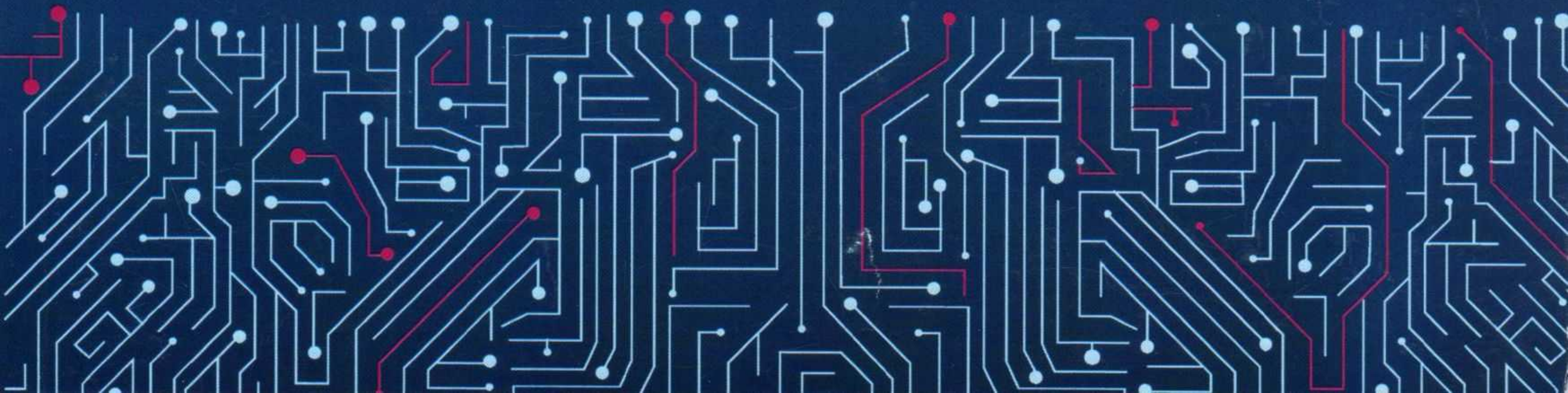




Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толюпа

**ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ
ПІДВИЩЕННЯ
ЗАВАДОСТІЙКОСТІ
Й ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ
СИГНАЛІВ
У РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЯХ
ТА ЗАСОБАХ
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ЗА НАЯВНОСТІ ЗАВАД**



Ю.М. Бойко, В.А. Дружинін, С.В. Толюпа

**Теоретичні аспекти підвищення
завадостійкості й
ефективності обробки сигналів в
радіотехнічних пристроях та засобах
телекомунікаційних систем
за наявності завад**

Київ – Логос – 2018

УДК 621.396.96

Б36

Рецензенти:

Академік Академії наук прикладної радіоелектроніки, Заслужений працівник освіти України, генерал-майор, ректор Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, доктор технічних наук, професор *Шинкарук О.М.*

Академік Академії наук прикладної радіоелектроніки, завідувач кафедри телекомунікацій Національного університету «Львівська політехніка», доктор технічних наук, професор *Климаш М.М.*

Бойко Ю.М., Дружинін В.А., Толюпа С.В.

Б36 Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад. – К.: Логос, 2018. – 227 с.

ISBN 978-617-7446-04-9.

В монографії розглянуті можливі шляхи вирішення проблеми підвищення завадостійкості цифрових телекомунікаційних систем застосуванням та пошуком ансамблів багатопозиційних сигналів разом із завадостійким кодуванням, розробкою модифікованих схем синхронізації блоків відновлення сигналів з нерівномірною дискретизацією. Вирішення проблеми проведено побудовою сигнально-кодових конструкцій (СКК), які об'єднали суперечливі властивості «щільних» багатопозиційних сигналів (висока частотна ефективність) і завадостійких кодів (висока енергетична ефективність) в єдиній конструкції. Для підвищення ефективності синхронізації запропоновано метод перетворення частоти дискретизації за допомогою поліфазних фільтрів та застосування таких пристроїв у системі синхронізації засобів телекомунікацій. Розроблено алгоритми і дані рекомендації по їх практичній реалізації.

Для наукових робітників та інженерів, викладачів, а також докторантів, аспірантів і студентів вузів які навчаються за спеціальністю «Телекомунікації та радіотехніка».

