



ISSN 2073-7394

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ



ВИПУСК 3(19)

Київ
2011



ДП «Центральний науково-дослідний інститут
навігації і управління»

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Випуск 3(19)

**Заснований
у 2007 році**

Наукове періодичне видання,
в якому відображені результати
наукових досліджень з розробки та
удосконалення систем управління,
навігації та зв'язку у різних
проблемних галузях.

Засновник:

Державне підприємство
«Центральний науково-дослідний
інститут навігації і управління».

Адреса редакційної колегії:

Україна, 04073, Київ,
вул. Фрунзе, 160/20.

Телефон: +38 (044) 463-99-22
(консультації, прийом статей).

E-mail:

office.nav.u@nbi.com.ua.

Інформаційний сайт:

www.csri.kiev.ua

Реферативна інформація

зберігається: у загальнодержавній
реферативній базі даних
„Україніка наукова” та публікується
у відповідних тематичних серіях
УРЖ „Джерело”.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова:

КОЗЕЛКОВ Сергій Вікторович (д-р техн. наук, проф.)

Заступник голови:

БАРАНОВ Георгій Леонідович (д-р техн. наук, проф.)

Члени:

БОГОМЬЯ Володимир Іванович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ВАСИЛЕНКО Олександр Васильович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ДОВБНЯ Володимир Вікторович (канд. військ. наук, с.н.с.)

ІЛЬІН Олег Юрійович (д-р техн. наук, проф.)

КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук, проф.)

ЛУХАНІН Михайло Іванович (д-р техн. наук, проф.)

МАШКОВ Олег Альбертович (д-р техн. наук, проф.)

МЕДВЕДЄВ Валерій Павлович (д-р техн. наук, проф.)

МІТРАХОВИЧ Михайло Михайлович (д-р техн. наук, проф.)

МОРГУН Василь Андрійович (д-р іст. наук, проф.)

МОСОВ Сергій Петрович (д-р військ. наук, проф.)

ПАШКОВ Дмитро Павлович (канд. техн. наук, доц.)

ПЕШЕХОНОВ Володимир Григорович (академік РАН, д-р техн. наук, проф.)

СКОРИК Євген Тимофійович (д-р техн. наук, проф.)

СТАВИЦЬКИЙ Сергій Дмитрович (канд. техн. наук, с.н.с.)

СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук, проф.)

СУХАНОВ Костянтин Георгійович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ТОЛУБКО Володимир Борисович (д-р техн. наук, проф.)

ТУПКАЛО Віталій Миколайович (д-р техн. наук, проф.)

УРУСЬКИЙ Олег Семенович (д-р техн. наук, проф.)

ХОРОШКО Володимир Олексійович (д-р техн. наук, проф.)

ЧЕРЕПКОВ Сергій Тимофійович (канд. техн. наук, доц.)

ЯВТУШЕНКО Анатолій Миколайович (канд. військ. наук, проф.)

Відповідальний секретар:

КУЧУК Георгій Анатолійович (канд. техн. наук, с.н.с.)

Секретар:

КОЗЕЛКОВА Катерина Сергіївна (канд. техн. наук, с.н.с.)

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

*Затверджений до друку Вченою радою ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління»
(протокол № 9 від 30 серпня 2011 року)*

Занесений до “Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук”, затвердженого постановою президії ВАК України від 16.12.2009 р., № 1-05/6 (технічні науки, № 75; бюлетень ВАК України, № 1, 2010)

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 12154-1038Р від 28.12.2006 р.

УДК 621.396.946:519.67

О.Я. Ніконов¹, О.В. Мнушка¹, В.М. Савченко², В.В. Нарожний³¹ Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків² Українська інженерно-педагогічна академія, Харків³ Українська державна академія залізничного транспорту, Харків

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЙМОВІРНОСТІ ПОМИЛКИ ПРИ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЦИФРОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Проведено порівняльний аналіз імітаційного моделювання (ІМ) ймовірності помилки при передачі інформації у системах цифрового зв'язку (СЦЗ) методами статистичних випробовувань та методом гаусової апроксимації. Отримано регіональні інформаційні карти для тестових конфігурацій СЦЗ із джерелами корисних та завадових BPSK-, QPSK-, 8-PSK- та 16-PSK-сигналів. Показаний вплив параметру M (кількості дискретних значень) фазової маніпуляції на відносну помилку обчислень за методом гаусової апроксимації відносно методу статистичних випробовувань.

