглядаються в роботах Л. М. Голденберга, А. В. Оппенгейма, Р. В. Шафера, А. В. Давидова, Б. І. Мокіна, Ж. Макса та ін. Кореляційне оброблення сигналів по суті є узгодженою фільтрацією, яку можна здійснювати в будь-якому ортогональному базисі, в тому числі і вейвлетному. Принципи вейвлет-аналізу сигналів, який останнім часом довів свою ефективність і перспективність використання, розглянуті у працях І. Добеши, К. Чуї, В. І. Вороб'йова, В. Г. Грибуніна, В. П. Дьяконова, А. Н. Яковлева тощо.

Процес передавання інформації регламентований стандартами, протоколами та рекомендаціями, які визначають відповідні технології побудови технічних засобів. Вони задають необхідні умови зв'язку, параметри та характеристики каналу та сигналів. Так, технологія xDSL вимагає співвідношення сигнал/шум на рівні 21,3 дБ, що забезпечує імовірність появи помилок (BER – Bit Error Rate) не більше 10^{-7} . Зменшення співвідношення сигнал/шум визначає складні умови зв'язку і, відповідно, нештатний режим роботи обладнання, яке не може гарантовано забезпечити необхідну вірогідність передавання. Для таких випадків розглядаються питання визначення окремих параметрів передавання, але *основною проблемою* є недостатньо ефективне передавання інформації в розподілених комп'ютерних системах при складних умовах зв'язку внаслідок обмеженого регулювання параметрів передавання інформації між компонентами систем в режимі реального часу.

Особливо гострою вона є для проблемно-орієнтованих розподілених комп'ютерних систем та мереж завдяки різноманітності їх функціонального призначення, відмінності природи використовуваних каналів, великій кількості стандартів, протоколів та рекомендацій різного рівня, а також відсутності зацікавленості великих компаній-розробників у розробленні єдиної концепції побудови засобів зв'язку для використання у вищезгаданих галузях. Саме для цих випадків використання адаптивних методів управління процесом передавання інформації є необхідним і може дати найбільший ефект.

Монографія написана за результатами, викладеними у докторській дисертації, яка висвітлює основні проблеми в галузі передавання інформації і перспективні шляхи їх вирішення. Автори будуть дуже вдячні за відгуки на дану книгу, які можна направити за адресою: кафедра АІВТ, ВНТУ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21021 або kulyk@inaeksu.vstu.vinnica.ua

1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ АДАПТИВНОГО ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В РОЗПОДІЛЕНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

Велика різноманітність засобів передавання інформації, незважаючи на природу середовища передавання, і сигналів дозволяє визначити узагальнену структуру розподіленої багатоканальної комп'ютерної системи (додаток А) для забезпечення передавання інформації у вигляді, поданому на рис. 1.1.

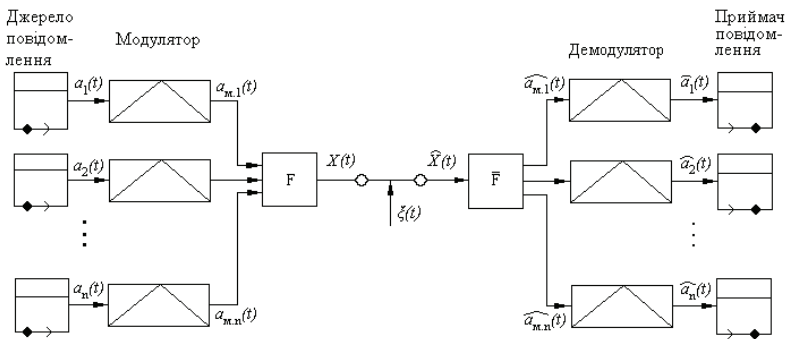


Рис. 1.1. Узагальнена структура цифрової системи передавання інформації

Кожен з каналів передавальної частини вміщує в собі джерело повідомлення і модулятор, а приймальної частини – відповідно демодулятор і приймач повідомлення. Джерело втілює повідомлення s_i в сигнал $a_i(t)$. Модулятор призначений для формування за певним алгоритмом первинних модульованих сигналів згідно з операцією $a_{m,i}(t) = \phi_m(a_i(t))$, які потім перетворюються на сукупний каналний сигнал $X(t)$. Під час передавання сигналу $X(t)$ каналом зв'язку на нього впливають зовнішні чинники $\zeta(t)$ і на вхід приймальної частини надходить сигнал $\hat{X}(t)$. На приймальній частині перетворення здійснюються у зворотному порядку з формуванням модульованих сигналів $\hat{a}_{m,i}(t)$, виконання операцій демодуляції-декодування з отриманням сигналів $\hat{a}_i(t) = \phi_o(\hat{a}_{m,i}(t))$. Ці сигнали перетворюються на повідомлення \hat{s}_i ,

отримання яких є метою побудови системи. Таким чином, сигнали на виході приймача можна описати функціоналом:

$$\hat{a}_i(t) = \phi_o(\phi_k(\xi(t), \phi_m(a_i(t)))) \quad (1.1)$$

Виходячи з вищевикладеного, задача отримання повідомлень \bar{s}_i , які якнайменше відрізняються від s_i зводиться до вибору сигналів $a_{m,i}(t)$, аналізу взаємодії цих сигналів із завадами $\zeta(t)$ в каналі зв'язку з визначенням функціонала ϕ_k , а також пошуку оптимальних функціоналів ϕ_m та ϕ_o . Не дивлячись на значний розвиток теорії передавання інформації та оброблення сигналів, в загальному вигляді така задача практично не вирішується. Але для отримання практичних результатів задачу можна розділити. Перш за все, необхідно вибрати вид переносників (інформативних сигналів) $a_i(t)$. Взаємодію каналного сигналу $X(t)$ із завадами $\zeta(t)$ в каналі зв'язку вважають відомою або проводять її аналіз. Вважаючи відомим сигнал на вході демодулятора $\hat{a}_{m,i}(t)$, намагаються побудувати оптимальний приймач [2]. При цьому потрібно прагнути того, щоб сигнали, які втілюють різні повідомлення та належать до різних каналів, якнайбільше відрізнялися один від одного та щоб завади якнайменше впливали на цю відмінність. Під час побудови приймача необхідно намагатися, щоб він максимально придушував заваду, тобто компенсував спотворення, викликані нею. Це дозволяє отримати якщо не найкращі, то принаймі працездатні системи передавання, які можуть задовольняти досить високі вимоги за всіма основними показниками.

Таким чином, основними модулями, які визначають характер передавання інформації є формувачі, які визначають принцип розподілу каналів зв'язку, та модулятори, які задають принцип інформативного перетворення сигналу-носія. Виходячи з цього, доцільно розглянути їх більш докладно.

1.1. Аналіз принципів розподілу каналів зв'язку

Характер формування сукупного каналного сигналу визначається принципом розподілу каналів зв'язку [3–7]:

- частотним, який в деякій літературі ще називають FDMA (Frequency Division Multiple Access);
- часовим (TDMA – Time Division Multiple Access);
- кодовим (CDMA – Code Division Multiple Access).

При частотному розподілі у вигляді переносника інформації вибирають коливання-носії з різними частотами. Канальний сигнал $X(t)$ після перетворення являє собою сукупність первинних модульованих сигналів $a_{m,i}(t)$, кожний з яких розташовується в окремій смузі частот $[f_{i,n}; f_{i,e}]$, як це показано на рис. 1.2.

Між утворюваними частотними каналами $[f_{i,n}; f_{i,e}]$ та $[f_{i+1,n}; f_{i+1,e}]$ обов'язково повинна бути смуга розфільтрування $\Delta f_{p,i}$, ширина якої визначається параметрами приймально-передавального обладнання за умови неперекриття смуг частот каналів, що розташовуються поряд. В іншому випадку в системі будуть утворюватися перехресні каналні завади, які можуть призвести до спотворення інформації під час передавання.

При часовому розподілі кожному з каналів для передавання надається вся смуга частот, але на певний, чітко визначений проміжок часу, як це показано на рис. 1.3.

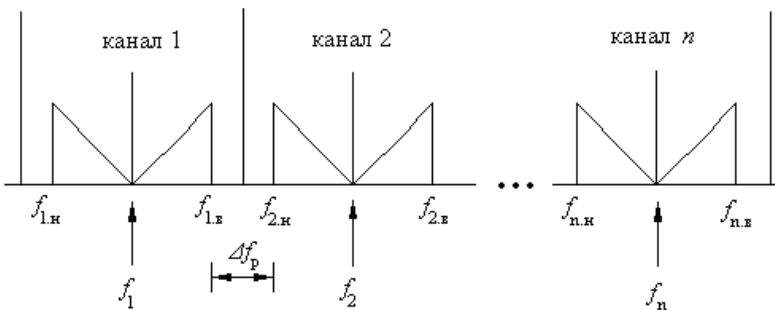


Рис. 1.2. Частотний розподіл каналів зв'язку

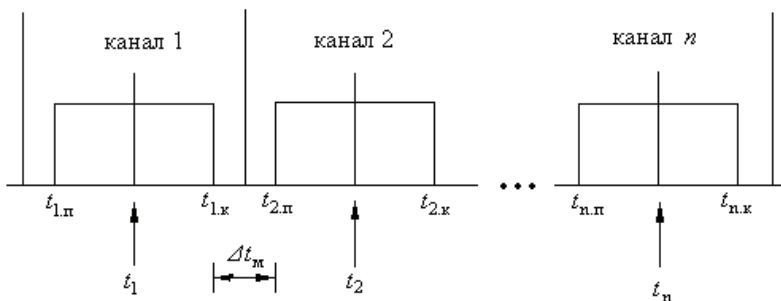


Рис. 1.3. Часовий розподіл каналів зв'язку

Як і в попередньому випадку між інтервалами часу $[t_{i,n}; t_{i,k}]$ та $[t_{i+1,n}; t_{i+1,k}]$ обов'язково повинна бути смуга мультимплексування $\Delta t_{m,i}$. Її тривалість визначається швидкодією приймально-передавального обладнання, а призначається вона для уникнення спотворення первинних сигналів в каналі передавання, яке може утворитися за рахунок перекриття часу надання каналу різними джерелам повідомлень.

Принцип кодового розподілу каналів є стандартом мобільного зв'язку і широко використовується в техніці передавання інформації [8–13], але в теперішній час часто використовується і для побудови локальних комп'ютерних мереж RadioEthernet з передаванням даних радіоканалами. Аналогічні стандарти розроблені і для оптичних ліній зв'язку. За рахунок використання ортогональних (квазиортогональних) функцій або псевдовипадкових послідовностей з малим рівнем взаємної кореляції інформація різними каналами зв'язку може передаватися одночасно із використанням всієї смуги частот.

Порівняння методів розподілу доцільно здійснювати за коефіцієнтом ефективності використання каналу, який являє собою:

$$E = \frac{\sum_i V_{c,i}}{V_k}, \quad (1.2)$$

де $V_{c,i}$ – об'єм сигналу, призначеного для передавання інформації i -тим каналом; V_k – ємність каналу зв'язку, який надається для передавання інформації.

Для різних видів розподілу сумарне значення об'єму сигналу буде визначатися по-різному. Для проведення оцінки ефективності часового розподілу каналів можна припустити, що інформація передається протягом кінцевого часу, за який середнє значення співвідношення потужностей *сигнал/шум* не змінюється, а оскільки для передавання використовується вся смуга частот, то коефіцієнт ефективності використання каналу буде мати вигляд [14]

$$E_{TDMA} = \frac{\sum_i V_{c.i.TDMA}}{V_{k.TDMA}} = \frac{\sum_i T_{i.TDMA} \cdot F_{TDMA} \cdot 10 \cdot \lg \frac{P_{TDMA}}{P_{\xi.TDMA}}}{T_{TDMA} \cdot F_{TDMA} \cdot 10 \cdot \lg \frac{P_{TDMA}}{P_{\xi.TDMA}}} = \frac{\sum_i T_{i.TDMA}}{T_{TDMA}}, \quad (1.3)$$

де $T_{i.TDMA}$ – час, на який канал надається для передавання i -го сигналу; T_{TDMA} – повний час надання каналу для передавання інформації; F_{TDMA} – смуга частот, яку займає канал; P_{TDMA} – потужність сигналу в каналі під час передавання; $P_{\xi.TDMA}$ – потужність завад в каналі під час передавання.

Для оцінки ефективності частотного розподілу можна припустити, що середнє співвідношення потужностей *сигнал/шум* на каналних частотах однакове і за час передавання не змінюється

$$E_{FDMA} = \frac{\sum_i V_{c.i.FDMA}}{V_{k.FDMA}} = \frac{T_{FDMA} \cdot \sum_i F_{i.FDMA} \cdot \left(10 \cdot \lg \frac{P_{FDMA}}{P_{\xi.FDMA}}\right)_{cep}}{T_{FDMA} \cdot F_{FDMA} \cdot \left(10 \cdot \lg \frac{P_{FDMA}}{P_{\xi.FDMA}}\right)_{cep}} = \frac{\sum_i F_{i.FDMA}}{F_{FDMA}}. \quad (1.4)$$

Відповідно для кодового розподілу використовується вся смуга частот і весь час надання каналу, тоді

$$E_{CDMA} = \frac{\sum_i V_{c.i.CDMA}}{V_{k.CDMA}} = \frac{T_{CDMA} \cdot F_{CDMA} \cdot 10 \cdot \lg \frac{P_{CDMA}}{P_{\xi.CDMA}}}{T_{CDMA} \cdot F_{CDMA} \cdot 10 \cdot \lg \frac{P_{CDMA}}{P_{\xi.CDMA}}} = 1. \quad (1.5)$$

Потенційна ефективність використання кодового розподілу каналів передавання інформації становить одиницю, а за рахунок наявності смуг розфільтрування при частотному і мультиплексуванні при часовому розподілах, їх ефективність буде меншою, оскільки $\sum_i F_{i,FDMA} < F_{FDMA}$ та $\sum_i T_{i,TDMA} < T_{TDMA}$. Таким чином, найбільш ефективним принципом розподілу каналів потенційно є кодовий.

Разом з тим необхідно відзначити, що кодовий принцип розподілу каналів забезпечує високу порогову чутливість. Так, для забезпечення фактичної працездатності обладнання CDMA необхідно забезпечити співвідношення рівнів *сигнал/шум* на вході приймача 6–7 дБ, порівняно з тим, що FDMA вимагає 15, а TDMA – 19 дБ [15].

Оскільки кодовий розподіл каналів використовується для організації широкосмужової модуляції, то необхідно приділити увагу аналізу саме цих методів.

1.2. Аналіз методів організації широкосмужової модуляції

Огляд методів побудови широкосмужових (шумоподібних) модульованих сигналів докладно розглянутий у фундаментальних працях [15–19], хоча в останні роки, в зв'язку з бурхливим розвитком засобів передавання інформації і мережних технологій, з'являються не лише методи, пов'язані з комбінацією широкосмужової модуляції та класичних методів [4, 7, 20–31], але за рахунок їх розвитку з'являються нові [32–35], хоча і вміщують вони відомі принципи.

Методи побудови широкосмужових модульованих сигналів можна класифікувати до певної міри умовно (рис. 1.4) [36], використавши для їх порівняння базу сигналу, яка визначається виразом

$$B = F \cdot T, \quad (1.6)$$

де F – смуга частот, яку займає сигнал; T – час передавання.

Для оцінки цього параметра доцільно визначити розподіл енергії за частотами і часом передавання.