УДК 621.396.96

ISBN 978-617-7446-04-9

© Бойко Ю.М., Дружинін В.А., Толюпа С.В., 2018

З М І С Т

Передмова.....	3
РОЗДІЛ 1	
АНАЛІЗ ТА МЕТОДИКА ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ІЗ ЕФЕКТИВНИМ КОДУВАННЯМ.....	7
1.1. Порівняння видів цифрової модуляції за енергетичним та спектральним критерієм ефективності.....	10
1.2. Формування оціночних показників ефективності кодування в телекомунікаційних системах.....	18
1.3. Дослідження телекомунікаційного каналу передачі інформації із завадостійким кодуванням.....	26
1.4. Підхід до формування схеми телекомунікаційного каналу передавання інформації з турбо-кодуванням.....	40
1.5. Можливості турбо-кодів у підвищення енергетичного виграшу в телекомунікаційних системах передавання інформації.....	48
1.6. Побудова схеми системи передачі з каскадним турбо-кодуванням та оцінка ефективності каскадного турбо-кодування.....	55
РОЗДІЛ 2	
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИНТЕЗАТОРІВ ЧАСТОТ В ПРИЙМАЛЬНОМУ ТРАКТІ ЦИФРОВИХ ПРИЙМАЧІВ.....	62
2.1. Схемотехніка та аналіз принципів побудови засобів формування високостабільних сигналів у телекомунікаційних системах.....	63
2.2. Математичний опис роботи синтезаторів частот блоків обробки сигналів засобів телекомунікацій.....	74
2.3. Моделювання та аналіз характеристик синтезаторів блоків оброблення сигналів засобів телекомунікацій.....	81
РОЗДІЛ 3	
АНАЛІЗ ТА СИНТЕЗ СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ В ПРИСТРОЯХ СИНХРОНІЗАЦІЇ ПРИЙМАЧІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	85
3.1. Формалізація процесу функціонування систем синхронізації у засобах телекомунікацій за наявності завад.....	88
3.2. Дослідження процесу синтезу систем синхронізації у засобах телекомунікацій за наявності завад.....	98
3.3. Оцінювання якості цифрових пристроїв синхронізації засобів телекомунікацій.....	107

3.4. Особливості синтезу системи тактової синхронізації засобами теорії марківських процесів, структурного синтезу, математичного апарату рівнянь Фокера-Планка-Колмогорова.....	126
--	-----

РОЗДІЛ 4

СХЕМОТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ СИНТЕЗУ МОДИФІКОВАНИХ СХЕМ СИНХРОНІЗАЦІЇ БЛОКІВ ОБРОБЛЕННЯ СИГНАЛІВ ЗАСОБІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ.....	151
4.1. Синтез поліфазних фільтрів пристроїв синхронізації блоків обробки сигналів засобів телекомунікацій.....	153
4.2. Дослідження модифікованих фільтруючих пристроїв блоків синхронізації засобів телекомунікацій.....	162
4.3. Розробка та аналіз пристрою синхронізації засобів телекомунікацій шляхом використання багатofазних фільтрів.....	170
4.4. Розробка та аналіз пристрою синхронізації засобів телекомунікацій шляхом використання поліфазних фільтрів.....	187
Висновок.....	208
Список використаних джерел.....	211
Перелік умовних скорочень.....	224

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воробієнко П. П. Державне регулювання розвитку телекомунікаційної сфери України /П. П. Воробієнко, В. М. Гранатуров //Економіка України. – 2012. – № 10. – С. 45-53.
2. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости /В.А. Котельников. – М.: Госэнергоиздат, 1956. - 152 с.
3. Витерби Э.Д. Принципы когерентной связи /Пер.англ./Б.Р. Левин. - М.: Сов. радио, 1970. – 392с.
4. Шеннон К. Математическая теория связи //Работы по теории информации и кибернетике /Пер. с англ. /Р.Л.Добрушина и О.В.Лупанова. - М.: Мир, 1963. - 830 с.
5. Мандзій Б.А. Основи теорії сигналів /Б.А. Мандзій, Р.І. Жсляк; За ред. Б.А. Мандзія - Львів: НВП "НОВИЙ ТЕЗАУРУС", 2001. - 152 с.
6. Шинкарук О.М. Основи функціонування багатоканальних систем передачі інформації. навч. посібник /О.М. Шинкарук, Ю.М. Бойко, І.І. Чесановський. – Х.: ХНУ, 2011. – 231 с.
7. Зюко А.Г. Теория электрической связи /А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров; Под ред. Д.Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 1999. - 432 с.
8. Злотник Б.М. Помехоустойчивые коды в системах связи /Б.М. Злотник. - М.: Радио и связь, 1989. - 232 с.
9. Балашов В.А. Интерференционные помехи в системах передачи гармоническими сигналами обобщенного класса /В.А. Балашов, Л.М. Ляховецкий, И.Б.Барба //Сборник научных трудов SWorld. – 2014. - Выпуск 1. Том 9. – С. 79 – 86.
10. Мазурков М.И. Методы и коды сжатия информации /М.И. Мазурков, Ю.С. Ямпольский, В.И. Бондарь. - Одесса: ЛИТО ОНПУ, 1999. - 68 с.
11. Кривуца В. Г. Дослідження фазорізницевої модуляції високого порядку для мобільних мереж LTE /В. Г. Кривуца, Л. Н. Беркман, О. В. Хахлюк //Зв'язок. – К. ДВІА – 2013. - №2. - С.2-5.
12. Финк Т.М. Теория передачи дискретных сообщений /Т.М. Финк. - М.: Сов. радио, 1970. - 726 с.
13. Бобало Ю. Я. Прикладне застосування теорії хаотичних систем у телекомунікаціях: монографія /Ю. Я. Бобало та ін. - Львів - Дрогобич: Коло, 2015. - 178 с.