Ключові слова: система цифрового зв'язку, ймовірність помилки, фазова маніпуляція, інформаційна карта, імітаційне моделювання.

Вступ

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток цифрових систем телекомунікацій, зв'язку, навігації призводить до значного зростання кількості обладнання, що використовується, висуває більш жорсткі вимоги до електромагнітної сумісності обладнання, вимагає урахування більшої кількості факторів, що впливають, на параметри систем, які проектується.

Ймовірність помилки при передачі одного бінарного символу є одним із основних інформативних параметрів, що визначають можливість використання СЦЗ у певних умовах. Забезпечення заданого значення ймовірності помилки досягається вибором відповідного перевищення потужності сигналу над потужністю шуму, способом передачі й способом прийому – сукупністю пристроїв виділення повідомлення із суміші сигналу й завади, що присутні на вході прийомного пристрою. При цьому виникає задача мінімізації потужності джерела сигналу з метою зменшення вартості, габаритів, рівня перешкод іншим системам, які зумовлені можливим надлишком потужності. Зважаючи на те, що ймовірність помилки в СЦЗ має випадковий характер, для її оцінки застосовують імітаційне моделювання таких систем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для визначення ймовірності помилки у супутникових СЦЗ [1 – 2] Міжнародною електротехнічною комісією рекомендовано використовувати метод гаусової апроксимації [3]. У [4, 5] та інших роботах означених авторів для вирішення аналогічної задачі обґрунтовується застосування методу статистичних випробовувань, що дозволяє підвищити точність моделювання при малому кутовому рознесенні джерел сигналів у супутникових СЦЗ.

У [6 – 7] показано, що аналогічні [1 – 3] підходи до моделювання ймовірності помилки у супутникових СЦЗ можна застосовувати й до інших видів безпроводного зв'язку.

Наведені у [3, 6, 7] результати моделювання не дозволяють оцінити вплив джерел завадових або корисних сигналів на ймовірність помилки у довільній просторовій конфігурації СЦЗ, що звукує об'єкт застосування отриманих результатів. Для подолання вказаного недоліку у [4, 5] запропоновано алгоритм побудови регіональних інформаційних карт супутникової СЦЗ на основі методу статистичних випробовувань, що вимагає значних затрат часу та потужностей обчислювальної системи, й обмежує його застосування у системах реального часу або у системах, конфігурація яких динамічно змінюється.

Метою даної роботи є порівняння методів імітаційного моделювання ймовірності помилки при передачі сигналів у цифрових системах зв'язку з метою вироблення рекомендацій щодо їх застосування в розрахунках параметрів систем реального часу.

Задачі, що розв'язуються в роботі: отримання числових характеристик ймовірності помилки у СЦЗ у вигляді регіональних інформаційних карт та визначення помилки різних методів відносно методу статистичних випробовувань.

Основна частина

1. Методи, що застосовуються для визначення ймовірності помилки, дозволяють отримати точне рішення для „простих” конфігурацій СЦЗ, в яких нехтують більшістю факторів, що впливають. Ймовірність помилки в цифровій системі зв'язку з використанням фазової маніпуляції [4]:

$$P(x; y) = E \left[\operatorname{erfc}(\rho(x; y) S + \rho(x; y) Z(x; y)) \right], \quad (1)$$

де $E[\cdot]$ – символ математичного сподівання;

$$\operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} \exp(-t^2) dt$$
 – додаткова функція помилок [8];

ρ^2 – відношення сигнал-шум;

$S = \sin(\pi/M)$; M – число положень фаз при ФМ (кратність ФМ); Z – випадкова величина, що описує вплив перешкоди.