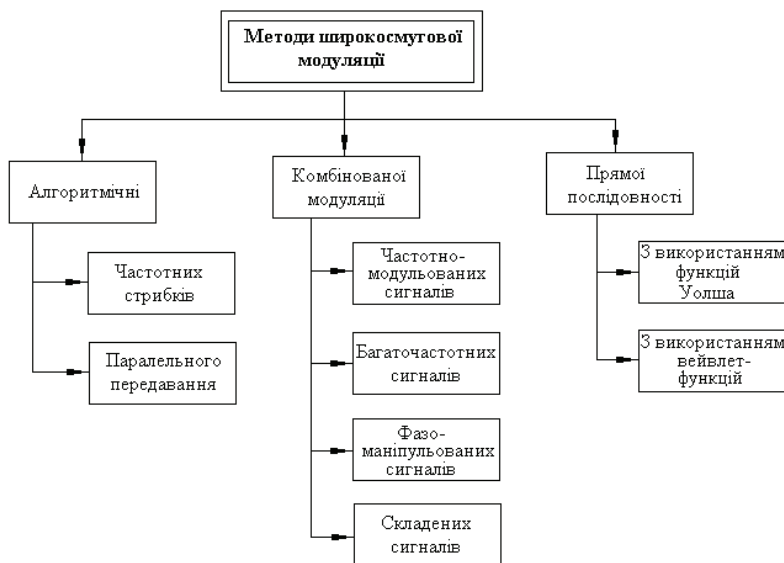


Рис. 1.4. Класифікація методів формування широкосмугових модульованих сигналів

Відповідно до принципу побудови всі методи створення можна розподілити на:

- алгоритмічні, до яких можна віднести метод частотних стрибків (FHSS) та метод паралельного передавання (DHSS);
- методи, побудовані на використанні комбінованої модуляції, найбільш поширеними серед яких є методи частотної модуляції, багато-частотних сигналів, фазової маніпуляції та складених сигналів;
- методи прямої послідовності, які базуються на використанні ортогональних функцій (DSSS).

Перша група методів відрізняється суто алгоритмічним підходом до розширення смуги сигналу. Так, *метод частотних стрибків (FHSS)* полягає в тому, що передавач і приймач синхронно через декілька мілісекунд переналаштовуються на різні частоти-носії, що визначаються псевдовипадковою послідовністю [18–28].

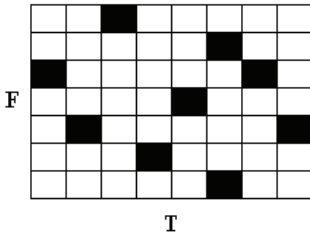


Рис. 1.5. Розподіл енергії під час передавання сигналу з частотними стрибками

При цьому кожному з приймачів надано власний алгоритм перемикання і передбачено алгоритм вирішення конфліктних ситуацій, коли два чи більше передавачів намагаються одночасно використати одну і ту саму частоту. Лише приймач, який чітко зорієнтований на порядок перемикання частот-носіїв, спроможний приймати інформацію від передавача. На рис. 1.5 наведений розподіл енергії під час передавання сигналами FHSS.

Оскільки вся смуга частот розбивається на $N_{F.FHSS}$ окремих елементарних каналів $F_{0.FHSS}$, які визначаються частотами-носіями (в сучасних системах до 79), а час передавання складається з $N_{T.FHSS}$ періодів $T_{0.FHSS}$ перемикання обладнання по елементарних каналах, то база сигналу буде дорівнювати:

$$B_{FHSS} = N_{F.FHSS} \cdot N_{T.FHSS} \cdot F_{0.FHSS} \cdot T_{0.FHSS} . \quad (1.7)$$

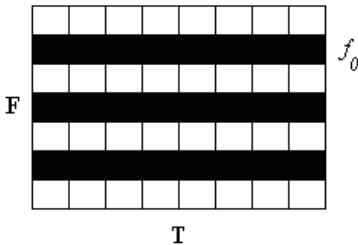


Рис. 1.6. Розподіл енергії під час паралельного передавання сигналу декількома каналами

Для *методу паралельного передавання (DHSS)* [16, 29] надлишковість вноситься за рахунок того, що один і той самий інформативний сигнал передається одночасно $N_{F.DHSS}$ частотними каналами (в сучасних системах порядку 10). На приймальному боці сигнал після ідентифікації може бути підданий зворотному вузькосмуговому фільтруванню для покращення результатів його визначення порівняно із сигналами інших передавачів. База

сигналу для цього випадку визначається

$$B_{DHSS} = N_{F,DHSS} \cdot F_{0,DHSS} \cdot T. \quad (1.8)$$

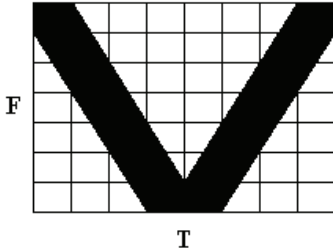


Рис. 1.7. Розподіл енергії під час передавання широко-смугового частотно-модульованого сигналу з частотними стрибками

Методи, які використовують комбіновану модуляцію, базуються на тому, що початкові імпульсно-кодовані сигнали піддаються додатковій модуляції [16–19]. Якщо у вигляді модулюючого використовується гармонічний сигнал, **частота** якого змінюється за лінійним законом, то розподіл енергії буде мати вигляд, наведений на рис. 1.7, а база сигналу буде визначатися девіацією частоти Δf_d :

$$B_{CM} = \Delta f_d \cdot T. \quad (1.9)$$

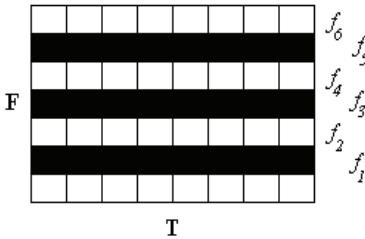


Рис. 1.8. Розподіл енергії під час передавання багаточастотного сигналу

Часто у вигляді модулюючого використовується сигнал складної форми, який вміщує в собі багато гармонік, внаслідок чого по суті він є **багаточастотним** [16]. В цьому випадку енергія сигналу буде розподілятися за тими гармоніками, які вміщує його спектр, і які пропускаються передавальним обладнанням (рис. 1.8). Оскільки ширина елементарної смуги пропускання для однієї гармоніки визначається часом передавання елементарного сигналу

$f_0 \approx 1/T_0$, то база сигналу складає

$$B_{БЧ} = N_z \cdot f_0 \cdot T_0 = N_z, \quad (1.10)$$

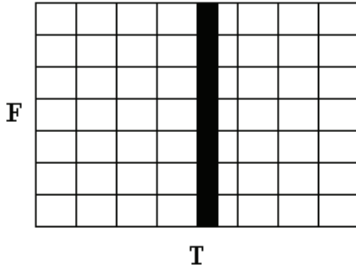


Рис. 1.9. Розподіл енергії під час передавання широкосмугового фазо-маніпульованого сигналу

тобто чисельно дорівнює кількості гармонік N_c . В теперішній час велика увага приділяється використанню у вигляді модулюючих сигналів різноманітних квазіхаотичних [33–35], форма яких є досить складною, і які вміщують в собі велику кількість гармонічних складових.

При використанні **фазо-маніпульованого сигналу** [16, 20], останній здебільшого вміщує два значення фази: 0 та π . В цьому випадку розподіл енергії по кожному елементарному часовому інтервалу буде визначатися тривалістю імпульсу τ_0 і його фазою. Тривалість імпульсу дорівнює

$$\tau_0 = \frac{T}{N_k}, \tag{1.11}$$

де N_k – довжина повідомлення.

Ширина спектра елементарного сигналу:

$$F_0 \approx \frac{1}{\tau_0} = \frac{N_k}{T}. \tag{1.12}$$

База широкосмугового фазо-маніпульованого сигналу складає

$$B = F_0 \cdot N_k \cdot \tau_0 = \frac{1}{\tau_0} \cdot \tau_0 \cdot N_k = N_k, \tag{1.13}$$

тобто вона чисельно дорівнює довжині повідомлення N_k .

Складені сигнали, які вміщують декілька видів модуляції, за розподілом енергії можуть не відрізнятися від вищенаведених, як це видно з рис. 1.10, але їх база буде відрізнятися. У вигляді прикладу такого сигналу можна розглянути широкосмуговий складений сигнал з ко-

довою частотною модуляцією та фазовою маніпуляцією. Хоча вигляд розподілу енергії сигналу не відрізняється від поданого на рис.

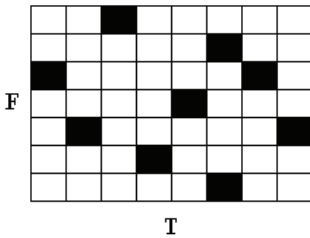


Рис. 1.10. Розподіл енергії під час передавання широко-мугового складеного сигналу з кодовою частотною модуляцією та фазовою маніпуляцією

компонентів було пов'язане з великими складнощами. Бурхливий розвиток засобів цифрової, а особливо, мікропроцесорної техніки значно

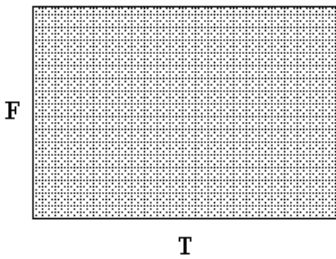


Рис. 1.11. Розподіл енергії під час передавання широко-мугового сигналу з ортогональним кодовим ущільненням

Ці сигнали простіше декодувати, оскільки використовується лише один шумоподібний код, але отримувані символи не є повністю ортогональними, що обмежує можливість використання такої модуляції.

1.5, база сигналу буде визначатися кількістю імпульсів $N_{0,i}$, що вміщуються в кожній елементарній комірці $F_0 \cdot T_0$, і, згідно з міркуваннями, наведеними вище, буде складати

$$B = \sum_{N_F \cdot N_T} N_{0,i} . \quad (1.14)$$

Широкопугові сигнали, що отримують *методом прямої послідовності (DSSS)*, вміщують ортогональні імпульсні послідовності, хоча і відомі вже давно [4, 7, 20–31], але їх формування на базі аналогових спростив вирішення цієї задачі. Імпульсно-кодові інформативні сигнали різних передавачів піддаються додатковому кодуванню ортогональними кодами таким чином, що кожному з приймачів відповідає власний код (наприклад, як для DSSS/MOK) [37].

В сучасних системах, крім вже згаданої, використовується декілька модифікацій цього алгоритму. Такою є, наприклад, модуляція CCSSK [37], при якій після ортогональної модуляції здійснюється ще й додаткова модуляція циклічними кодами.

ОСДМ-модуляція (Orthogonal Code Division Multiplex) призначена для побудови декількох широкосмугових сигналів з ортогональним кодовим ущільненням [37].

Передавання інформації здійснюється всією смугою частот одночасно. За рахунок ортогональності інформація передається незалежно і може бути декодована лише приймачем, контрольний ортогональний код якого повністю відповідає коду передавача. Оскільки передавання інформації здійснюється одночасно і незалежно, то база сигналу визначається співвідношенням

$$B = N_{OCDM} \cdot F \cdot T, \quad (1.15)$$

де N_{OCDM} – кількість використовуваних ортогональних функцій.

Таблиця 1.1

Зведені результати аналізу методів побудови ШСС

Метод широкосмугової модуляції	Сумарна база сигналів	Значення бази
Частотних стрибків (FHSS)	$B_{FHSS} = N_{F,FHSS} \cdot N_{T,FHSS} \cdot F_{0,FHSS} \cdot T_{0,FHSS}$	$\leq 10^3$
Паралельного передавання (DHSS)	$B_{DHSS} = N_{F,DHSS} \cdot F_{0,DHSS} \cdot T$	$10^2 \dots 10^3$
Частотно-модульованих сигналів	$B_{ЧМ} = \Delta f_d \cdot T$	$10^2 \dots 10^3$
Багаточастотних сигналів	$B_{БЧ} = N_z$	$\leq 10^3$
Фазо-маніпульованих сигналів	$B = N_k$	$10^3 \dots 2 \cdot 10^3$
Складених сигналів	$B = \sum_{N_F, N_T} N_{0,i}$	$\leq 10^4$
Метод прямої послідовності (DSSS)	$B = N_{OCDM} \cdot F \cdot T$	$10^3 \dots 10^6$

Крім використання у промислових комп'ютерних і телекомунікаційних системах та мережах, цей принцип практично став стандартом безпосереднього спілкування радіоаматорів між собою [38], тому що забезпечує надійність зв'язку у достатньо складних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Корнієнко В. В. Створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження) України – виклик ХХІ століття / В. В. Корнієнко, М. Ф. Бондаренко, В. Т. Гандабура, Я. С. Яцків // Наука та інновації. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 4–33.
2. Харкевич А. А. Борьба с помехами. / А. А. Харкевич – М. : Наука, 1965. – 276 с.
3. Основи техніки передавання інформації [Підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / Р. Н. Кветний, М. М. Компанець, С. Г. Кривогубченко, А. Я. Кулик – Вінниця : Універсум-Вінниця, 2002. – 358 с.
4. Боровков К. В. Перспективные способы модуляции в широкополосных системах передачи данных [Електронний ресурс] / К. В. Боровков, И. В. Малыгин // Технологии и средства связи. – 1998. – № 5. – Режим доступу до журн. : <http://www.int14.by.ru/doc/telecom/mod.htm>
5. Техніка передавання дискретної інформації [Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / [А. С. Васюра, С. Г. Кривогубченко, А. Я. Кулик та ін.] – Вінниця : ВДТУ, 1998. – 101 с.
6. Лагутенко О. И. Спутниковый доступ в Интернет [Електронний ресурс] / О. И. Лагутенко. – Режим доступу : http://ccc.ru/magazine/depot/02_10/print.html?0301.htm
7. Невдяев Л. Системы спутниковой связи [Електронний ресурс] / Л. Невдяев // Сети. – 1999. – № 05–06. – Режим доступу до журн. : <http://www.osp.ru/nets/1999/05-06/128.htm>
8. CDMA – Code Division Multiple Access (Множинний доступ з кодовим поділом) [Електронний ресурс] // Телекомунікації. – Режим доступу до журн. : <http://telecomm.by.ru/cdma.html>.
9. Гряник М. Принципы построения сетей CDMA [Електронний ресурс] / М. Гряник, В. Фролов // Телеком. – 1999. – № 11. – Режим доступу до журн. : <http://www.telecom.media.com.ua/telecom/01-2000/013.htm>
10. Кузьминов С. Система сотовой подвижной связи CDMA [Електронний ресурс] / С. Кузьминов. – Режим доступу : <http://www.ixbt.com>
11. Proposed TIA/EIA Interim Standard IS-95. Wideband Spread Spectrum Standard, April 1992.