14. Catherine Paquet, Warren Saxe, Network Security, The: Advocacy, Governance, and ROI. – Cisco Press. 2005. - 408 p.
15. Зюко А.Г. Теория передачи сигналов /А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, М.В. Назаров, Л.М. Финк – М.: Связь, 1980. – 288 с.
16. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов /А.Б. Сергиенко – СПб.: Питер, 2003. – 604 с.
17. Фалько А.И. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации /А.И. Фалько, В.Л. Банкет, П.В.Иващенко; Под. ред. А.Г. Зюко. - М: Радио и связь, 1985. - 304 с.
18. Кларк Дж. Кодирование с исправлением ошибок в ситемах цифровой связи /Пер. с англ./Дж. Кларк. – М.: Радио и свiязь, 1987. – 392 с.
19. Никитин Г. И. Помехоустойчивые циклические коды /Г. И. Никитин, С. С. Поддубный. - СПбГУАП. - СПб., 1998. – 72 с.
20. Банкет В.Л. Эффективность применения турбо-кодов в телекоммуникационных системах /В.Л. Банкет, С.Д. Прокопов //Наукові праці УДАЗ ім. О.С. Попова. – 2000. – №3. – С. 36-41.
21. Банкет В.Л. Сигнально-кодовые конструкции в телекоммуникационных системах /В.Л. Банкет. – О.: Фенікс, 2009. – 180 с.
22. Barbulescu S.A., Pietrobon S.S. Interleaver design for turbo codes //Electronic Letters. – 1994. – Vol. 30, - P. 2108.
23. Бойко Ю.М. Возможности турбо-кодов щодо підвищення енергетичного виграшу в каналах передавання інформації /Ю.М. Бойко //Зв'язок. - Київ, 2016. - №2. – С. 16-25.
24. Williams D. Turbo Product Code FEC Contribution //IEEE 802.16.1 rc-00/35. – 2000 – June 19.
25. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение /Пер. с англ. В. Б. Афанасьева/Р. Морелос-Сарагоса. – М.: Техносфера, 2006. — 320 с.
26. Бернارد С. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е издание /Пер. с англ. /С. Бернارد. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104с.
27. Прокис Дж. Цифровая связь /Пер. С англ.; Под. ред.. Д.Д. Кловского /Дж. Прокис – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.
28. Немировский М. С. Цифровая передача информации в радиосвязи /М. С. Немировский. - М.: Связь, 1980. – 256 с.
29. Зюко А.Г. Помехоустойчивость и зффективность систем передачи информации /А.Г. Зюко, А.И. Фалько, В.Л. Банкет, П.В. Иващенко; Под. ред. А.Г. Зюко. - М: Радио и связь, 1985. - 304 с.

30. Жураковський Б. Ю. Дослідження використання нових завадостійких кодів для каналів зі стиранням /Б.Ю. Жураковський //Вісник ДУІКТ. – 2012. – Т.10, №2. – С. 93-96.
31. Зеленский А. А. Методы сжатия многоканальных сигналов на основе дискретного косинусного преобразования. Практические аспекты цифровой обработки сигналов. /А. А. Зеленский, М. С. Зряхов, В. В. Лукин. – Шахты, 2007. – С. 21–45.
32. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. /Пер. с англ.; Под. ред. М.С. Пинекера /Р.Галлагер. - М.: Сов. радио, 1974. – 720 с.
33. Горностаев Ю. М. Перспективные спутниковые системы связи /Ю. М. Горностаев, В. В. Соколов, Л. М. Невдяев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. - 132 с.
34. Тепляков И.М. Радиосистемы передачи информации /И.М. Тепляков, Б.В. Рошин, А.И. Фомин. - М.: Радио и связь, 1982. - 264 с.
35. Ільченко М.Ю. Сучасні телекомунікаційні системи /М.Ю. Ільченко, С.О. Кравчук. – К.: НВП Видавництво Наукова думка НАН України, 2008. – 328 с.
36. Золотарев В.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы /В.В.Золотарев, Г.В. Овечкин. – М.: Горячая линия-Телеком, - 2004. – 121 с.
37. Окунев Ю. Б. Теория фазоразностной модуляции /Ю. Б.Окунев. - М.: Связь, 1979. - 216 с.
38. Коржик В.И. Расчет помехоустойчивости систем передачи дискретных сообщений /В.И. Коржик, Л.М. Финк, К.Н. Щелкунов. – М: Радио и связь, 1981. – 232 с.
39. Камнев. В.Е. Спутниковые сети связи /В.Е. Камнев, В.В. Черкасов, Г.В. Чечин. – М.: Военный парад, 2010. – 604 с.
40. Свердлик М.Б. Оптимальные дискретные сигналы /М.Б. Свердлик. - М: Сов. радио, 1975. - 200 с.
41. Мазурков М.И. Оценка эффективности быстрого метода прямого вычисления круговой свертки и корреляции /М.И. Мазурков, М.Б. Свердлик //Радиотехника и электроника. – 1979. - Т.24, №11. - С. 2212-2221.
42. Divsalar D., Pollara F. Hybrid Concatenated Codes and Iterative Decoding //JPL TDA Report PR 42-130. – 1997. – April-June. – P. 1-23.
43. Зяблов В.В. Высокоскоростная передача сообщений в реальных каналах /В.В.Зяблов, Д. Л. Коробков. – М.: Радио и связь, 1991. – 288 с.