Визначення $P(x; y)$ пов'язане з необхідністю обчислення n -кратних інтегралів – задачею, яка не має загального розв'язку для довільного n , тому для обчислень використовують наближені методи. Для визначення ймовірності помилки використовують наступні співвідношення [3, 4, 7]:

– метод гаусової апроксимації, при дисперсії

$$\text{випадкової величини } \sigma^2 = \frac{1}{2} \sum_{j \in C} R_j^2 \ll S \text{ та кутово-}$$

му рознесенні джерел сигналів $\Delta\theta > 1,5^\circ$:

$$P_{\text{пом}} = \operatorname{erfc} \left[\rho S \left(1 + 2\rho^2 \sigma^2 \right)^{-1/2} \right]; \quad (2)$$

– усікання щільності розподілу випадкової величини

$$P_{\text{пом}} = \frac{\exp(-\rho^2 (S - \Omega_C)^2)}{4 \sqrt{\pi} \Omega_C \rho^3 (S - \Omega_C)}, \quad (3)$$

де $\Omega_C = \sum_{j \in C} R_j$ та K – кількість джерел сигналів;

– статистичних випробувань

$$\hat{P}_{\text{пом}} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \operatorname{erfc} \left(\rho S + \rho \sum_{j \in C} R_j \cos \theta_{nj} \right). \quad (4)$$

Як показано у [1], застосування методів, заснованих на використанні (2) – (3), обмежено певною конфігурацією СЦЗ, тому для підвищення точності доцільним є використання статистичних методів, основаних на (4). При цьому виникає проблема суттєвого збільшення обсягу та часу обчислень, що унеможливило побудову систем керування реального часу. В [4] показано, що для ймовірності, яка дорівнює 0,9, і довірчого інтервалу, який дорівнює 0,05, кількість випробувань у (4) повинна становити величину в діапазоні 2500...7500. Тому актуальним є визначення більш чітких границь застосування означених методів з метою визначення можливості застосування (2) – (3) при побудові систем керування реального часу.

За допомогою розробленого авторами програмного забезпечення [9] проведено порівняльний аналіз метода гаусової апроксимації та метода статистичних на двох тестових конфігураціях СЦЗ, що дозволяють оцінити вплив джерел корисних та зава-

дових сигналів на результати імітаційного моделювання за обраними методами.

Перша конфігурація складається із одного «корисного» та від одного до трьох завадових джерел сигналів. Параметри передавальної антени «корисного» джерела: половина ширини основної пелюстки за рівнем -3 dB – 0,8°, кутовий розмір перетину променя антени – 1,8°, потужність передавача – 10 Вт. Параметри передавальних антен «завадових джерел»: перше – половина ширини основної пелюстки за рівнем -3 dB – 1,8°, кутовий розмір перетину променя антени – 0,8°, потужність передавача – 100 Вт; інші – половина ширини основної пелюстки за рівнем -3 dB – 0,8°, кутовий розмір перетину променя антени – 0,5°, потужність передавача – 30 Вт.

У другій тестовій конфігурації присутні від одного до чотирьох «корисних» джерел сигналів із наступними параметрами передавальних антен: перше – половина ширини основної пелюстки за рівнем -3 dB – 0,8°, кутовий розмір перетину променя антени – 1,8°, потужність передавача – 10 Вт; інші – половина ширини основної пелюстки за рівнем -3 dB – 0,8°, кутовий розмір перетину променя антени – 0,5°, потужність передавача – 30 Вт. Параметри прийомної антени: коефіцієнт використання поверхні антени – 0,7; відношення діаметра антени до довжини хвилі – 100; потужність шуму на вході прийомної антени 7 dB.

2. Результати моделювання отримано для умовної екваторіальної області із розташуванням «джерел» сигналів відповідно до табл. 1, 2. Оцінювалась площа, на якій ймовірність помилки не перевищує певну величину ($10^{-5} \dots 10^{-10}$), в залежності від кількості джерел завадових (рис. 1) та корисних (рис. 5) BPSK-, QPSK-, 8-PSK- та 16-PSK-сигналів.

Таблиця 1

Перша тестова конфігурація

Тип джерела сигналу	Розташування джерела сигналу, град.	Точка прицілювання променя антени, град.
Корисне	0	0,0
Корисне	5° с.д.	5° с.д., 5° півн.ш.
Корисне	5° з.д.	5° з.д., 5° півд.ш.
Корисне	3° з.д.	3° з.д., -5° півн.ш.