12. Armbruster H. Third Generation Mobile Communications // Telcom report international. – 1992. – № 3 – 4. – P. 18–21.
13. Thompson K. How CDMA is applied to cellular telephone service / K. Thompson, D. Whipple. – Mobile Radio Technology. – 1995. – March. – P. 46–61.
14. Кулик А. Я. Адаптивні алгоритми передавання інформації [Монографія] / А. Я. Кулик. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 213 с.
15. CDMA – радиотехнология ИМТ – MC [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.it-centre.ru/News/28_05_2002.html
16. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин. – М. : Радио и связь, 1985. – 384 с.
17. Петрович Н. Т. Системы связи с шумоподобными сигналами / Н. Т. Петрович, М. К. Размахнин. – М. : Советское радио, 1969. – 232 с.
18. Шумоподобные сигналы в системах передачи информации. / И. М. Пышкин, И. И. Дежурный, В. Н. Талызин, Г. Д. Чвилёв; под ред. Пестрякова В. Б. – М. : Советское радио, 1973. – 424 с.
19. Філіпський Ю. К. Динаміка сигнальних перетворень при стрибках частоти / Ю. К. Філіпський, С. А. Клепікова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 5. – С. 102–104.
20. Цифровые сотовые системы подвижной радиосвязи с кодовым разделением каналов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://allphones.narod.ru/cdma_princip11.htm
21. Беспроводные сети передачи данных : аналитическая записка [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://pager.icomm.ru/~astal/fizfak/orlov/cordless.html>
22. Беспроводные локальные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kunegin.narod.ru/ref3/wlan6/index.htm>
23. Сети на основе радио-Ethernet [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.novacom.ru/technology/radionet.htm>
24. Крейнес А. Беспроводные сети передачи данных / А. Крейнес // Сети. – 1997. – № 6. – С. 52–58.
25. Демидов В. М. Стандарт сотовой связи CDMA / В. М. Демидов, С. А. Пузинков, Н. В. Макаров // Вестник связи. – 1997. – №7. – С. 50 – 53; №8. – С. 49–51.
26. Андреев А. М. CDMA без тайн / А. М. Андреев // Технологии и средства связи. – 1998. – №4. – С. 54–57.

27. Бабков В. Ю. Системы связи с кодовым разделением каналов / В. Ю. Бабков, М. А. Вознюк. – СПб. : СПбГУТ, 1999. – 256 с.
28. Безруков А. В. Преимущества и основные параметры цифровых сотовых систем связи стандарта IS-95 (CDMA) / А. В. Безруков // Электросвязь. – 1999. – № 12. – С. 20–22.
29. Невдяев Л. CDMA : расширение спектра [Электронный ресурс] / Л. Невдяев // Сети. – 2000. – № 5. – Режим доступа до журн. : <http://www.osp.ru.nets/2000/05/058.htm>
30. Борисов В. Радиомосты для данных / В. Борисов // Сети. – 1997. – № 9. – С. 30–34.
31. Бескровный В. Эфир без иллюзий [Электронный ресурс] / В. Бескровный // Мир связи. – 2001. – № 5. – Режим доступа до журн. : <http://ifware.com.ua/magazine/telecom/2001.06.26/ilusion/index.html>
32. Грибунин В. Г. Применение вейвлетов в связи (Санкт-Петербургский городской семинар “Всплески (wavelets) и их приложения”, 1998) [Электронный ресурс] / В. Г. Грибунин. – Режим доступа: <http://www.math.spbu.ru/user/dmp/reports/12.html>
33. Кальянов Э. В. Пакетная передача информации при её маскировке многомодовым хаосом : тр. 5-й Международ. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / Э. В. Кальянов. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003 – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
34. Морозов А. Г. Модифицированная система с хаотическим кодированием (CSK-система) с использованием дискриминантной процедуры обработки сигналов [Электронный ресурс] / А. Г. Морозов, М. В. Капранов, О. Я. Бутковский, Ю. А. Кравцов // Журнал радиоэлектроники. – 2000. – № 10. – Режим доступа до журн. : <http://jre.splire.ru/jre/oct00/1/text.html>
35. Дмитриев А. Новые подходы к решению проблем в системах связи и компьютерных сетях : динамический хаос [Электронный ресурс] / А. Дмитриев, С. Старков // Компьютерра. – 2001. – № 46 (423). – Режим доступа до журн. : <http://www.kinnet.ru/cterra/423/14434.html>
36. Кулик А. Я. Аналіз методів організації широко смугової модуляції / А. Я. Кулик // Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія. – 2005. – № 1. – С. 84–88.
37. Малыгин И. Перспективные способы модуляции в широкополосных системах передачи данных [Электронный ресурс] / И. Малыгин. – Режим доступа :

- <http://www.aqua.comptec.ru.tech/dsss/Spread.htm>
38. МТ63 – техническое описание [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rk3dzd.narod.ru/library/mt63.htm>
 39. Невдяев Л. CDMA : сигналы и их свойства [Электронный ресурс] / Л. Невдяев // Сети. – 2000. – № 11. – Режим доступа до журн. : <http://www.osp.ru/nets/2000/11/022.htm>
 40. Литюк В. И. Выбор структуры частотно-временного сигнала подвижной радиосвязи : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / В. И. Литюк, В. М. Жуков, А. В. Жуков. – С.-Пб. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
 41. Смирнов Н. И. Синхронное кодовое разделение абонентских станций : перспективное поколение персональных систем связи / Н. И. Смирнов, С. Ф. Георгадзе // Технологии и средства связи. – 1998. – № 4. – С. 58–62.
 42. Георгадзе С. Ф. Синхронное кодовое разделение шумоподобных сложных сигналов в персональных системах связи [Электронный ресурс] / С. Ф. Георгадзе // Электросвязь. – 2003. – № 6. – Режим доступа до журн. : http://rtuis.miem.edu.ru/electrosv/nomer_062003.htm
 43. Прозоров Д. Е. Метод кодовой синхронизации в цифровых системах связи с многостанционным доступом : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / Д. Е. Прозоров, Е. В. Медведева. – С.-Пб. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
 44. Залманзон Л. А. Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях / Л. А. Залманзон. – М. : Наука, 1989. – 496 с.
 45. Принципы функционирования CDMA [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cdma.aanet.ru/cdma6.htm>
 46. Малыгин И. В. Коды, коды, коды... [Электронный ресурс] / И. В. Малыгин // Технологии и средства связи. – 1999. – № 3. – Режим доступа до журн. : <http://www.institute-rt.ru/common/stattyi/statya3/statya3.shtml>
 47. Громов Ю. Построение радиосетей масштаба города и использование для этой цели оборудования ARLAN [Электронный ресурс] / Ю. Громов. – Режим доступа : http://www.computerinform.ru/inform23_97/ramax.htm

48. Кулик А. Я. Анализ ортогональных кодовых последовательностей, wykorzystуванних для організації ширококугової модуляції / А. Я. Кулик, А. Є. Шакула // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 1. – С. 76–81.
49. Гиренко А. В. Методы корреляционного обнаружения объектов / А. В. Гиренко, В. В. Ляшенко, В. П. Машталир, Е. П. Путятин. – Харьков : АО „БизнесИнформ”. – 1996. – 112 с.
50. Петренко И. И. Пассивные оптические сети PON / И. И. Петренко, Р. Р. Убайдуллаев // Lightwave. – 2004. – № 1. – С. 22–28.
51. Мардер М. Цифровые генераторы шума [Электронный ресурс] / М. Мардер, В. Федосов // Радио. – 1990. – № 8. – Режим доступа до журн. :
http://radiotech.by.ru/Schematic_PCB/Elektroniks/digit_gen_noise.htm
52. Голубов Б. И. Ряды и преобразования Уолша. Теория и применения / Б. И. Голубов, А. В. Ефимов, В. А. Скворцов. – М. : Наука, 1987. – 344 с.
53. Сидельников В. М. Обобщённые матрицы Адамара и их приложения [Электронный ресурс] / В. М. Сидельников. – Режим доступа : <http://cryptography.ru/db/msg.html?mid=1161310>
54. Волошенко А. В. Про деякі властивості матриць Адамара і кодів Адамара : пр. IV-ї Всеукр. конф. з прикладної математики і інформатики (СНКПМІ-2001) [Електронний ресурс] / А. В. Волошенко. – Львів. – 2003. – Режим доступу :
<http://blues.franko.lviv.ua/ami/snkpmi/2001/tezy/Voloshenjul.htm>
55. Об условиях инвариантности спектра Уолша к циклическому сдвигу цифровых сигналов [Электронный ресурс] / М. А. Алексеев, А. М. Алексеев. – Режим доступу :
<http://zombie999.boom.ru/book02/6.htm>
56. Гнатив Л. А. Алгоритмы быстрого вычисления слэнт-преобразования на основе преобразования Уолша-Пэли / Л. А. Гнатив // Автоматика. – 1993. – № 6. – С. 78–87.
57. Гнатив Л. А. Высокоэффективные обобщённые наклонные преобразования Уолша для сжатия цифровых изображений / Л. А. Гнатив, Е. С. Шевчук // Проблемы управления и информатики. – 2000. – № 5. – С. 112–118.
58. Дворников В. Д. Факторизация матриц Уолша-Адамара : тр. Междунар. конф. “Современные математические методы исследования телекоммуникационных сетей (СММИТС-1999)”

- [Электронный ресурс] / В. Д. Дворников, В. А. Липницкий. – Мн. – 1999. – Режим доступа :
http://www.bs.u.by/Conferences/cas99/Abstracts/Section1/Dvornikov_Lipnitsky/Dvornikov_Lipnitsky.htm
59. Ракошиц В. С. Специализированные микропроцессоры, реализующие быстрые преобразования / В. С. Ракошиц, А. В. Козлов, И. А. Картюшов, А. А. Беляев // Электронная техника. – Сер. II. – 1978. – № 4. – С. 206–216.
 60. Смирнов Ю. М. Быстрые преобразования Уолша для скользящего анализа спектра / Ю. М. Смирнов, Г. Н. Воробьёв, Е. С. Потапов, В. В. Сюзев // Радиотехника и электроника. – 1975. – № 5. – С. 950–957.
 61. Harmuth H. F. Applications of Walsh function in communications / H. F. Harmuth // IEEE Spectrum. – 1969. – Nov. – P. 82–91.
 62. Harmuth H. F. Sequency filters based on Walsh functions / H. F. Harmuth // IEEE Trans. – 1968. – June. – EMC-10. – № 2. – P. 293–295.
 63. Квитек Е. В. Фильтрация измерительных сигналов, представимых в базисе Уолша / Е. В. Квитек // Вестник ОГУ. – 2001. – № 3. – С. 80–85.
 64. Васильева Л. Г. Преобразования Фурье и вейвлет-преобразования. Их свойства и применение / Л. Г. Васильева, Я. М. Жилейкин, Ю. И. Осипник // Вычислительная техника и программирование. – 2002. – Т. 3. – № 11. – С. 172–175.
 65. Дрёмин И. М. Вейвлеты и их использование / И. М. Дрёмин, О. В. Иванов, В. А. Нечитайло // Успехи физических наук. – 2001. – Т. 171. – № 5. – С. 465–501.
 66. Илюшин Я. А. Теория и применение вейвлет-анализа [Электронный ресурс] / Я. А. Илюшин. – Режим доступа :
<http://atm563.phys.msu.ru/Ilyushin/wavelet/wavelet.htm>
 67. Белоглазов И. Н. Корреляционно-экстремальные системы / И. Н. Белоглазов, В. П. Тарасенко – М. : Сов. радио, 1974. – 392 с.
 68. Микаэлян А. Л. Оптические методы в информатике : Запись, обработка и передача информации / А. Л. Микаэлян. – М. : Наука, 1990. – 232 с.
 69. Козанне А. Оптика и связь / А. Козанне, Ж. Флере, Г. Мэтр, М. Руссо : пер. с фр. – М. : Мир, 1984. – 504 с.

70. Шеннон К. Математическая теория связи. / К. Шеннон // Работы по теории информации и кибернетике. – М. : Иностранная литература, 1963. – С. 243–332.
71. Daubechies I. Orthonormal bases of compactly supported wavelets / I. Daubechies // *Comm. Pure Appl. Math.* – 1988. – V. 41, № 7. – P. 909–996.
72. Lemarie P. G. Ondelettes a localization exponentiell / P. G. Lemarie // *J. Mayj. Pure Appl.* – 1987. – V. 67. – P. 227–236.
73. Выхованец В. С. Хааро-подобные системы сигналов [Электронный ресурс] / В. С. Выхованец. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
74. Петухов А. П. Периодические дискретные всплески / А. П. Петухов // *Алгебра и анализ.* – 1996. – № 3. – С. 151–183.
75. Новиков И. Я. Всплески с компактным носителем / И. Я. Новиков // *Фундаментальная и прикладная математика.* – 2001. – Т. 7, № 4. – С. 955–981.
76. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ : основы теории и примеры применения / Н. М. Астафьева // *УФН.* – 1996. – Т. 166, № 11. – С. 1145–1170.
77. Акишев Г. Об условиях базисности обобщённой системы Хаара / Г. Акишев // *Математический журнал.* – Алматы. – 2002. – Т. 2, № 4 (6). – С. 19–25.
78. Спиридонов В. Самоподобие, всплески и квазикристаллы [Электронный ресурс] / В. Спиридонов. – Режим доступа : <http://www.computerra.ru/offline/1998/236/1124/print.html>
79. Amara Graps. An Introduction to Wavelets [Электронный ресурс] / Amara Graps. – Режим доступа : <http://www.amara.com/IEEEwave/IEEEwavelet.html>
80. Петухов А. П. Периодические всплески / А. П. Петухов // *Математический сборник.* – 1997. – № 10. – С. 69–94.
81. Грин П. Е. Системы с обратной связью. Лекции по теории систем связи / П. Е. Грин – М. : Мир, 1964. – 265 с.
82. Hayes J. F. Adaptive feedback communications / J. F. Hayes // *IEEE Transaction on Communications.* – 1968. – February. – Vol. 16, No. 1. – P. 29–34.
83. Webb W. T. Variable rate QAM for mobile radio / W. T. Webb, R. Steele // *IEEE Transaction on Communications.* – 1995. – July. – Vol. 43, No. 7. – P. 2223–2230.
84. Sampei S. Adaptive modulation. TDMA scheme for large capacity personal multimedia communications systems / S. Sampei, S. Komai

- ki, N. Morinaga // IEICE Transactions on Communications – 1994. – September. – Vol. E77-B. – P. 1096–1103.
85. Alamouti S. Adaptive trellis-coded multiple-phase-shift keying for Rayleigh fading channels / S. Alamouti, S. Kallel // IEEE Transaction on Communications. – 1994. – June. – Vol. 42, No. 6. – P. 2305–2314.
86. Goldsmith A. Variable-rate variable-power MQAM for fading channels / A. Goldsmith, S. -G. Chua // IEEE Transaction on Communications. – 1997. – October. – Vol. 45, No. 10. – P. 2305–2314.
87. Torrance J. Latency and networking aspects of adaptive modems in slow indoors Rayleigh fading / J. Torrance, L. Hanzo // IEEE Transaction on Vehicular Technology. – 1999. – July. – Vol. 48. – P. 1237–1251.
88. Chung S. T. Degrees of freedom in adaptive modulation : A unified view / S. T. Chung, A. J. Goldsmith // IEEE Transaction on Communications. – 2001. – September. – Vol. 49, No. 9. – P. 1561–1571.
89. Torrance J. Optimization of switching levels for adaptive modulation in slow Rayleigh fading / J. Torrance, L. Hanzo // IEEE Electronics Letters. – 1999. – June. – Vol. 32, No. 13. – P. 1167–1169.
90. Choi B. J. Optimum mode-switching assisted adaptive modulation / B. J. Choi, L. Hanzo // Proceeding of Globecom 2001. – P. 3316–3320.
91. Lin L. Adaptive transmission with discrete code rates and power levels / L. Lin, R. D. Yates, P. Spasojevic // IEEE Transaction on Communications. – 2003. – December. – Vol. 51, No. 12. – P. 2305–2314.
92. Holm H. Optimal design of adaptive codes modulation schemes for maximum average spectral efficiency // H. Holm, G. Oien, Slim-Alouini // Proceedings of IEEE Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications. – 2003.
93. Jetlund O. Rate-adaptive coding and modulation with LDPC component codes : Tech. Rep. / O. Jetlund, G. E. Oien, K. Hole, J. V. Markhus / Department of Telecommunications, Norwegian University of Science and Technology. – 2002.
94. Chow P. S. A practical discrete multitone transceiver loading algorithm for data transmission over spectrally shaped channels / P. S. Chow, J. M. Cioffi, J. A. C. Bingham // IEEE Transaction on Communications. – 1995. – February/March/April. – Vol. 43, No. 2/3/4.
95. Fischer R. A new loading algorithm for discrete multitone transmission / R. Fischer, J. Huber // Proceeding of Globecom'96. – 1996. – P. 724–728.