44. Банкет В.Л. Метод определения свободного расстояния инвариантных сигнально-кодовых конструкций /В.Л. Банкет, С.Д. Прокопов //Праці УНДІРТ. – 2000. – №1(21). – С. 39-45.

45. Кичак В. М. Синтез частотно-імпульсних елементів цифрової техніки /В. М. Кичак. – Вінниця: Вінниц. нац. техн. ун-т. УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. - 292 с.

46. Бойко Ю.М. Аналіз енергетичної та спектральної ефективності сигналів у цифрових телекомунікаційних системах /Ю.М. Бойко, О.І. Єрмоєнко - Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький. – 2013. – №6. – С. 147-160.

47. Boiko J. M. Conceptual Features of Application of Facilities of Adaptive Filtration are in the Tasks of Authentication of Noise of Communication Channels /Boiko J., Babiy J., Karpova L. //Proceeding of the Xth International Conference TCSET *IEEE* (Lviv, 23.02.2010). – Lviv, 2010. – P. 299.

48. Бойко Ю. М. Оптимізація структури лінійного тракту телекомунікаційних систем за наявності завад з метою захисту інформації. Системи технічного захисту інформації /Ю. М. Бойко, В. О. Навроцький /Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : материалы 18-го ММФ (Харків, 16 квітня 2014 р.). – Харків, 2014. – С. 217–218.

49. Бойко Ю.М. Схемні рішення по обробці сигналів в телекомунікаційних системах з фазовою маніпуляцією //Ю.М. Бойко, О.І. Єрмоєнко /Материалы 18 – го ММФ «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Харків. –16.04. 2014. - С. 49-50.

50. Бойко Ю.М. Використання вейвлет-перетворення для задач обробки сигналу /О.В. Буняк, Ю.М. Бойко //Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – Хмельницький . – 2009. - №2. С. 152 -154.

51. Бойко Ю.М., Мішан В.В. Концептуальні особливості реалізації безпроводних сенсорних мереж /Ю.М. Бойко, В.В. Мішан //Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – Хмельницький . – 2010. - №2. - С. 94 - 98.

52. Бойко Ю.М. Питання оптимізації контролю забезпечення зв'язку в CDMA мережах //Мішан В.В., Бойко Ю.М. /Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – Хмельницький. – 2010. - №5. – С. 175–180.

53. Бойко Ю.М. Аналіз цифрових методів модуляції/демодуляції в системах зв'язку та передачі інформації /Ю.М. Бойко Ю.М., Н.М. Сворінь //Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький. – 2011. - №1. – С. 103–110.

54. Бойко Ю.М. Вибір елементної бази малошумлячих інформаційних систем високих та надвисоких частот /В.В. Мішан, Ю.М. Бойко Ю.М. //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький. – 2011. - №1. – С. 158-162.

55. Boiko J. M. Numerical research final analysis of the data transfer line «satellite re – transmitter metop/fengyun – earth station» power budget /Boiko J. M. //IV international scientific and technical conference (Jaremche, 11-14 Oktober 2011). – Jaremche, 2011. – P. 165-166.

56. Бойко Ю. М. Систематизація показників розрахунку енергетичного бюджету лінії «Супутниковий ретранслятор metop/fengyun – наземна станція» /Бойко Ю. М. //Приклада радіоелектроніка. Стан та перспективи розвитку : 4-й Міжнародний радіоелектронний форум (Харків, 18-21 жовтня 2011 р.). – Харків : ХНУРЕ, 2011. – С. 42-45.

57. Бойко Ю. М. Питання визначення завадостійкості передачі інформації супутникової системи metop/fengyun – Земля /Бойко Ю. М. //Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України : IV Всеукраїнська науково-практична конференція (Хмельницький, 18 листопада 2011 р.) / НАДПСУ ім. Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2011. – С. 61–63.

58. Бойко Ю. М. Моделювання процесу зворотної ідентифікації при компенсації впливу каналу зв'язку засобами MATLAB/SIMULINK /Бойко Ю. М. //Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : материалы 15-го Юбилейного Международного молодежного форума (Харків, 18 квітня 2011 р.). – Харків, 2011. – С. 202–204.

59. Бойко Ю. М. Дослідження параметрів цифрових методів модуляції/демодуляції засобами MATLAB /Ю. М. Бойко //Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке : материалы 15-го Юбилейного Международного молодежного форума (Харків, 18 квітня 2011 р.). – Харків, 2011. – С. 104–106.

60. Boiko J. M. Improving noise immunity of QPSK demodulation of signals in digital satellite communication systems /Juliy Boiko, Victor Stetsiuk, Victor Michan //TCSET'2012 IEEE (Lviv – Slavske, 21-24 February 2012). – Lviv – Slavske, 2012 – P.257.

61. Прудис І.Н. Основи антенної техніки: Навч. посіб. /І.Н. Прудис. – Львів: вид-во НУ «Львівська політехніка», 2000. – 224 с.

62. Клиماش М. М. Сучасні перетворення в архітектурах розподілених систем /М. М. Клиماش, А. О. Лунтовський, В. І. Романчук; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів ; Дрогобич : Коло, 2015. - 328 с.

63. Бойко Ю.М. Проблеми програмування та застосування мікропроцесорів при обробці інформації //О.М. Шинкарук, В.В. Мартинюк, Ю.М. Бойко //Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького. – Хмельницький. – 2008. – №44 – С. 57-62.

64. Boiko J. M. Noise immunity assessment in telecommunication systems with cascade encoding structures /J. Boiko, O. Eromenko //TCSET'2014 *IEEE* (Lviv – Slavske, 25 February –1 March 2014). – Lviv – Slavske, 2014. – P. 431–433.

65. Бойко Ю. М. Моделювання цифрових каналів передавання інформації із завадостійким кодуванням /Бойко Ю. М. //Обробка сигналів і негаусівських процесів: V-та Міжнародна науково-практична конференція (Черкаси, 20-22 травня, 2015 р.). – Черкаси: ЧДТУ, 2015. – С. 166-168.

66. Бойко Ю. М. Аналіз моделей систем синхронізації у цифрових приймачах /О. І. Єрьоменко, Ю. М. Бойко //ВОТТП-14-2015: матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 5-10 червня, 2015). – Одеса: Одес. нац. акад. зв'язку ім. Попова, 2015. – С. 192-194.

67. Boiko J. M. Solutions Improve Signal Processing In Digital Satellite Communication Channels /J. Boiko, O. Eromenko //20th International *IEEE* Conference on Microwaves, Radar, and Wireless Communications (Gdansk, 16-18 June 2014). – Poland, Gdansk, 2014. – P. 126–129.

68. Бойко Ю. М. Моделювання способів завадостійкого кодування/декодування в супутникових каналах зв'язку засобами Matlab /Бойко Ю. М., Танащук Т.С. //Радіоелектроніка і молодь у ХХІ столітті: матеріали 16-го Міжнародного молодіжного форуму (Харків, 17-19 квітня 2012 р.). – Харків, 2012. С. 166-167.

69. Бойко Ю. М. Реалізація та дослідження супутникового каналу передачі даних засобами імітаційного моделювання /Бойко Ю. М. //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: 11-та Міжнародна науково-технічна конференція (Хмельницький, 5-8 червня 2012 р.). – Хмельницький: ХНУ, 2012. – С. 74-75.

70. Бойко Ю. М. Імітаційна реалізація способів завадостійкого кодування/декодування при вирішенні завдань підвищення вірності передавання інформації в супутникових каналах зв'язку /Ю. М. Бойко //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2012. – № 1. – С. 190–200.

71. Boiko J. M. Improvements Encoding Energy Benefit in Protected Telecommunication Data Transmission Channels /Juliya Mikolayovych Boiko, Alexander Ivanovych Eromenko //Communications : Scientific Journal. – Science Publishing Group, USA, 2014. – Vol. 2, No. 1. – P. 7–14. doi: 10.11648/j.com.20140201.12.
72. Boiko J. M. Research of to antijammingnes of signals is with phase manipulation in digital satellite channels passed information /J. M. Boiko, R. O. Boryachok //Modern directions of theoretical and applied researches 2013 SWorld (Odessa, 19-30 March 2013) Web Of Science. – Odessa, 2013.
73. Бойко Ю. М. Моделювання супутникових каналів передачі інформації з каскадними сигнально-кодovими конструкціями /Ю. М. Бойко, Р. О. Борячок //Електротехніка, радіотехніка, телекомунікації і електроніка : збірник наукових трудов SWorld. Технічні науки. – Одеса, 2013. – Т. 5. – С. 10–16.
74. Boiko J. M. Modeling satellite data transmission channels with cascade signal-code structures /J. M. Boiko, R. O. Boryachok //Technical Science – Electrical Engineering, Radio Engineering, Telecommunications and Electronics. Web Of Science - E-журнал. – 2013.
75. Бойко Ю. М. Дослідження граничної завадостійкості телекомунікаційних систем із ефективним кодуванням /Бойко Ю. М., О. І. Єрмоєнко //ВОТТП-15-2015 : матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції (Одеса, 10-14 вересня 2015 р.). – Одеса : Одес. нац. акад. зв'язку ім. Попова, 2015. – С. 84-86.
76. Поповский В.В. Обобщенная модель управления параметрами функциональных и структурных свойств телекоммуникационных систем /В.В. Поповский, В.Ф. Олейник //Зв'язок. – 2004. - № 3. – С. 29–33.
77. Постников М. М. Теория Галуа /М. М. Постников - М.: Наука, 1963 - 220 с.
78. Прокопов С.Д. Аналіз та оптимізація характеристик завадостійкості турбокодів: Дисертація канд. техн. наук: 17.01.2003. – О., 2003. – 188 с.
79. Sylvester J. Reed Solomon Codes. Electrobite. January 2001.
80. Бойко Ю. М. Способи підвищення завадостійкості оброблення сигналів з фазовою маніпуляцією у цифрових супутникових каналах передавання інформації /Ю. М. Бойко //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2012. – № 6. – С. 144–156.
81. Product Specification. ANA 4540 Astro LE 4K Block/Turbo Product Code Encoder/Decoder [Electronic resource] – Advanced

Hardware Architectures, Inc. - Mode of access: <http://www.aha.com>. – Last access: 2003. – p. 89. – Title from the screen.