96. Keller T. Adaptive modulation techniques for duplex OFDM transmission / T. Keller, L. Hanzo // *IEEE Transaction on Vehicular Technology*. – 2000. – September. – Vol. 49, – P. 489–493.
97. Krongold B. computationally efficient optimal power allocation algorithms for multicarrier communication systems / B. Krongold, K. Ramchandran, D. Jones // *IEEE Transaction on Communications*. – 2000. – January. – Vol. 48, No. 1. – P. 23–27.
98. Baccarelli E. Novel efficient bit-loading algorithms for peak-energy-limited ADSL-type multicarrier systems / E. Baccarelli, A. Fasano, M. Biagi // *IEEE Transaction on Signal Processing*. – 2002. – May. – Vol. 22, No. 1. – P. 114–144.
99. Dardari D. Ordered subcarrier selection algorithm for OFDM-based high-speed WLANs / D. Dardari // *IEEE Transaction on Communications*. – 2004. – September. – Vol. 3, No. 5. – P. 1561–1571.
100. Keller T. Blind-detection assisted sub-band adaptive turbo-coded OFDM schemes / T. Keller, L. Hanzo // *Proceeding of the IEEE Vehicular Technology Conference*. – 1999. – P. 489–493.
101. Kim Y. H. A multicarrier CDMA system with adaptive subchannel allocation for forward link / Y. H. Kim, I. Song, S. Yoon, S. R. Park // *IEEE Transaction on Vehicular Technology*. – 1999. – September. – Vol. 48, No. 5. – P. 479–483.
102. Филимонов А. Алгоритмы модуляции технологий xDSL [Электронный ресурс] / А. Филимонов. – Режим доступа : <http://www.p-stone.ru/libr/nets/tcpip/data/public6/>
103. Бондаренко М. Ф. Моделі розпізнавання нештатних ситуацій в складноорганізованих системах на основі алгебри скінченних предикатів / М. Ф. Бондаренко, А. Л. Єрохін // *Зв'язок*. – 2004. – № 5. – С. 55–59.
104. Кулик А. Я. Приймання інформативних сигналів на фоні завад з апіорно невизначеними параметрами / А. Я. Кулик // *Вестник Херсонского национального технического университета*. – 2006. – № 1(24). – С. 103–106.
105. Белоглазов И. Н. Корреляционно-экспертные системы / И. Н. Белоглазов, В. П. Тарасенко. – М. : Советское радио, 1974. – 392 с.
106. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования [Учебн. для студ. высш. уч. зав.] / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – К. : Вища школа, 1986 – 238 с.
107. Финк Л. М. Теория передачи дискретных сообщений / Л. М. Финк. – М. : Советское радио, 1970. – 728 с.

108. Экстремальная радионавигация / [Белоглазов И. Н., Медведев Г. А., Половников Р. И. и др.]; под ред. Р. И. Половникова и В. П. Тарасенко. – М. : Наука, 1978. – 280 с.
109. Кулик А. Я. Теорія інформації і кодування [Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл.] / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко. – Вінниця : ВНТУ. – 145 с.
110. Кириллов С. Н. Разработка методов совместного синтеза сигналов и устройств обработки в широкополосных системах связи и радиолокации : тр. Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии” [Электронный ресурс] / С. Н. Кириллов. – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
111. Гусевский В. И. Сверхширокополосные скрытные системы радиосвязи : тр. Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии” [Электронный ресурс] / В. И. Гусевский, Л. А. Белов. – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
112. Бодяньський Є. В. Адаптивне виявлення розладнань в об'єктах керування за допомогою штучних нейронних мереж [Монографія. Електронний ресурс] / Є. В. Бодяньський, О. І. Михальов, І. П. Плісс. – Режим доступа : <http://metal.dmeti.dp.ua/kaf/k-its/books/a-neuro/ref.html>
113. Филатов В. А. О моделях обработки данных на основе иерархии сетей высокого уровня / В. А. Филатов, В. Е. Кучеренко // Радиоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2004. – № 1. – С. 95–100.
114. Батыр С. С. Анализ возможности применения теории автоматического управления для исследования телекоммуникационных систем : тр. 2 междунар. фор. “Информационные технологии в XX_ веке” [Электронный ресурс] / С. С. Батыр, С. Ф. Суков. – Днепропетровск. – 2004. – Режим доступа : <http://www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/batyr/library/statya1.htm>
115. Мокін Б. І. Методи ідентифікації електромеханічних процесів у лінійних системах [Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл.] / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 240 с.
116. Мокін Б. І. Методи ідентифікації електромеханічних процесів [Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл.] / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 300 с.

117. Гуров И. П. Основы теории информации и передачи сигналов [Электронный ресурс] / И. П. Гуров. – Режим доступа : http://cde.info.ru/bk_netra/cgi-bin
118. Родионов С. А. Расчёт и конструирование механизмов и деталей приборов / С. А. Родионов, Е. И. Гутман. – Л. : Машиностроение. – 1975. – С. 5–37.
119. Медведев Д. В. Сравнение эффективности решения нелинейных оптимизационных задач различными методами : тр. III Всеросс. конф. «Инновационные технологии в обучении и производстве», Камышин, 2003 г. / Д. В. Медведев. – Камышин : КТИ. – 2003. – Т. 2. – С. 142–145.
120. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники / Б. Р. Левин. – М. : Советское радио, 1974. – 552 с.
121. Шлезингер М. И. Идентификация статистических параметров в одной модели условной независимости [Электронный ресурс] / М. И. Шлезингер. – Режим доступа : <http://www.irte.org.ua/image>
122. Васильев К. К. Методы обработки сигналов / К. К. Васильев. – Ульяновск : УЛГТУ, 2001. – 80 с.
123. Кветный Р. Н. Математическое моделирование в задачах проектирования средств автоматизации и информационно-измерительной техники [Уч. пос. для студ. высш. уч. зав.] / Р. Н. Кветный. – К. : УМК ВО, 1989. – 112 с.
124. Брычков Ю. А. Таблицы неопределённых интегралов / Ю. А. Брычков, О. И. Маричев, А. П. Прудников. – М. : Наука, 1986. – 192 с.
125. Прокис Дж. Цифровая связь : пер. с англ. / Дж. Прокис. – М. : Радио и связь, 2000. – 800 с.
126. Ларіонов Ю. І. Дослідження операцій в інформаційних системах [Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл.] / Ю. І. Ларіонов, В. М. Левикін, М. А. Хажмурадов. – Харків : СМІТ, 2005. – 364 с.
127. Коржик В. И. Расчёт помехоустойчивости систем передачи дискретных сообщений : справочник / В. И. Коржик, Л. М. Финк, К. Н. Щелкунов. – М. : Радио и связь, 1981. – 232 с.
128. Техніка передавання аналогової та дискретної інформації [Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл.] / Васюра А. С., Кривогубченко С. Г., Кулик А. Я. та ін. – Вінниця : ВДТУ, 1998. – 101 с.
129. Аносов Р. С. Сравнительный анализ приближений для вероятности обнаружения радиолокационных сигналов [Электронный ресурс] / Р. С. Аносов, С. С. Аносов // Журнал радиоэлектроники. – 2000. – № 8. – Режим доступа до журн. :

- <http://jre.cplire.ru/jre/aug00/4/text.html>
130. Ван Трис Г. Теория обработки оценок и модуляции (В 3-х томах) / Пер. с англ. / Г. Ван Трис. – М. : Советское радио, 1972.
 131. Kulyk A. J. Optimization of process of exchange information in the computer systems : Materialy IV mezinarodni vedecko-prakticka conference “Zpravy Vedecke IDEJE-2008”, Praha, 27. 10 – 05.11.2008 / A. J. Kulyk, D. S. Krivogubtchenko, A. A. Kulyk. – Praha : Education and Science s. r. o., 2008. – Dil 11. – P. 106–109. http://www.rusnauka.com/29_NNM_2008/Tecnic/35322.doc.html
 132. Кветний Р. Н. Методи комп’ютерних обчислень [Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / Р. Н. Кветний. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 148 с.
 133. Петров Е. Г. Методи і засоби прийняття рішень у соціально-економічних системах [Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / Е. Г. Петров, М. В. Новожилова, І. В. Гребеннік. – К : Техніка, 2004. – 256 с.
 134. Калашников А. Е. Диалоговая система многокритериальной оптимизации технологических процессов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / Калашников Александр Евгеньевич. – М. : 2004. – 136 с.
 135. Щипин К. С. Система прогнозирования на основе многокритериального анализа временных рядов : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.10 / Щипин Константин Сергеевич. – М. : 2004. – 134 с.
 136. Абилов А. В. Разработка и исследование алгоритмов оценки цифровых сигналов и оптимального использования частотного ресурса в радиотелефонной системе : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.16 / Абилов Альберт Винерович. – Ижевск : 2000. – 160 с.
 137. Елисеев С. Н. Исследование алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов в системах связи и радиовещания : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.13 / Елисеев Сергей Николаевич – Самара : 2002. – 202 с.
 138. Палей Д. Э. Исследование динамики дискретных систем фазовой синхронизации второго порядка с нелинейным фильтром : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.01 / Палей Дмитрий Эзрович – Ярославль : 1998. – 188 с.
 139. Колганов А. Р. Основные разделы современной теории автоматического управления [Электронный ресурс] / А. Р. Колганов. – Иваново : ИГЭУ, 2004. – Режим доступа : <http://www.1.ispu.ru/library/lessons/kolganov/2/>

140. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления / Пер. с англ. / Г. Олссон, П. Джангуидо. – С.-Пб. : Невский диалект, 2001 – 557 с.
141. Медич Дж. Статистические оптимальные линейные оценки и управление / Пер. с англ. / Дж. Медич. – М. : Энергия, 1973. – 440 с.
142. Квакернак Х. Линейные оптимальные системы управления / Пер. с англ. / Х. Квакернак, Р. Сиван. – М. : Мир, 1977. – 650 с.
143. Kvyetnyu R. Mathematical model of the channel of communication / R. Kvyetnyu, A. Kulyk // Nauka I Studia. – 2007. – № 5. – P. 60–68.
144. Семёнов Ю. А. Телекоммуникационные технологии [Электронный ресурс] / Ю. А. Семёнов. – Режим доступа : <http://book.itper.ru/1/intro1.htm>
145. Кузьмин И. В. Кодирование и декодирование в информационных системах / И. В. Кузьмин, В. И. Ключко, В. А. Литвин. – К. : Вища школа, 1985. – 190 с.
146. Элементы теории передачи дискретной информации / Под ред. Пуртова Л. П. – М. : Связь, 1972. – 232 с.
147. Котельников В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости / В. А. Котельников. – М. : Госэнергоиздат. – 1956.
148. Щербань О. Г. Решение задачи идентификации динамических объектов в условиях априорной неопределённости / О. Г. Щербань // Радиоэлектроника. Информатика. Управління. – 2004. – № 1. – С. 43–45.
149. Шумаков П. П. Качественные показатели эффективности идентификации двухканальной радиолокационной системы обработки сигналов [Электронный ресурс] / П. П. Шумаков, Н. С. Науменко, О. В. Гурьянов. – Режим доступа : <http://www.laboratory.ru/articl/rad/ar081r.htm>
150. Мундриевская Е. Б. Непараметрический метод обнаружения гармонического сигнала на фоне широкополосного шума / Е. Б. Мундриевская // Вестник Омского университета. – 1997. – Вып. 1. – С. 17–19.
151. Борисов В. И. Синтез оптимальных алгоритмов многоальтернативного обнаружения и различения сигналов на фоне помехи со случайным моментом времени скачкообразного изменения дисперсии [Электронный ресурс] / В. И. Борисов, В. М. Зинчук. – Режим доступа : <http://www.tvp.ru>

152. Иммореев И. Я. Оптимальная обработка радиолокационных сигналов с неизвестными параметрами / И. Я. Иммореев, Д. В. Федотов // Радиотехника. – 1998. – № 10. – С. 84–88.
153. Любчик Л. М. Мониторинг динамических процессов на основе сингулярно-спектрального анализа / Л. М. Любчик, А. А. Миросниченко // Вісник НТУ „ХПІ”. – 2005. – № 4. С. 131–138.
154. Конаков В. А. Расчёт допустимых отношений сигнал/шум на основе анализа оптимального алгоритма приёма сигналов побочных акустических измерений информационных систем / В. А. Конаков, В. Ф. Клюев, В. И. Кривошеев, В. А. Односцевец // Вестник ННГУ им. Н. И. Лобачевского. Сер. “Радиофизика”. – Вып. 2. – С. 227–237.
155. Бурлаков К. Ю. Определение отношения сигнал/шум для ПЭМИ ЛВС типа Fast Ethernet / К. Ю. Бурлаков, К. В. Дёмин, В. В. Сак, М. З. Шакиров // Защита информации. Конфидент. – 2002. – № 4–5. – С. 44–53.
156. Кветный Р. Н. Оценка оптимального приёмника Котельникова по вероятности ошибки идентификации сигнала / Р. Н. Кветный, А. Я. Кулик // Современный научный вестник. – 2007. – № 17. – С. 4–15.
157. Кулик А. Я. Аналіз впливу каналу зв’язку на процес передавання інформації / А. Я. Кулик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2002. – № 1(13). – С. 170–173.
158. Кулик А. Я. Энергетический спектр сигналов при передаче информации оптическими линиями связи / А. Я. Кулик, Н. Н. Компанец, Д. С. Кривогубченко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2000. – № 1. – С. 50–51.
159. Кветный Р. Н. Спектральный анализ информационных сигналов / Р. Н. Кветный, А. Я. Кулик, Д. С. Кривогубченко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2002. – № 9. – С. 65–68.
160. Kulyk A. Identification of informative signals in adaptive systems of data transmission / A. Kulyk // Internet – Education - Science (IES): Fifth International Conf. Vinnytsia, October 10 – 14, 2006 – Baku (Azerbaijan) – Vinnytsia (Ukraine) – Veliko Turnovo (Bulgaria). – 2006. – Vol. 2. – P. 396–398.
161. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – Лейпциг : Тойбнер, М. : Наука. – 1980. – 974 с.