82. Шинкарук О.М. Приймання та оброблення сигналів /О.М. Шинкарук, В.І. Правда, Ю.М. Бойко – Хмельницький: ХНУ, 2013. – 365 с.

83. Бойко Ю. М. Схемотехнічні особливості використання синтезаторів частот в приймальному тракті цифрових приймачів /Ю. М. Бойко, В. І. Стецюк //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2013. – № 5. – С. 219–231.

84. Boiko J. M. Improving effectiveness for processing signals in data transmission channels with phase manipulation /Boiko J. M. //Microwave & Telecommunication Technology: 23rd International Crimean IEEE Conference (Sevastopol, 9-13 September 2013). – Sevastopol, 2013 – P. 262-263.

85. Бойко Ю.М. Проблеми синхронізації автоколивальних систем під зовнішнім періодичним впливом /Ю.М. Бойко, А.С. Поліщук //Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – Хмельницький. – 2010. - №2. - С. 156 -162.

86. Пат. UA 107543 C2, МПК G05D 23/19. Пристрій термостатування п'єзорезонансних коливальних систем напівпровідниковими термостатуючими елементами /А. В. Клепиковський, Ю. М. Бойко, В. Р. Любчик, О. М. Шинкарук, О. Г. Шайко-Шайковський; заявник і патентовласник Буковинський державний медичний університет МОЗ України. – а201400914; заявл. 31.01.2014; опубл. 12.01.2015. – Бюл. № 1. – 6 с.: іл.

87. Шахгильдян В.В. Системы фазовой автоподстройки частоты /В.В. Шахгильдян, А.А. Ляховкин. - М.: Связь, 1972. – 230 с.

88. Линдсей В. Системы синхронизации в связи и управлении /Пер. с англ. /В.Н. Кулешова, Г.Д. Лобова. – М.: Советское радио, 1978. – 589 с.

89. Жодзишский М.И. Цифровые системы фазовой синхронизации /М.И. Жодзишский, С. Ю. Сила-Новицкий. – М.: Сов. Радио, 1980. – 208с.

90. Бондарев А.П. Кумулянтный анализ статистической динамики СФС второго порядка /А.П. Бондарев, Б.А. Мандзий //Вестник ЛПИ. Теория и проектирование полупроводниковых радиоэлектронных устройств. –1985. –№ 196. –С. 27-29.

91. Бойко Ю.М. Визначення показників зміни стану динамічних процесів у пристроях синхронізації засобів телекомунікацій /Матеріали 20 – го ММФ «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке». – Харків ХНУРЕ. –20.04. 2015. С. 45-47.

92. Бойко Ю. М. Оцінювання якісних показників пристроїв синхронізації сигналів засобів телекомунікацій /Ю. М. Бойко //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2015. – № 1. – С. 204–213.

93. Бойко Ю. М. Проблеми синтезу пристроїв тактової синхронізації приймачів супутникових телекомунікаційних систем передачі інформації /Ю. М. Бойко, О. І. Єрмоєнко //Вісник НТУУ КПІ. Телекомунікації, радіолокація і навігація, електроакустика. – К., 2014. – № 58. – С. 55–66.

94. Бойко Ю. М. Проектування та моделювання систем синхронізації у цифрових приймачах QPSK – сигналів систем супутникового зв'язку /Бойко Ю. М. //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2012. – № 3. – С. 162–171.

95. Бойко Ю. М. Оптимізація пристроїв синхронізації приймачів захищених телекомунікаційних систем передачі інформації /Ю. М. Бойко, О. І. Єрмоєнко, В. М. Ткачук //Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця, 2014. – № 5. – С. 144–151.

96. Бойко Ю. М. Підвищення завадостійкості блоків оброблення сигналів супутникових засобів телекомунікацій на основі модифікованих схем синхронізації /Ю. М. Бойко //Вісник НТУУ КПІ. Телекомунікації, радіолокація і навігація, електроакустика. – К., 2015. – № 61. – С. 91–107.

97. Бойко Ю. М. Моделювання фільтруючих пристроїв в цифрових телекомунікаційних системах за наявності комплексу завад з метою захисту інформації /Ю. М. Бойко, О. І. Єрмоєнко //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2014. – № 2. – С. 204–213.

98. Boiko J. M. Analysis of solutions to improve efficiency of signal processing devices in telecommunication /Boiko J. M., Eromenko A. I. //European Applied Sciences : Scientific Journal. – Germany, 2015. – № 5. – P. 47–56.

99. Бойко Ю. М. Перспективи розвитку теорії пристроїв тактової синхронізації приймачів супутникових телекомунікаційних систем /Ю. М. Бойко, О. І. Єрмоєнко //Приклада радіоелектроніка. Стан та перспективи розвитку : V-й Міжнародний радіоелектронний форум (Харків, 14-17 жовтня 2014 р.). – Харків : ХНУРЕ, 2014. – С. 238–241.

100. Бойко Ю. М. Аналіз моделей систем синхронізації у цифрових приймачах /О. І. Єрмоєнко, Ю. М. Бойко /Ю. М. Бойко //ВОТТП-13-2014 : матеріали XIII міжнародної науково-практичної

конференції (Одеса, 6-12 червня 2014 р.). – Одеса : Одес. нац. акад. зв'язку ім. Попова, 2014. – С. 194–196.

101. Бойко Ю. М. Визначення впливу конфігурації фільтруючих пристроїв на завадостійкість телекомунікаційних систем передачі інформації /Ю. М. Бойко, О. І. Єрмоєнко //Контроль і управління в складних системах : XII Міжнародна конференція (Вінниця, 14-16 жовтня 2014 р.). – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 95.

102. Бойко Ю. М. Аналіз схемотехнічних рішень в пристроях фазової синхронізації приймачів захищених телекомунікаційних систем передачі інформації /Ю. М. Бойко, О. І. Єрмоєнко //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2014. – № 4. – С. 21–30.

103. Бойко Ю.Н. Моделирование устройства синхронизации на полифазном интерполяторе в средствах телекоммуникаций. - сб. статей НИЦ "Знание". - Харьков, Часть 1, 2016 - С.70-77.

104. Boiko, Juliy. Measurements of the energy gain in the modified circuit signal processing unit //Shynkaruk, O., Boiko, J., Eromenko, O. //Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, Proceedings of the 13th International Conference on TCSET 2016 (23-26. 02.2016) – Lviv-Slavsko. 2016. P. 582-584.

105. Бойко Ю. М. Дослідження способів завадостійкого кодування для захисту від помилок у цифрових каналах передавання інформації /Ю. М. Бойко //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2013. – № 2. – С. 188–195.

106. Бойко Ю. М. Моделювання систем синхронізації у цифрових приймачах QPSK – сигналів /Ю. М. Бойко, Р. О. Борячок //Радіоелектроніка і молодь у ХХІ столітті : 17-й ММФ (Харків, 22-24 квітня 2013 р.). – Харків : ХНУРЕ, 2013. – С. 113-114.

107. Бойко Ю. М. Розробка та аналіз модифікованих схем синхронізації блоків оброблення сигналів засобів телекомунікацій /Ю. М. Бойко, В. М. Ткачук //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2015. – № 2. – С. 204–213.

108. Andrews K., Berner J., Chen V. Turbo-decoder implementation for the deep space network //IPN Progress Report 42-148. – 2002. – Feb. 15.

109. Пустоваров В.Е. Детекторы и преобразователи частоты /В.Е. Пустоваров, И.А. Громько, В.В. Жмуров – Х.: ХВВКИУРВ, 1992.– 170с.

110. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: Підручник для студентів ВНЗ /Ю.І. Волощук. – Х.:”Компанія СМІТ”, 2003. – 445с.

111. Тихонов В. И. Марковские процессы /В. И. Тихонов, М. А. Миронов. - М., «Сов. радио», 1977 – 456 с.

112. Банкет В. Л. Цифровые методы в спутниковой связи /В.Л. Банкет, В.М. Дорофеев. – М.: Радио и связь, 1988. – 240 с.
113. Беркман Л.Н. Анализ точности нелинейных систем фазовой автоподстройки в установившихся режимах /Л.Н. Беркман, Б.Я. Костик, В.В. Мирошников //Зв'язок. –2004. –№8(52). –С. 54-57.
114. Ярлыков М.С. Применение марковской теории нелинейной фильтрации в радитехнике. –М.: Сов. радио, 1980. –360 с.
115. Кичак В.М., Войцеховська О.О. Оцінка завадостійкості частотно-імпульсних логічних елементів //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. –2004. –№1. –С. 89-91.
116. Мандзій Б.А. Підвищення завадостійкості демодулятора фазомодульованого сигналу /Б.А. Мандзій, Бондарев А.П. //Відбір і обробка інформації. –2007. –Вип. 26(102). –С. 65-73.
117. Павлов Б.А. Фазовая автоподстройка – частотный демодулятор /Б.А. Павлов //Известия вузов. Радиоэлектроника. –1978. –№1. –С. 73-77.
118. Гольденберг Л.М. Цифровая обработка сигналов: Справочник /Л.М. Гольденберг, Б.М. Матюшкин, М.Н. Поляк. – М: Радио и связь, 1985. – 321 с.
119. Бобало Ю. Я. Прикладне застосування теорії хаотичних систем у телекомунікаціях /Ю. Я. Бобало та ін.; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів - Дрогобич: Коло, 2015. - 178 с.
120. Бондарев А.П. Енергетичні умови зриву синхронізації /А.П. Бондарев //Моделювання та інформаційні технології. –2002. –Вип.19. – С.171-178.
121. Бондарев А.П. Моделювання пристрою синхронізації з підвищеною завадостійкістю /А.П. Бондарев //Вісник НУ"ЛП" Електроенергетичні та електромеханічні системи – 2003. – № 479. – С.
122. Русин Б. П. Біометрична аутентифікація та криптографічний захист /Б. П. Русин, Я. Ю. Варецький - Львів: Коло, 2007. - 287 с.
123. Viterbi A.J. Phase-locked loop dynamics in the presens of noise by Fokker-Plank techniques // PIEEE. –1963. –Vol.51, December. –P. 1737-1753.
124. Egan W. F. Phase-lock basics. –New York: John Wiley & Sons Inc., 1998. –480 p.
125. Lim K., Park C.-H., Kim B. Low noise clock synthesizer design using optimal bandwidth // Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Circuits and Systems. –1998. –Vol. 1. –P. 163-166.
126. Mandzij B., Bondarev A. Symulacja komputerowa układu synchronizacji fazowej w obecności sygnału PSK //Zeszyty naukowe

Wyższej Szkoły Informatyki w Łodzi. – Łódź: ReadMe, 2006. –Vol.5, Nr 1. –P 31-36.