162. Ливенцев С. П. Результаты имитационного математического моделирования широкополосной системы стандарта IEEE 802. 11. b / С. П. Ливенцев, А. В. Кувшинов // Зв'язок. – 2004. – № 8. – С. 30–31.
163. Морозов А. Г. Модифицированная система с хаотическим кодированием (CSK-система) с использованием дискриминантной процедуры обработки сигналов [Электронный ресурс] / А. Г. Морозов, М. В. Капранов, О. Я. Бутковский, Ю. А. Кравцов // Журнал радиоэлектроники. – 2000. – № 10. – Режим доступа до журн. : <http://jre.cplire/koi/oct00/1/text.html>
164. Кулик А. Я. Побудова приймача з використанням дискримінаційної процедури на засадах критерію Фішера / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, Я. А. Кулик // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2007. – № 6. – С. 221–224.
165. Шварцман В. О. Теория передачи дискретной информации / В. О. Шварцман, Г. А. Емельянов. – М. : Связь, 1979. – 424 с.
166. Фомичёв С. М. Обзор математических моделей каналов связи и их применение в телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] / С. М. Фомичёв, А. В. Абилов // Ижевск : ИГТУ. – 2001. – 60 с. – Режим доступа : <http://new.istu.ru/files/material-static/1192/FomichevAbi>
167. Парийская Е. Ю. Сравнительный анализ математических моделей и подходов к моделированию и анализу непрерывно-дискретных систем [Электронный ресурс] / Е. Ю. Парийская. – С.-Пб. : ИТА РАН. – Режим доступа : <http://tom.imm.uran.ru/~dolly/v197/pariis/pariis.html>
168. Архангельский С. В. Информационные свойства цифровых сигналов, имеющих аналоговую природу : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / С. В. Архангельский, Н. П. Редькин. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
169. Балашов В. А. Моделирование характеристик цифровых абонентских линий / В. А. Балашов, Л. М. Ляховецкий // Зв'язок. – 2003. – № 2. – С. 19–23.
170. Васильев В. И. Математическая модель для анализа защищённости взаимосвязанных информационных объектов [Электронный ресурс] / В. И. Васильев, А. А. Бакиров, А. Ю. Бабиков // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2000. – № 1. – Режим доступа до журн. :

- <http://ssl.stu.neva.ru/sslpublication/magazine>
171. Забровский В. С. Протяжённые стохастические и динамические процессы в компьютерных сетях : модели, методы анализа для систем защиты информации [Электронный ресурс] / В. С. Забровский // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 1999. – № 3. – Режим доступа до журн. : <http://ssl.stu.neva.ru/sslpublication/magazine>
 172. Есиков О. В. Применение теории марковских цепей для построения модели оптимизации и состава комплексов средств защиты современных систем передачи и обработки данных : труды 3 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2000)” [Электронный ресурс] / О. В. Есиков, А. С. Кислицын. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2000. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
 173. Абакумов Е. К. К вопросу о нахождении наилучшего внешнего воздействия для линейной системы [Электронный ресурс] / Е. К. Абакумов. – 2002. – Режим доступа : <http://www.scitellibrary.com/rus/catalog/pages/3022.html>
 174. Кириллов С. Н. Разработка методов совместного синтеза сигналов и устройств обработки в широкополосных системах связи и радиолокации: тр. Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии” [Электронный ресурс] / С. Н. Кириллов . – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
 175. Батыр С. С. Применение теории автоматического управления для исследования телекоммуникационных систем : тр. 4 междунар. научн. -техн. конф. “Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых” [Электронный ресурс] / С. С. Батыр, С. Ф. Суков. – Донецк. – 2004. – Режим доступа : <http://www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/batyr/library/statyagea.htm>
 176. Абадуров С. Е. Показатели устойчивости информационного обмена в защищённых телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] / С. Е. Абадуров, С. К. Чатоян, А. Е. Зелинский // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 1999. – № 2. – Режим доступа до журн. : <http://ssl.stu.neva.ru/sslpublication/magazine>
 177. Стеклов В. К. Принципы проектирования оптимальных систем управления сетями связи / В. К. Стеклов, Л. И. Нетудыхата, Л. Н. Беркман // Зв’язок. – 2004. – № 4. – С. 47–48.

178. Стеклов В. К. Методика решения задачи многокритериальной оптимизации систем управления разнородными телекоммуникационными сетями / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман, Б. Я. Костик // Зв'язок. – 2003. – № 1. – С. 42–44.
179. Кільчицький С. В. Властивості та критерії оцінювання ефективності сучасної автоматизованої системи управління телекомунікаціями / С. В. Кільчицький // Зв'язок. – 2003. – № 1. – С. 9–12. – № 2. – С. 15–18.
180. Стеклов В. К. Особливості вибору методу обробки сигналів управління мережами зв'язку / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман, О. І. Чумак // Зв'язок. – 2002. – № 2. – С. 27–29.
181. Смагин В. А. Метод оценивания и обеспечения надёжности сложных программных комплексов [Электронный ресурс] / В. А. Смагин. – Запорожье : ООО “Центр информационной безопасности”, 2002. – Режим доступа : <http://www.bezpeka.com>
182. Бондаренко В. Г. Оптимізація рішень при проектуванні та організації технічної експлуатації ВОСП за критерієм надійності / В. Г. Бондаренко, М. О. Біла // Зв'язок. – 2004. – № 8. – С. 64–66.
183. Бочкарёв В. В. Адаптивное параметрическое спектральное оценивание нестационарных сигналов : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2003)” [Электронный ресурс] / В. В. Бочкарёв, И. Р. Петрова, В. Ю. Теплов. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
184. Валеев В. Г. Адаптивное подавление помех на базе линейного автокомпенсатора : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2003)” [Электронный ресурс] / В. Г. Валеев, А. А. Язовский. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
185. Соловьёва Е. Б. Компенсация нелинейных искажений в каналах связи методом простых итераций : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2003)” [Электронный ресурс] / Е. Б. Соловьёва, К. В. Смирнов. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
186. Кириллов С. Н. Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция с нелинейным адаптивным фильтром-предсказателем : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2003)” [Электронный ресурс] / С. Н. Кириллов, А. А. Лоцманов. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>

187. Куликов Г. В. Алгоритм цифровой адаптивной фильтрации модулированных сигналов с непрерывной фазой при наличии нефлуктуационных помех : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / Г. В. Куликов. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
188. Агудов Н. В. Отношение сигнал/шум на выходе нелинейной инерционной системы / Н. В. Агудов, А. В. Кричигин // Радиофизика : Научн. конф. по радиофизике. Нижний Новгород, 2005 г. – Н. Новгород : ННГУ. – 2005. – С. 192–192.
189. Умнов А. Л. Использование эффекта нелинейного рассеяния радиоволн для создания энергетически эффективной системы связи в беспроводных сенсорных сетях : тр. 1 междунар. научн. -практ. конф. “Современные информационные технологии и ИТ-оборудование” [Электронный ресурс] / А. Л. Умнов, Д. А. Головачёв, И. С. Шишалов. – М. : МГУ. – 2005. – С. 720–730. – Режим доступа : <http://www.2005.edu-it.ru>
190. Гаврилин А. Т. Оптимальная процедура обнаружения/различения биспектрально организованных триплетов / А. Т. Гаврилин // Радиофизика : Научн. конф. по радиофизике. Нижний Новгород, 2005 г. – Н. Новгород : ННГУ. – 2005. – С. 280–281.
191. Пылькин А. Н. Разработка многопороговых декодеров помехоустойчивых кодов : тр. Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии” [Электронный ресурс] / А. Н. Пылькин, В. В. Золотарёв, Г. В. Овечкин. – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
192. Витязев В. В. Методы и алгоритмы цифровой обработки и формирования сигналов для повышения помехоустойчивости и скорости передачи данных по коммутируемым телефонным каналам связи : тр. Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии” [Электронный ресурс] / В. В. Витязев, А. Ю. Линович, А. А. Кочетков, Д. В. Сорокин. – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
193. Сорокин Д. В. Метод символьной синхронизации модемов по информационному сигналу : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электрон-

- ний ресурс] / Д. В. Сорокин, В. В. Витязев. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
194. Стешенко В. Б. Цифровые разомкнутые схемы демодуляторов сигналов с частотной и фазовой манипуляцией : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2003)” [Электронный ресурс] / В. Б. Стешенко. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
195. Кобелев В. Ю. Адаптивное вейвлет-преобразование сигналов : труды 3 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2000)” [Электронный ресурс] / В. Ю. Кобелев. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2000. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
196. Петров Б. Н. Адаптивное регулирование мощности передающего устройства с использованием методов ЛП_r-поиска [Электронный ресурс] / Б. Н. Петров. – Режим доступа : <http://hayka-samara.narod.ru/osnov.htm>
197. Кулик А. Я. Використання інтерфейсних мікросхем при проектуванні мікропроцесорних засобів автоматики [Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / А. Я. Кулик. – Вінниця : ВДТУ, 1999. – 129 с.
198. Проектування мікропроцесорних засобів автоматики і управління [Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець – Вінниця : ВДТУ, 2001. – 130 с.
199. Принципи проектування електронних засобів автоматики [Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / Васюра А. С., Кулик А. Я., Компанець М. М. та ін. – Вінниця : ВДТУ, 1999. – 120 с.
200. Кулик А. Я. Особливості побудови засобів передавання дискретної інформації лініями зв'язку колективного користування / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець, О. М. Дідик // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2001. – № 2. – С. 192–199.
201. Васильев Е. М. Управление хаотическими колебаниями в системах передачи данных / Е. М. Васильев // Электротехнические комплексы и системы управления. – 2006. – № 1. – С. 79–82.
202. Демиденко В. А. Анализ и подбор оптимальных аппаратно-программных решений для организации передачи мультимедиа-содержимого как в режиме реального времени, так и в виде файлов [Электронный ресурс] / В. А. Демиденко. – Режим доступа : http://in4.bmstu.ru/konf/2003/smornik/s1_17.doc

203. Медведев Д. В. Сравнение эффективности решения нелинейных оптимизационных задач различными методами / Д. В. Медведев // Инновационные технологии в обучении и производстве : III Всеросс. конф. Камышин, 2003 г. – Камышин : КТИ. – 2003. – Т. 2. – С. 142–145.
204. Болховская О. В. Эффективность использования различных алгоритмов обработки для обнаружения сигналов в случае коротких выборок / О. В. Болховская, А. А. Мальцев // Радиофизика : Научн. конф. по радиофизике. Нижний Новгород, 2005 г. – Н. Новгород : ННГУ. – 2005. – С. 184–185.
205. Вознесенский А. С. Информационные критерии качества распознавания состояния объектов и выбор параметров для его осуществления [Электронный ресурс] / А. С. Вознесенский, В. А. Вознесенский // Интеллектуальные системы. – 2004. – № 9. – Режим доступа до журн. : <http://banana.stack.net:16000/db/msg/15073>
206. Кулик А. Я. Інформаційна оцінка ефективності адаптивної системи передавання / А. Я. Кулик // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2006. – № 3. – С. 41–43.
207. Бабкин В. В. Оптимизационная задача выбора речевого и канального кодирования : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / В. В. Бабкин, А. А. Ланнэ, В. С. Шаптала. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
208. Пылькин А. Н. Разработка многопороговых декодеров помехоустойчивых кодов : тр. Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии”) [Электронный ресурс] / А. Н. Пылькин, В. В. Золотарёв, Г. В. Овечкин. – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
209. Осмоловский С. А. Стохастические технологии в информационно-телекоммуникационных системах : цели и ожидаемые результаты применения / С. А. Осмоловский // Вестник РУДН. – Сер. “Прикладная и компьютерная математика”. –2005. – № 1. – Т. 4. – С. 179–190.
210. Кулик А. Я. Аналіз алгоритмів циклічного кодування при передаванні інформації колективними лініями зв'язку / А. Я. Кулик, М. М. Компанець, С. Г. Кривогубченко // Наукові праці Донецького державного технічного університету. – Сер. “Обчислювальна техніка та автоматизація”. – 2000. – Вип. 20. – С. 181–185.

211. Деундяк М. И. Имитационная модель цифрового канала передачи данных и алгебраические методы помехоустойчивого кодирования / М. И. Деундяк, Н. С. Могилевская // Вестник ДГТУ. – 2001. – Т. 1. – № 1(7). – С. 90–95.
212. Соколов Н. А. Телекоммуникационные сети / Н. А. Соколов. – М. : Альварес Паблшинг, 2004. – Т. 4. – 192 с.
213. Назаров А. Н. АТМ : технология высокоскоростных сетей / А. Н. Назаров, М. В. Симонов. – М. : ЭкоТрендз, 1997 – 232 с.
214. Богданов В. Н. Защита от ошибок в сетях АТМ / В. Н. Богданов, П. С. Вихлянцев, М. В. Симонов // Информост. – 2002. – № 3. – С. 20–24.
215. Тесля В. Я. Современные подходы к построению сетевых структур связи и управлению трафиком / В. Я. Тесля, А. Л. Бабосюк // Зв'язок. – 2004. – № 4. – С. 67–69.
216. Осмоловский С. А. Развитие информационных технологий на новых математических принципах, обеспечивающих гарантированный уровень обслуживания [Электронный ресурс] / С. А. Осмоловский. – Режим доступа : <http://www.stokos.ru/stat13.htm>
217. Информационные телекоммуникационные системы специального назначения [Электронный ресурс] – НТЦ „Навигатор Технологий”. – Режим доступа : <http://www.ntcnvg.ru/lekcii/spis.htm>
218. Мак-Вильямс Ф. Дж. Теория кодов, исправляющих ошибки / Ф. Дж. Мак-Вильямс, Н. Дж. Слоэн. . – М. : Связь, 1979. – 744 с.
219. Сысоев С. С. Рандомизированные алгоритмы стохастической оптимизации и их применение для повышения эффективности работы вычислительных комплексов и сетей : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.11 / Сысоев Сергей Сергеевич. – С.-Пб. : 2005. – 80 с.
220. Муттер В. М. Основы помехоустойчивой телепередачи информации / В. М. Муттер. – Л. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
221. Трифонов П. В. Адаптивное кодирование в многочастотных системах : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / Трифонов Пётр Владимирович. – С.-Пб. : 2005. – 147 с.
222. Лужецкий В. А. Теорія фібоначєвих моделей даних, методів обчислень і операційних пристроїв високої продуктивності та надійності : дис... докт. техн. Наук : 01.05.02, 05.13.05 / Лужецкий Володимир Андрійович. – Захищена 1.11.2003; Затв. 15.04.2004. – Вінниця : 2003. – 364 с.

223. Березюк Н. Т. Кодирование информации (двоичные коды) / Н. Т. Березюк, А. Г. Андрущенко, С. С. Мощицкий. – Харьков : Вища школа, 1978. – 252 с.
224. Габидулин Э. М. Кодирование в радиоэлектронике / Э. М. Габидулин, В. Б. Афанасьев. – М. : Радио и связь, 1986. – 176 с.
225. Давидов А. В. Сравнительный анализ характеристик свёрточных кодов, использующих мягкие и жёсткие метрики / А. В. Давидов, А. А. Мальцев // Радиотехника : Научн. конф. по радиотехнике. Нижний Новгород, 2002. – Н. Новгород : ННГУ, 2002. – С. 261–262.
226. Андреев Г. А. Моделирование вероятности ошибок кодирования ФМ сигналов с логнормальными амплитудными флуктуациями в гауссовом шуме : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2003)” [Электронный ресурс] / Г. А. Андреев, М. Н. Андрианов. – С.-Пб. : ЗАО АВГЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
227. Ручкин В. Закономерность изменения эффективности накопления сигнала двоичного кода [Электронный ресурс] / В. Ручкин. – Режим доступа : http://www.otwet.ru/study/raznoe/zakon_eff.html
228. Кривогубченко С. Г. Особливості використання завадозахищених кодів для закриття інформації при передаванні колективними лініями зв'язку / С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець, А. Я. Кулик // Збірник наукових праць Донецького державного технічного університету. – Сер. “Електротехніка і енергетика”. – 2000. – Вип. 17. – С. 65–69.
229. Кулик А. Я. Адаптивне передавання інформації каналами зв'язку / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології . – 2003. – № 1-2 (5-6). – С. 174–176.
230. Чикин А. В. Способ нахождения оптимальных по критерию “эффективная скорость передачи информации” параметров блочного кода в двоично-симметричном канале без памяти [Электронный ресурс] / А. В. Чикин // Электронный журнал “Труды МАИ”. – Режим доступа до журн. : http://www.mai.ru/projects/mai_works/articles/num9/article7
231. Лев А. Ю. Недвоичные блочные неразделимые коды, корректирующие ошибки / А. Ю. Лев, Ю. А. Лев, В. Н. Охрименко // Зв'язок. – 2002. – № 2. – С. 48–50.

232. Кулик А. Я. Визначення основних характеристик блоку даних, що передається, та вибір методів кодування / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, Н. О. Кучерук. // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2007. – № 2. – С. 41–49.
233. Кветний Р. Передавання інформації у інформаційно-вимірювальних системах / Р. Кветний, А. Кулик, Д. Кривогубченко // Контроль і управління в складних системах : VII міжнар. конф. Вінниця, 8 – 11 жовтня 2003 р. – Вінниця : ВНТУ, 2003. – С. 92.
234. Кулик А. Я. Алгоритм інформаційної адаптації до параметрів каналу зв'язку в інформаційно-вимірювальних та комп'ютерних системах / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець, Д. С. Кривогубченко // Наукові праці Донецького державного технічного університету. – Сер. “Обчислювальна техніка та автоматизація”. – 2002. – Вип. 38. – С. 281–285.
235. Кветный Р. Н. Применение метода мажоритарного декодирования в адаптивных системах передачи информации / Р. Н. Кветный, А. Я. Кулик // Оралдын Ғылым Жаршысы. – 2007. – № 7. – С. 83–92.
236. Кулик А. Я. Реалізація алгоритму повторювання при передаванні інформації / А. Я. Кулик // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2003. – № 3. – Т. 2. – С. 189–192.
237. Кулик А. Алгоритм адаптації до умов передавання інформації каналом зв'язку / А. Кулик, С. Кривогубченко, М. Компанець, Д. Кривогубченко // Контроль і управління в складних системах : VI міжнар. конф. Вінниця, 8 – 12 жовтня 2001 р. – Вінниця : ВДТУ, 2001. – С. 151–152.
238. Пат. 48411 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб передавання дискретної інформації з адаптацією параметрів каналу зв'язку та пристрій для його реалізації / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 2001064414; заявл. 23.06.2001; опубл. 15.08.2002; Бюл. № 8. – 8 с.
239. Пат. 23491 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування і передавання дискретної інформації з захистом та пристрій для його реалізації / Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г., Компанець М. М., Шабат Р. В. (Україна); ВДТУ. – № 96124764; заявл. 20.12.1996; опубл. 31.08.1998; Бюл. № 4. – 8 с.
240. Кулик А. Я. Стиснення інформації для передачі в лінію зв'язку / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець, Р. В. Ша-

- бат // Автоматика : Укр. конф. з автоматичного керування. Севастополь, 1996. – Севастополь, 1996. – Т. 1. – С. 206.
241. Melnyk A. O. The 2-D Fast Fourier and Hartley Transforms Processor in VHDL / A. O. Melnyk. – Nuremberg, 1996. – 120 p.
242. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов : Пер. с англ. / Р. Блейхут. – М. : Мир, 1989. – 448 с.
243. Смит С. В. Научно-техническое руководство по цифровой обработке сигналов : Пер. с англ. [Электронный ресурс] / С. В. Смит. – С.-Пб. : АВТЭКС, 2001. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
244. Применение цифровой обработки сигналов / Под ред. Оппенгейма Э. : Пер. с англ. – М. : Мир, 1980. – 552 с.
245. Голд Б. Цифровая обработка сигналов : Пер. с англ. / Б. Голд, Ч. Рейдер. – М. : Советское радио, 1973. – 368 с.
246. Пат. 23492 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування та передавання інформації та пристрій для його реалізації / Кулик А. Я., Кривоугбченко С. Г., Компанець М. М. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 96124763; заявл. 20.12.1996; опубл. 31.08.1998; Бюл. № 4. – 8 с.
247. Пат. 68864 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування та передавання інформації із захистом та пристрій для його здійснення / Кулик А. Я. (Україна); ВДТУ. – № 20031110227; заявл. 13.11.2003; опубл. 16.08.2004; Бюл. № 8. – 5 с.
248. Пат. 68865 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування та передавання інформації із захистом та пристрій для його здійснення / Кулик А. Я., Кириченко О. В. (Україна); ВДТУ. – № 20031110228; заявл. 13.11.2003; опубл. 16.08.2004; Бюл. № 8. – 5 с.
249. Хемминг Р. В. Численные методы для научных работников и инженеров : Пер. с англ. / Р. В. Хемминг. – М. : Наука, 1972. – 400 с.
250. Бахвалов Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М. : Наука, 1987. – 600 с.
251. Самарский А. А. Введение численные методы / А. А. Самарский. – М. : Наука, 1987. – 288 с.
252. Пат. 48866 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування та передавання інформації із захистом та пристрій для його здійснення / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривоугбченко С. Г. та ін.

- (Україна); ВДТУ. – № 2002021011; заявл. 08.02.2002; опубл. 15.08.2002; Бюл. № 8. – 6 с.
253. Васюра А. С. Аналіз швидкісних алгоритмів обчислення дискретного перетворення Кристенсона-Леві / А. С. Васюра, А. Я. Кулик, О. В. Кириченко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології . – 2005. – № 2 (10). – С. 31–38.
254. Васюра А. С. Оцінка ймовірностних спектральних характеристик для різних видів дискретних перетворень при стисненні зображень / А. С. Васюра, А. Я. Кулик, О. В. Кириченко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології . – 2005. – № 1 (9). – С. 37–43.
255. Кулик А. Я. Використання функцій Уолша-Адамара та Пелі для перетворення даних під час передачі / А. Я. Кулик, О. В. Кириченко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології . – 2004. – № 1 (7). – С. 134–138.
256. Трахтман А. М. Основы теории дискретных сигналов на конечных интервалах / А. М. Трахтман, В. А. Трахтман. – М. : Советское радио, 1975. – 208 с.
257. Дворников / В. Д. Факторизация матриц Уолша-Адамара [Електронний ресурс] / В. Д. Дворников, В. А. Липницький. – Режим доступу : <http://www.bsu.by/Converences/cas99/Abstracts/Section1>
258. Математический анализ : Сб. научн. тр. – М. : ВИНТИ, 1971. – 264 с.
259. Пашенцев С. В. Сжатие навигационных таблиц в базисе Уолша / С. В. Пашенцев // Вестник МГТУ. – 2001. – Т. 2. – № 1. – С. 23–30.
260. Пратт В. К. Кодирование изображений посредством преобразования Адамара / В. К. Пратт, Дж. Кейн, Г. С. Эндрюс // ТИИЭР. – 1969. – Т. 57. – С. 66–76.
261. Шевченко И. В. Универсальный мультимедиа кодек (Труды научн. -техн. конф. “Безопасность информационных технологий”) [Електронний ресурс] / И. В. Шевченко, С. Л. Бочкарёв. – Пенза, 2001. – Режим доступу : <http://beda/stup.ac.ru/RV-conf/v01/016>
262. Сальникова Е. М. Морфоанализ кристаллических структур с использованием Уолш-преобразования и информационно-графических представлений [Електронний ресурс] / Е. М. Сальникова. – Режим доступу : http://www.asfur.ru/VNKSF/tezis_v6/16/12.html

263. Соболев И. М. Многомерные квадратные формулы функций Хаара / И. М. Соболев. – М. : Наука, 1969. – 288 с.
264. Пат. 68863 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування та передавання інформації із захистом та пристрій для його здійснення / Кулик А. Я., Гармаш В. В. (Україна); ВДТУ. – № 20031110226; заявл. 13.11.2003; опубл. 16.08.2004; Бюл. № 8. – 5 с.
265. Гармаш В. В. Використання вейвлет-функцій для аналізу властивостей інформації, що передається / В. В. Гармаш, А. Я. Кулик // Контроль і управління в складних системах : VIII міжнар. конф. Вінниця, 24–27 жовтня 2005 р. - Вінниця : ВНТУ, 2005. – С. 99.
266. Банкет В. Л. Алгоритмы кодирования/декодирования турбокодов / В. Л. Банкет, С. Д. Прокопов, А. Г. Постовой, В. Ф. Топорков // Зв'язок. – 2004. – № 4. – С. 45–46.
267. Назаров Л. Е. Алгоритмы итеративного приёма сигнально-кодовых конструкций типа “турбокоды” с частотной эффективностью большей 2 бит/с/Гц : тр. 5 междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / Л. Е. Назаров. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
268. Варгаузин В. Турбокоды и итеративное декодирование : принципы, свойства, применение [Электронный ресурс] / В. Варгаузин, Л. Протопопов // Телемультимедиа. – 2004. – № 4. – Режим доступа до журн. : <http://www.telemultimedia.ru>
269. Банкет В. Л. Экспериментальное исследование процедур кодирования/декодирования турбокодов / В. Л. Банкет, С. Д. Прокопов, А. Г. Постовой, В. Ф. Топорков // Зв'язок. – 2004. – № 6. – С. 57–58.
270. Бабкин В. Ф. Многопороговое декодирование вблизи границы Шеннона и возможности его микропроцессорной реализации [Электронный ресурс] / В. Ф. Бабкин, В. В. Золотарёв. – Режим доступа : <http://www.iki.rssi.ru/seminar/tarusa200406/3-25.pdf>
271. Булаев М. А. Особенности физического уровня Fast Ethernet 100Base-TX / М. А. Булаев, К. Ю. Бурлаков, К. В. Дёмин и др. // Защита информации. Конфидент. – 2002. – № 4-5. – С. 40.
272. Кодирование и передача дискретных сообщений в системах связи : Сб. научн. тр. – М. : Наука, 1976. – 196 с.

273. Пат. 68866 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування та передавання інформації із захистом та пристрій для його здійснення / Кулик А. Я., Роптанов В. І., Роптанова Ю. В. (Україна); ВДТУ. – № 20031110229; заявл. 13.11.2003; опубл. 16.08.2004; Бюл. № 8. – 5 с.
274. Кулик А. Я. Використання функцій Уолша-Адамара для захисту інформації під час її передавання каналами зв'язку / А. Я. Кулик, Д. С. Кривогубченко, Ю. В. Роптанова // Захист інформації. – 2002. – № 1. – С. 28–33.
275. Пат. 5440 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб кодування дискретної інформації із захистом / Кулик А. Я., Зралко О. Г. (Україна); ВНТУ. – № 20040604297; заявл. 03.06.2004; опубл. 15.03.2005; Бюл. № 3. – 4 с.
276. Пат. 7875 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Пристрій для кодування і передавання дискретної інформації із захистом / Кулик А. Я. (Україна); ВНТУ. – № 20041209954; заявл. 06.12.2004; опубл. 15.07.2005; Бюл. № 7. – 5 с.
277. Кулик А. Я. Алгоритм завадозахищеного кодування в базисі функцій Хаара / А. Я. Кулик, А. Є. Шакула, О. Г. Зралко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – № 2. – С. 50–55.
278. Цымбал В. П. Теория информации и кодирование / В. П. Цымбал. – К. : Вища школа, 1982. – 304 с.
279. Кривогубченко С. Г. Питання захисту інформації під час передавання колективними лініями зв'язку / С. Г. Кривогубченко, А. Я. Кулик, Р. В. Шабат, О. Г. Зралко // Автоматика : Укр. конф. з автоматичного керування. Севастополь, 1996 р. – Севастополь, 1996. – Т. 1. – С. 200.
280. Васюра А. С. Питання захисту інформації під час зберігання і передавання колективними лініями зв'язку / А. С. Васюра, С. Г. Кривогубченко, А. Я. Кулик, О. Г. Зралко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 1996. – № 4. – С. 26–28.
281. Васюра А. С. Оцінка криптографічної стійкості завадозахищених кодів / А. С. Васюра, А. Я. Кулик, Ю. В. Роптанова // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2003. – № 1. – С. 187–189.
282. Брейсуэлл Р. Преобразование Хартли. Теория и приложения : Пер. с англ. / Р. Брейсуэлл. – М. : Мир, 1990. – 175 с.

283. Хармут Х. Ф. Передача информации ортогональными функциями : Пер. с англ. / Х. Ф. Хармут. – М. : Связь, 1975. – 272 с.
284. Столов / Е. Л. Лекции по цифровой обработке сигналов [Электронный ресурс] / Е. Л. Столов. – Режим доступа : <http://www.kcn.ru/tat-ru/universitet/infres/stolov>
285. Трещалин А. П. Устранение межсимвольных искажений в системах с многоуровневой амплитудно-импульсной модуляцией [Электронный ресурс] / А. П. Трещалин, А. З. Дубовицкий // Исследовано в России. – 2004. – С. 605–612. – Режим доступа : <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/053.pdf>
286. Черемисин О. П. Эффективность адаптивного алгоритма выделения сигнала на фоне интенсивных помех в многоканальной приёмной системе с ФАР [Электронный ресурс] / О. П. Черемисин. – ОАО МАК “Вымпел”. – Режим доступа : <http://www.vimpel.ru/signal.htm>
287. Хемминг Р. В. Цифровые фильтры : Пер. с англ. / Р. В. Хемминг. – М. : Советское радио, 1980. – 224 с.
288. Оппеггейм А. В. Цифровая обработка сигналов : Пер. с англ. / А. В. Оппеггейм, Р. В. Шофер. – М. : Связь, 1979. – 416 с.
289. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов / Л. М. Гольденберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк. – М. : Радио и связь, 1985. – 312 с.
290. Філіпський Ю. К. Динаміка сигнальних перетворень [Навч. посібн. для студ. вищ. навч. закл.] / Ю. К. Філіпський. – Одеса : Наука і техніка, 2006. – 89 с.
291. Белодедов М. В. Методы проектирования цифровых фильтров / М. В. Белодедов. – Волгоград : ВГУ, 2004. – 64 с.
292. Давыдов А. В. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / А. В. Давыдов. – Екатеринбург : УГГУ, ИГиГ, ГИН, Фонд электронных документов. – 2005. – 180 с. – Режим доступа : <http://prodav.narod.ru/index.htm>
293. Яневич Ю. М. Задачи приёма сигналов и определения их параметров на фоне помех [Электронный ресурс] / Ю. М. Яневич. – Режим доступа : <http://amber.ff.phys.spbu.ru/library>
294. Василейский А. С. Исследование методов совмещения видеоданных дистанционного зондирования : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. физ.-мат. наук : 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики» / А. С. Василейский. – М., 2003. – 24 с.

295. Нафиков А. Ф. Выявление дефектов подшипников качения с использованием методов фазовых портретов при вибродиагностике насосных агрегатов : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук : 05.02.13 «Машины, агрегаты и процессы». – Уфа, 2003. – 20 с.
296. Хрящев В. В. Анализ применения нейронных сетей в некоторых задачах цифровой обработки изображений : Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук : 05.12.04 «Машины, агрегаты и процессы» / А. Ф. Нафиков. – Ярославль, 2004. – 16 с.
297. Щербаков М. А. Цифровая полиномиальная фильтрация сигналов и изображений кодов : тр. Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии” [Электронный ресурс] / М. А. Щербаков. – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
298. Мингазин А. Т. Анализ вариантов построения многоступенчатых цифровых систем прореживания : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / А. Т. Мингазин. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003 – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
299. Лесников В. А. Природа эффекта низкой чувствительности характеристик цифрового фильтра к точности представления коэффициентов : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / В. А. Лесников. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003 – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
300. Глазьев В. И. Обобщённый фазовый метод даграммирования для приёмных антенных решёток широкополосных временных сигналов / В. И. Глазьев, Р. А. Зацерковский, О. В. Смидович // Консонанс : Акустичний симпозиум. –К., 2005 р. – К. : ІГМ НАН України. – 2005 р. – С. 136–141.
301. Добеши И. Десять лекций по вейвлетам : Пер. с англ. / И. Добеши. – Ижевск : НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2001. – 464 с.
302. Чуи К. Введение в вейвлеты : Пер с англ. / К. Чуи. – М. : Мир, 2001. – 412 с.
303. Переберин А. В. О систематизации вейвлет-преобразований / А. В. Переберин // Вычислительные методы и программирование. – 2001. – Т. 2. – С. 15–40.