127. Gardner F. M. Phaselock Techniques. 3rd edition. –Hoboken, New Jersey: Wiley, 2005. –440p.

128. Razavi Behzad. Monolithic Phase-Locked Loops and Clock Recovery Circuits. –New York: IEEE Press, 1996. –280 p.

129. Безрук В.М., Баранник В.В., Глоба Л.С. Толюпа С.В., и др. Наукоемкие технологии в инфокоммуникациях . Обработка и защита информации. Коллективная монография. Харьков – Компания СМИТ – 2013. – с. 398.

130. Кривуца В.Г., Беркман Л.Н., Толюпа С.В. Інфокомунікаційні мережі нового покоління. // Монографія. К. – ДУІКТ. – 2012. – с. 286.

131. І.Р. Пархомей, В.А., Толюпа С.В., Дружинін, В.С. Наконечний. Резонансні методи отримання і використання інформації в радіотехнології // Монографія. К. – Логос – 2013. – с. 146.

132. Толюпа С.В., Дружинін В.А., Наконечний В.С. Методи та алгоритми обробки та захисту радіолокаційної інформації у багатопозиційних системах зі змінною просторовою конфігурацією. // Монографія. К. – Логос – 2014. – с. 251.

133. Безрук В.М., Баранник В.В., Толюпа С.В. и др. Наукоемкие технологии в инфокоммуникациях: обработка информации, кибербезопасность, информационная борьба. Коллективная монография. Харьков – Компания СМИТ – 2017. – с. 620.

134. Дружинін В.А. Алгоритм відновлення полів методом виявлення зображень об'єктів в системах радіобачення з багатопозиційним прийомом інформації / В.А. Дружинін // Сучасний захист інформації. – 2013. – № 1. – С. 45–49.

135. Дружинін В. А. Багатопозиційний прийом в напівактивних системах радіобачення / В.А. Дружинін // Сучасний захист інформації. –2012. – № 3. – С. 74–78.

136. Толюпа С.В. Синтез інформаційно-телеметричних комплексів цифрового радіобачення з багатопозиційним прийомом / С.В. Толюпа, В.А. Дружинін // Вісник ДУІКТ. – 2012. – Т. 10; № 1. – С. 24–29.

137. Толюпа С.В. Принципи оптимального керування випромінюваннями електромагнітної енергії в багатопозиційних системах радіолокації / С.В. Толюпа, В.А. Дружинін // Зб. наук. праць Військового інституту Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. – К., 2012. - С.

138. Дружинін В.А. Проблеми формування та обробки радіолокаційної інформації в системах радіобачення: монографія / В.А. Дружинін. - К.: Логос, 2013. – 230 с.

139. Дружинін В.А. Теоретичні основи фрактально-резонансної селекції сигналів в радіотехнічних системах / В.А. Дружинін, С.В. Толюпа, С.Д. Войтенко // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – 2012. - Т.10, №2. – С. 58-64.

140. Бойко Ю. М. Особливості реалізації алгоритмів адаптивної фільтрації в системах обробки сигналів /Ю. М. Бойко, В. М. Сворінь //Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький, 2011. – № 2. – С. 140–146.

141. Бойко Ю. М. Зіставлення вейвлет-перетворення з перетворенням Фур'є /О. М. Шинкарук, Ю. М. Бойко, Ю. О. Бабій //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2009. – № 1. – С. 56–59.

142. Бойко Ю. М. Особливості реалізації методу найменших квадратів для адаптивної цифрової фільтрації /О. М. Шинкарук, Ю. М. Бойко, Ю. О. Бабій //Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2008. – № 2. – С. 163–165.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад

Відповідальний за випуск *Дружинін В.А.*
Верстка *Цьона Н.В.*

Підп. до друку 24.01.2018. Формат 60×84¹/₁₆. Папір. офс. Гарнітура “Таймс”. Друк. офс.
Ум. друк. арк. 13,25. Обл.-вид. арк. 13,92. Наклад 300 прим. Зам. 45.

Віддруковано у ТОВ-Видавництві “ЛОГОС” із оригіналів автора.
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції серія ДК № 201 від 27.09.2000 р.
01030, Київ-30, вул. Богдана Хмельницького, 10, тел. 235-60-03



БОЙКО Юлій Миколайович
Професор кафедри телекомунікацій та радіотехніки
факультету програмування
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Хмельницького Національного університету,
доктор технічних наук, професор



ДРУЖИНІН Володимир Анатолійович
Завідувач кафедри радіоприймання та оброблення сигналів
радіотехнічного факультету
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
доктор технічних наук, професор



ТОПЮПА Сергій Васильович
Професор кафедри кібербезпеки та захисту інформації
факультету інформаційних технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка,
академік Академії наук прикладної радіоелектроніки,
доктор технічних наук, професор