304. Adams M. D. Reversible Wavelet Transforms and Their Application to Embedded Image Compression : A Thes... Mast. of Appl. Science in the Depart. of Electr. and Comp. Eng. / M. D. Adams / University of Victoria, 1998. – 132 p.
305. Campbell W. M. Optimal Design of Multirate Systems : A Dis... of D-r Phil. / W. M. Campbell / Faculty of the Graduate School. Cornell University, 1995. – 98 p.
306. Прыгунов А. И. Вэйвлеты в вибрационной динамике машин [Электронный ресурс] / А. И. Прыгунов // Вибродиагностика, 2004. – 10 с. – Режим доступа до журн. : <http://www.vibration.ru/wavelet.shtml>
307. Прыгунов А. И. Анализ формы : новый метод исследования сигналов [Электронный ресурс] / А. И. Прыгунов // Вибродиагностика, 2004. – 17 с. – Режим доступа до журн. : <http://www.vibration.ru/wavelet2.shtml>
308. Balser T. New Approximations for Avoiding Gibbs Phenomenon in Wavelet Subspaces : A Diss... of D-r Phil. in Math. / T. Balser / University of Wisconsin-Milwaukee, 1998. – 58 p.
309. Aase S. O. Image Subband Coding Artifacts : Analysis and Remedies : A Diss... of D-r Phil. in Ing. / S. O. Aase / Dep. Of Electr. And Comp. Eng. of the Norwegian Institute of Technology, 1993. – 179 p.
310. Strela V. Multiwavelets : Theory and Applications : A Diss... of D-r Phil. in Math. / V. Strela / Massachusetts Inst. of Technol., 1996. – 99 p.
311. Гнатів Л. О. Алгоритми швидких ортогональних перетворень високої та низької кореляції і їх застосування для кодування та стиснення цифрових зображень / Л. О. Гнатів, О. С. Шевчук // Artificial Intelligence. – 2002. – № 3.
312. Гнатів Л. А. Высокоэффективные обобщённые наклонные преобразования Уолша для сжатия цифровых изображений / Л. О. Гнатів, О. С. Шевчук // Проблемы управления и информатики. – 2005. – № 5. – С. 112–118.
313. Исмагилов И. И. Спектральные алгоритмы оценивания ортогональных полиномиальных моделей / И. И. Исмагилов // Проблемы информатики и энергетики. – 1996. – № 3. – С. 77–88.
314. Вычисление коэффициентов разложения по дискретным полиномам Чебышева с применением преобразования Уолша-Адамара // Алгоритмы. – 1996. – Вып. 82. – С. 70–77.

315. Переберин А. В. Многомасштабные методы синтеза и анализа изображений : Дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.11 / Переберин Антон Валериевич. – М., 2002. – 138 с.
316. Пискун П. В. Программно-алгоритмическое обеспечение непрерывного вейвлет-преобразования при обработке и интерпретации геофизических полей : Автореф. дис. на поиск. наук. степ. канд. техн. наук : 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» : / Пискун Пётр Владимирович. – М., 2006. – 22 с.
317. Чобану М. К. Синтез двумерных ортогональных банков фильтров и вейвлет-функций (Труды Всеросс. научн. -техн. дист. конф. “Информационно-телекоммуникационные технологии”) [Электронный ресурс] / М. К. Чобану, В. Г. Миронов, О. В. Большакова, А. Г. Плахов. – М. : МАИ, 2003. – Режим доступа : <http://conf2003.mail.ru/index.php?module=articles>
318. Иванов В. Г. Универсальные преобразования Хаара : тр. 3-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2000)” [Электронный ресурс] / В. Г. Иванов. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2000 – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
319. Крот А. М. Теория анализа и синтеза бэнк-фильтров и их применение [Электронный ресурс] / А. М. Крот, В. О. Кудрявцев. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2000 – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
320. Мишуровский М. Н. Анализ чувствительности человека к шуму квантования коэффициентов биортогонального (2, 2) целочисленного дискретного вейвлет-преобразования Коэна-Добеши-Фово : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPА-2003)” [Электронный ресурс] / М. Н. Мишуровский, А. М. Фартуков, Д. И. Шерешевский. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003 – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
321. Киселёв А. Основы теории вейвлет-преобразования [Электронный ресурс] / А. Киселёв. – Лаборатория BaseGroup, 7 с. – Режим доступа : <http://www.basegroup.ru/filtration/intro-to-wavelets.htm>
322. Петухов А. П. Кратномасштабный анализ и всплеск-разложения пространств периодических распределений / А. П. Петухов // Доклады РАН. – 1997. – № 2. – С. 303–306.
323. Петухов А. П. Периодические всплески / А. П. Петухов // Математический сборник. – 1997. – № 10. – С. 69–94.

324. Исмагилов И. И. Спектральный подход к полиномиальной аппроксимации цифровых сигналов / И. И. Исмагилов // Электронное моделирование. – 1993. – № 6. – С. 51–54.
325. Марчук В. И. Повышение достоверности первичной обработки результатов измерений : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / В. И. Марчук. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003 – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
326. Новиков Л. В. Октавнополосный спектральный анализ сигналов в вейвлетном базисе : тр. 3-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2000)” [Электронный ресурс] / Л. В. Новиков. – С.-Пб. – 2000. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
327. Финк Л. М. Сигналы, помехи, ошибки... / Л. М. Финк. – М. : Радио и связь, 1984. – 256 с.
328. Дмитриев Е. В. Аппроксимация коротких процессов, сигналов, функций и расчёт их гармонических дискретных спектров [Электронный ресурс] / Е. В. Дмитриев. – Воронеж, 2006. – 19 с. – Режим доступа : <http://short-signal-sp.pochta.ru>
329. Дмитриев Е. В. Спектры и аппроксимация коротких процессов [Электронный ресурс] / Е. В. Дмитриев. – Воронеж, 2005. – 69 с. – Режим доступа : <http://short-signal-sp.pochta.ru>
330. Cohen A. Wavelets on the Interval and Fast Wavelet Transforms / A. Cohen, I. Daubechies, P. Vial. // Applied and Computational Harmonic Analysis. – 1993. – № 1. – PP. 54–81.
331. Ососков Г. Применение вейвлет-анализа для обработки дискретных сигналов гауссовой формы. / Г. Ососков, А. Шитов // Сообщение ОИЯИ Р11-97-347. – Дубна, 1997.
332. Шитов А. Б. Разработка численных методов и программ, связанных с применением вейвлет-анализа для моделирования и обработки экспериментальных данных. – Дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.18 / Шитов Андрей Борисович. – Иваново, 2001. – 125 с.
333. Хармут Х. Ф. Теория секвентного анализа. Основы и применения / Х. Ф. Хармут. – М. : Мир, 1980. – 574 с.
334. Дыбенко К. Автокорреляционная функция радиосигнала и безразличие к ней АЗПП “Мошкарец” [Электронный ресурс] / К. Дыбенко. – Режим доступа : <http://jamvar.h10.ru/corr.htm>

335. Кулик А. Я. Особливості передавання дискретних сигналів в інформаційно-вимірювальних системах / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець, Д. С. Кривогубченко // Наукові праці Донецького державного технічного університету. – Сер. “Обчислювальна техніка та автоматизація”. – 2001. – Вип. 25. – С. 235–239.
336. Пат. 49174 А України, МТК⁷ Н 03 М 13/00, G 06 F 15/00. Спосіб передавання дискретної інформації та пристрій для його здійснення / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 2001042457; заявл. 12.04.2001; опубл. 16.09.2002; Бюл. № 9. – 6 с.
337. Кулик А. Я. Передавання інформації в умовах кодової імпульсної модуляції / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець // Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини : Всеукр. наук. -техн. конф. Чернівці, 2001 р. – К. : “Фада, ЛТД”, 2001. – С. 292–296.
338. Кветний Р. Н. Передавання інформації у інформаційно-вимірювальних системах / Р. Н. Кветний, А. Я. Кулик, Д. С. Кривогубченко // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології . – 2002. – № 2 (4). – С. 231–234.
339. Пат. 48412 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб обміну дискретною інформацією в умовах широтно-імпульсної модуляції та пристрій для його здійснення / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 2001064418; заявл. 23.06.2001; опубл. 15.08.2002; Бюл. № 8. – 11 с.
340. Кулик А. Передавання дискретної інформації в умовах широтно-імпульсної модуляції / А. Кулик, С. Кривогубченко, М. Компанець, Д. Кривогубченко // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2001. – Т. 6. – № 4. – С. 103–108.
341. Пат. 48410 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб передавання дискретної інформації при фазоімпульсній модуляції та пристрій для його реалізації / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 2001064413; заявл. 23.06.2001; опубл. 15.08.2002; Бюл. № 8. – 8 с.
342. Кулик А. Я. Передавання дискретної інформації в умовах фазо-імпульсної модуляції / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець, Д. С. Кривогубченко // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2003. – № 2 (19). – С. 199–201.

343. Пат. 48408 А України, МПК⁷ Н 03 М 13/00. Спосіб передавання дискретної інформації в умовах частотно-імпульсної модуляції та пристрій для його реалізації / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 2001064403; заявл. 23.06.2001; опубл. 15.08.2002; Бюл. № 8. – 7 с.
344. Кулик А. Я. До питання передавання інформації в умовах частотно-імпульсної модуляції / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, М. М. Компанець, Д. С. Кривогубченко // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 1. – С. 219–221.
345. Анохин В. MATLAB для DSP. Применение многоскоростных фильтров в задачах узкополосной фильтрации [Електронний ресурс] / В. Анохин, А. Ланнэ // Chip News. – 2001. – № 2. – Режим доступу до журн. : <http://chipinfo.ru/literature/chipnews/200102/1.html>
346. Малыгин И. В. Один из способов защиты широкополосных систем связи от мощных узкополосных помех [Електронний ресурс] / И. В. Малыгин // Телекоммуникации. – 2000. – № 11. – Режим доступу до журн. : <http://www.institute-rt.ru/common/statyi/filter/filter.shtml>
347. Некипелов Н. Д. Фильтрация данных в системах анализа и прогноза [Електронний ресурс] / Н. Д. Некипелов. – Режим доступу: http://www.basegroup.ru/filtration/data-filtration_print
348. Радченко Ю. С. Эффективность приёма сигналов на фоне комбинированной помехи с дополнительной обработкой в медианном фильтре [Електронний ресурс] / Ю. С. Радченко // Журнал радиоэлектроники. – 2001. – № 7. – Режим доступу до журн. : <http://jre.cplire.ru/win/jul01/2/text.html>
349. Обнаружение радиосигналов / [Акимов П. С., Евстратов Ф. Ф., Захаров С. И. и др.] : под ред. Колосова А. А. – М. : Радио и связь, 1989. – 288 с.
350. Турчин В. И. Введение в современную теорию оценки параметров сигналов / В. И. Турчин. – Н. Новгород : ИПФ РАН, 2005. – 116 с.
351. Семёнов И. В. Особенности использования медианных фильтров в системах управления [Електронний ресурс] / И. В. Семёнов. – С.-Пб. : ГНЦ РФ-ЦНИИ “Электроприбор”, 2006. – 7 с. – Режим доступу : <http://www.elektropribor.spb.ru>

352. Воробьёв Н. Одномерный цифровой медианный фильтр с трёх-отсчётным окном [Электронный ресурс] / Н. Воробьёв // Chip News. – 1999. – № 8. – Режим доступа до журн. : <http://chipinfo.ru/literature/chipnews/199908/29.html>
353. Обработка изображений – медианный фильтр [Электронный ресурс]. – К. : Logis, 2006. – Режим доступа : http://www.logis-pro.kiev.ua/math_power_medianfilter_ru.html
354. Яровой Н. И. Адаптивная медианная фильтрация [Электронный ресурс] / Н. И. Яровой. – Екатеринбург : ControlStyle, 2006. – 3 с. – Режим доступа : <http://www.controlstyle.ru/articles/sciense/>
355. Воскобойников Ю. Е. Адаптивный алгоритм фильтрации изображений и преобразование изображений в векторный формат [Электронный ресурс] / Ю. Е. Воскобойников, А. Б. Колкер. – Режим доступа : <http://www.ngasu.nsk.su/prikl/avt0204.html>
356. Апальков И. В. Нейросетевой переключающийся медианный фильтр для восстановления зашумлённых изображений [Электронный ресурс] / И. В. Апальков. – Режим доступа : <http://nit.miem.edu.ru/2006/sb/section1/102.htm>
357. Знак В. И. Синфазные взвешенные медианные фильтры : их основные свойства и обработка вибросейсмических данных. – Режим доступа : http://igp.uiggm.nsc.ru/confer/sizk2004/book/2_383_znak.pdf
358. Знак В. И. Некоторые вопросы обработки периодических сигналов медианными фильтрами : тр. междунар. конф. “Информационные системы и технологии (ИСТ-2003)” [Электронный ресурс] / В. И. Знак. – Новосибирск : НГТУ, 2003. – Режим доступа : <http://ermak.cs.nstu.ru/ist2003/papers/znak.pdf>
359. Элементы локальных систем автоматики [Навч. посібн. для студ. вищ. навч. зал.] / А. С. Васюра, С. Г. Кривогубченко, А. Я. Кулик, М. М. Компанець. – Вінниця : ВДГУ, 1998. – 103 с.
360. Кривогубченко С. Г. Передавання інформації із захистом / С. Г. Кривогубченко, А. Я. Кулик, М. М. Компанець, О. Г. Зралко // Приборостроение : Научн. -техн. конф. с междунар. уч. Судака, 1996. – Винница, Судака, 1996.
361. Алексеев К. А. Вокруг СWT [Электронный ресурс] / К. А. Алексеев. – Консультационный центр MatLab компании, 2003. – Режим доступа : <http://grsu.by/matlab/wavelet/book3/index.asp.htm>

362. Левкович-Маслюк Л. Два курса по вейвлет-анализу : тр. 8 междунар. конф. по компьютерной графике и визуализации Графи-Кон'98 [Электронный ресурс] / Л. Левкович-Маслюк, А. Переберин. – Режим доступа : http://inet.keldysh.ru/pages/gc98/cd/tutorial/leo_lev/
363. Воробьёв В. И. Теория и практика вейвлет-преобразования / В. И. Воробьёв, В. И. Грибунин. – С.-Пб. : ВУС, 1999. – 204 с.
364. Витязев В. В. Вейвлет-анализ временных рядов / В. В. Витязев. – С.-Пб. : С.-ПбУ, 2001. – 58 с.
365. Новиков Л. В. Спектральный анализ сигналов в базисе вейвлетов / Л. В. Новиков // Научное приборостроение. – 2000. – Т. 10. – № 3. – С. 57–64.
366. Яковлев А. Н. Введение в вейвлет-преобразование / А. Н. Яковлев. – Новосибирск : НГТУ, 2003. – 104 с.
367. Киселёв А. Приложения вейвлет-анализа [Электронный ресурс] / А. Киселёв. – Лаборатория BaseGroup, 8 с. – Режим доступа : http://basegroup.ru/filtration/wavelet_application_print.htm
368. Бекшарова Ш. Б. Высокопроизводительные вычислительные структуры для выполнения быстрых преобразований Хаара. – Дис... канд. техн. наук : 05. 13. 01 / Бекшарова Шайран Беймуратовна. – Ташкент, 2001. – 124 с.
369. Дьяконов В. П. Вейвлеты. От теории к практике / В. П. Дьяконов. – М. : Солон-Р, 2002. – 448 с.
370. Киселёв А. Вейвлет своими руками [Электронный ресурс] / А. Киселёв. – Лаборатория BaseGroup, 8 с. – Режим доступа : http://basegroup.ru/filtration/making_wavelet_print.htm
371. Ефимов В. Г. Построение вейвлет-базиса для эхо-сигналов заданной формы : тр. Всеросс. НТК “Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях” [Электронный ресурс] / В. Г. Ефимов, М. Е. Гончаров, В. М. Александрович. – Бийск : БТИ, 2005. – Режим доступа : <http://db.biysk.secna.ru/conference.conference.doc>
372. Давыдов А. В. Вейвлетные преобразования сигналов [Электронный ресурс] / А. В. Давыдов. – Екатеринбург : УГГУ, ИГиГ, ГИН, Фонд электронных документов. – 2005. – 180 с. – Режим доступа : <http://prodav.narod.ru/index.htm>

373. Маслов А. М. Применение вейвлет-анализа для сжатия цифровых осциллограмм аномальных режимов [Электронный ресурс] / А. М. Маслов, Д. Г. Еремеев. – Режим доступа : http://www.electra.ru/RZA/tezis2004/100_bresler.pdf
374. Шаронин Ю. Б. Вейвлет-анализ сложных сигналов : тр. Всеросс. конф. “Современные проблемы радиоэлектроники” [Электронный ресурс] / Ю. Б. Шаронин, Ю. В. Мартышевский. – Сочи, 2006. – Режим доступа : http://ire.krgtu/sochi/tz_uo/tz_uo&33.html
375. Хардле В. Вейвлеты. Аппроксимация и статистические приложения : тр. II Всеросс. конф. пользоват. MatLab, 2004 [Электронный ресурс] / В. Хардле, Ж. Крекьячарян, Д. Пикар, А. Цыбаков. – Режим доступа : <http://www.matlab.ru/wavelet/book6>
376. Медведева Е. В. Исследование алгоритма вейвлет-фильтрации : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / Е. В. Медведева, Р. В. Татауров. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
377. Ласточкин А. В. Метод удаления шума на основе вейвлет-обработки, адаптированный к разрывным сигналам : тр. 5-й Междунар. конф. “Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2003)” [Электронный ресурс] / А. В. Ласточкин, В. Ю. Кобелев. – С.-Пб. : ЗАО АВТЭКС. – 2003. – Режим доступа : <http://www.autex.spb.ru>
378. Donoho D. L. Denoising by Soft Thresholding / D. L. Donoho // Department of Statistics, Stanford University, Technical Report, 1992.
379. Бакланов И. Г. Методы измерения в системах связи / И. Г. Бакланов. – М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 1999 – 195 с.
380. Вероятностные методы в вычислительной технике / Под ред. А. Н. Лебедева, Е. А. Чернявского. – М. : Высшая школа, 1986. – 312 с.
381. Кривогубченко Д. С. Методи адаптації пристроїв передавання інформації до параметрів каналу зв'язку. – Дис. ... канд. техн. наук : 05.13.05 / Кривогубченко Денис Сергійович. – Вінниця, 2004. – 148 с.
382. Кветний Р. Н. Методи адаптації пристроїв передавання інформації до параметрів каналу зв'язку [Монографія] / Р. Н. Кветний, А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, Д. С. Кривогубченко. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 161 с.

383. Кулик А. Я. Визначення параметрів тестування каналу зв'язку / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогубченко, Я. А. Кулик // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 3. – Т. 1. – С. 198–202.
384. А. с. 1345121 СССР, МКИ³ G 01 P 3/48. Устройство для измерения скольжения асинхронных электродвигателей / Маликов В. Т., Панов Ю. Ф., Шаповалов А. П. и др. (СССР). – № 4007556 / 24-10; заявл. 14.01.86; опубл. 15.10.87, Бюл. № 38. – 7 с.
385. А. с. 1485131 СССР, МКИ³ G 01 P 3/48. Устройство для измерения скольжения асинхронных машин / Поджаренко В. А., Кулик А. Я., Овчинников В. С., Присяжнюк В. В. (СССР). – № 4225868 / 24-10; заявл. 08.04.87; опубл. 07.06.89, Бюл. № 21. – 7 с.
386. А. с. 1566921 СССР, МКИ³ G 01 P 3/48. Система для испытания асинхронных электрических машин / Поджаренко В. А., Кулик А. Я., Трофимов А. В. (СССР). – № 4493447 / 40-22; заявл. 10.10.88. – 7 с.
387. А. с. 1613959 СССР, МКИ³ G 01 P 3/489. Устройство для измерения разности частот вращения / Поджаренко В. А., Кухарчук В. В., Кулик А. Я., Дидык А. Н. (СССР). – № 4139303 / 24-10; заявл. 27.09.86; опубл. 15.12.90, Бюл. № 46. – 7 с.
388. А. с. 1613960 СССР, МКИ³ G 01 P 3/56. Устройство для измерения параметров вращения / Маликов В. Т., Поджаренко В. А., Шаповалов А. П. и др. (СССР). – № 4156417 / 24-10; заявл. 03.11.86; опубл. 15.12.90, Бюл. № 46. – 7 с.
389. А. с. 1615617 СССР, МКИ³ G 01 P 3/48. Устройство для измерения скольжения / Поджаренко В. А., Кулик А. Я., Присяжнюк В. В., Трофимов А. В. (СССР). – № 4492371 / 24-10; заявл. 10.10.88; опубл. 23.12.90, Бюл. № 47. – 6 с.
390. А. с. 1624330 СССР, МКИ³ G 01 P 3/48. Устройство для измерения скольжения / Поджаренко В. А., Кулик А. Я. (СССР). – № 4494439 / 10; заявл. 17.10.88; опубл. 30.01.91, Бюл. № 4. – 4 с.
391. А. с. 1658098 СССР, МКИ³ G 01 P 3/48. Устройство для измерения скольжения : / Поджаренко В. А., Кулик А. Я., Мельничук П. Л., Овчинников В. С. (СССР). – № 4494685 / 10; заявл. 17.10.88; опубл. 23.06.91, Бюл. № 23. – 5 с.

392. Построение VERILOG-модели BER-тестера для проверки каналов связи телекоммуникационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://checkline.net.ru>
393. Карижский А. П. Активные компоненты для волоконно-оптических систем. Состояние и развитие сферы применения [Электронный ресурс] / А. П. Карижский, Н. И. Варавя, Н. П. Яблокова, В. А. Шубарев. – Режим доступа : <http://www.avangard.org/publ.php>
394. Мали В. А. Выбор формы эталонного сигнала при оценке соотношения сигнал/шум [Электронный ресурс] / В. А. Мали. – Режим доступа : <http://www.pniei.penza.ru/conf/tom1/x042/forma.htm>
395. Кривогубченко С. Перспективи передавання інформації в умовах ШСМ / С. Кривогубченко, А. Кулик // Контроль і управління в складних системах : VIII Міжнар. конф. Вінниця, 24–27 жовтня 2005 р. – Вінниця : ВНТУ. – 2005. – С. 97.
396. Kulyk A. Use of Wavelet-Functions in Techniques of Telecommunications and Computer Networks / A. Kulyk, O. Zralko // Internet – Education – Science : Forth International Conf. Vinnytsia, Septmber 28 – October 16, 2004. – Baku (Azerbaijan) – Vinnytsia (Ukraine) – Veliko Turnovo (Bulgaria). – 2004. – Vol. 2. – P. 673–675.
397. Пат. 5439 України, МПК⁷ Н03М 13/00. Спосіб передачі дискретної інформації в умовах широкопasmової модуляції / Кулик А. Я., Зрало О. Г., Кривогубченко Д. С. (Україна); ВНТУ. – № 20040604294; заявл. 03.06.2004; опубл. 15.03.2005; Бюл. № 3. – 3 с.
398. Пат. 9071 України, МПК⁷ Н03М 13/00. Пристрій для передавання дискретної інформації в умовах широкопasmової модуляції / Кулик А. Я. (Україна); ВНТУ. – № 20041209950; заявл. 06.12.2004; опубл. 15.09.2005; Бюл. № 9. – 3 с.
399. Кулик А. Визначення оптимальної швидкості передавання інформації / А. Кулик // Контроль і управління в складних системах : VII Міжнар. конф. Вінниця, 8 – 11 жовтня 2003 р. – Вінниця : ВНТУ. – 2003. – С. 33.
400. Кулик А. Я. Підвищення швидкості передавання інформації / А. Я. Кулик // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2003. – № 2. – С. 12–14.
401. Пат. 61383 України, МПК⁷ Н03М 13/00. Спосіб передавання інформації та пристрій для його здійснення / Кулик А. Я. (Україна); ВДТУ. – № 2003010392; заявл. 16.01.2003; опубл. 17.11.2003; Бюл. № 11. – 7 с.

402. Кулик А. Я. Алгоритм адаптации системы передачи к параметрам канала связи в условиях помех / А. Я. Кулик // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2003. – № 4. – Ч. 2. – С. 186–189.
403. Орнатский П. П. Теоретические основы информационно-измерительной техники / П. П. Орнатский. – К. : Вища школа, 1976, с. 237–238.
404. Пат. 52880А України, МПК⁷ Н03М 13/00. Спосіб передавання дискретної інформації з адаптацією до умов передавання та пристрій для його реалізації / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 2001064452; заявл. 23.06.01, опубл. 15.01.03, Бюл. № 1. – 11 с.
405. Кулик А. Я. Адаптація пристрою передавання інформації до параметрів каналу в умовах його несиметричності / А. Я. Кулик // Вестник Херсонского государственного технического университета. – 2004. – № 1 (19). – С. 418–422.
406. Пат. 71202А України, МПК⁷ Н03М 13/00. Спосіб передавання дискретної інформації з адаптацією до умов передавання та пристрій для його реалізації / Кулик А. Я. (Україна); ВДТУ. – № 20031210868; заявл. 01.12.2003, опубл. 15.11.2004, Бюл. № 11. – 7 с.
407. Пат. 48409А України, МПК⁷ Н03М 13/00. Спосіб кодування та передавання дискретної інформації з адаптацією до умов передавання та пристрій для його здійснення / Кветний Р. Н., Кулик А. Я., Кривогубченко С. Г. та ін. (Україна); ВДТУ. – № 2001064411; заявл. 23.06.01, опубл. 15.08.02, Бюл. № 8. – 10 с.
408. Миронов С. Н. Цифровая обработка радиолокационных сигналов на основе процессора Л1879ВМ1 / С. Н. Миронов, В. А. Дударев, А. Д. Богатов // Электроника : Наука. Технология. Бизнес. – 2003. – № 3. – С. 66–71.
409. Заец М. В. Комплекс удалённого компьютерного управления устройствами по радиоканалу [Електронний ресурс] / М. В. Заец, А. И. Власов. – Режим доступа : <http://banana.stsck.net:16000/db/msg/16092>
410. Основные параметры радиотракта и оценка дальности связи в стандарте TETRA. – <http://saga2.adt.ru/cgi-bin/cm>
411. Описание радиointерфейса TETRA [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://saga2.adt.ru/cgi-bin/cm>

412. Мельник А. О. Програмовані процесори обробки сигналів / А. О. Мельник. – Львів : Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2000. – 65 с.
413. Петрунькин В. Ю. Оптический вейвлет-процессор для обработки сложных сигналов / В. Ю. Петрунькин, Е. Т. Аксёнов, Г. А. Стариков // Письма в ЖТФ. – 2001. – Т. 27. – Вып. 22. – С. 24–29.
414. Абилов А. В. Экспериментальное исследование алгоритма приёма цифровых сигналов мажоритарным методом в радиотелефонной системе “Волемот” [Электронный ресурс] / А. В. Абилов, М. Н. Холин. – Режим доступа : <http://www.istu.ru/files/material-static>
415. ADSP-2100 Family User’s Manual. PTR Prentice-Hall, Inc. 1994.
416. ADSP-21000 Family Application Handbook Volume 1. Analog Devices, Inc. 1994.
417. MCS51 Microcontroller Family User’s Manual. Intel, Inc. 1994.
418. Embedded Microcontrollers MCS48, MCS51, MCS251, MCS96. Intel, Inc. 1994.
419. Мушкаев С. В. Реализация ранжирующих и медианных фильтров на процессоре NM6403 (Л11879ВМ1) / С. В. Мушкаев // Цифровая обработка сигналов. – 2005. – № 1. – С. 45–47.
420. Кривченко И. AVR-микроконтроллеры : очередной этап на пути развития [Электронный ресурс] / И. Кривченко. – Режим доступа : <http://www.atmel.ru>
421. Королёв Н. ATMEL : AVR-микроконтроллеры в 2001 году [Электронный ресурс] / Н. Королёв, Д. Королёв. – Режим доступа : <http://atmel.argussoft.ru>
422. Королёв Н. AVR-микроконтроллеры : программные средства [Электронный ресурс] / Н. Королёв, Д. Королёв. – Режим доступа : <http://atmel.argussoft.ru>
423. Кулик А. Я. Визначення параметрів тестування каналу зв’язку / А. Я. Кулик, С. Г. Кривогибченко, Я. А. Кулик // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 3. – Т. 1. – С. 198–202.
424. Кулик А. Я. Алгоритм швидкого оброблювання значень для медіанних фільтрів / А. Я. Кулик, В. В. Томків, Я. А. Кулик, О. А. Кулик // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития : Междунар. научн. -практ. конф. Одесса, 1–15 октября 2007 г. – Одесса, 2007. – Т. 3. – С. 9–16.

425. Джиган В. И. Разработка алгоритмов адаптивной фильтрации с применением среды MATLAB : тр. II Междунар. конф. “Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB” [Электронный ресурс] / В. И. Джиган. – С. 1689 – 1696. – Режим доступа : <http://matlab.tuturnet.ru>
426. Сергиенко А. Б. Алгоритмы адаптивной фильтрации : особенности реализации в MATLAB / А. Б. Сергиенко // Exponenta Pro. – 2003. – № 1 (1). – С. 18–28.
427. Кулик А. Я. Моделювання характеристик засобів передавання інформації за допомогою середовища MatLab / А. Я. Кулик, В. В. Кабачій, І. В. Васильєв // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології . – 2008. – № 1 (15). – С. 37–40.
428. Багацький В. О. Система обліку та контролю комунальних послуг з точки зору споживача / В. О. Багацький, Н. М. Красноручька, Л. Л. Тишковська, О. В. Багацький // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 6. – С. 73–78.
429. Палагин А. В. Системная интеграция средств компьютерной техники [Монография] / А. В. Палагин, Ю. С. Яковлев. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 680 с.
430. Советов Б. Я. Построение адаптивных систем передачи информации для автоматизированного управления / Б. Я. Советов, В. М. Стах. – Л. : Энергоатомиздат, 1982. – 120 с.
431. Алишов Н. И. Развитие методы взаимодействия ресурсов в распределённых системах [Монография] / Н. И. Алишов. – К : Сталь, 2009. – 448 с.

Наукове видання

**Кветний Роман Наумович
Кулик Анатолій Ярославович**

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ
У ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНИХ РОЗПОДІЛЕНИХ
КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ**

Монографія

Редактор С. А. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено А. Я. Куликом

Підписано до друку 28.07.2010 р.
Формат 29,7×42¼ Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 20,82
Наклад 100 прим. Зам № 2010-146.

Вінницький національний технічний університет,
КІВЦ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті,
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-81-59
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.