Таблиця 2

Друга тестова конфігурація

Тип джерела сигналу	Розташування джерела сигналу, град.	Точка прицілювання променя антени, град.
Корисне	0	0,0
Завадове	5° с.д.	5° с.д., 5° півн.ш.
Завадове	5° з.д.	5° з.д., 5° півд.ш.
Завадове	3° з.д.	3° з.д., -5° півн.ш.

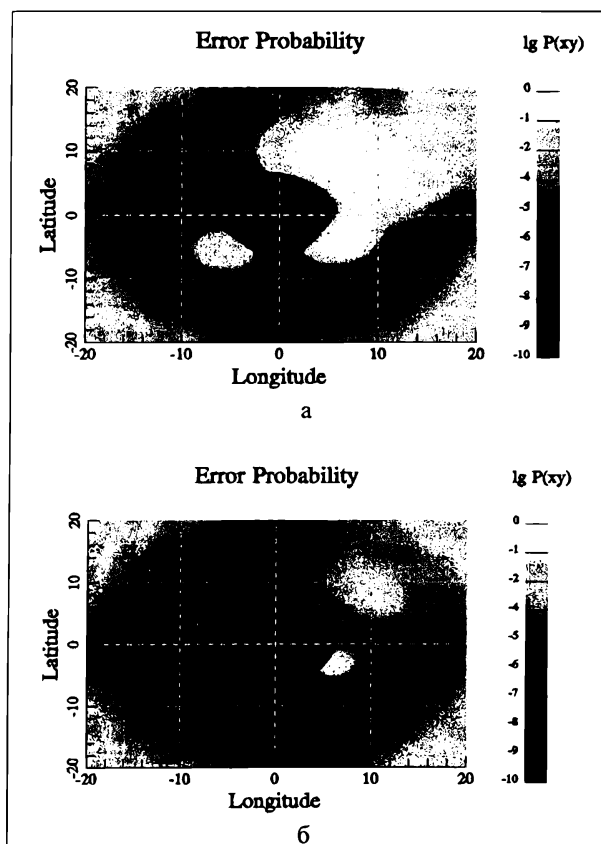


Рис. 1. Ймовірність помилки у СЦЗ при трьох джерелах завадових QPSK-сигналів розрахована за методом гаусової апроксимації (а) та за методом статистичних випробувань (б)

Аналіз результатів моделювання для першої тестової конфігурації (рис. 1, 2) показує, що в середньому відносна похибка обчислень складає 15...40 відсотків за методом гаусової апроксимації у порівнянні з методом статистичних випробувань.

Час обчислень у застосованій конфігурації обчислювальної системи за методом гаусової апроксимації складає приблизно одну секунду для всіх варіантів першої тестової конфігурації.

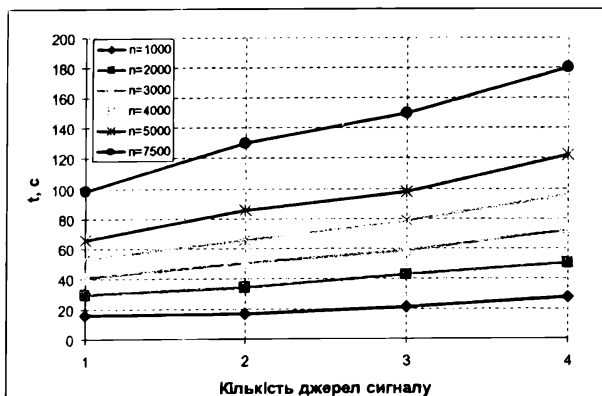


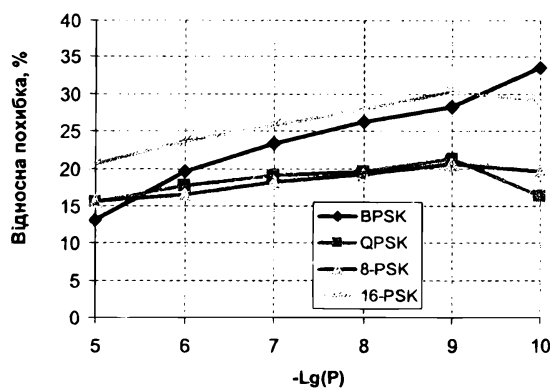
Рис. 2. Залежність часу моделювання від кількості джерел сигналів

За методом статистичних випробувань залежність часу обчислень від кількості випробувань приблизно описується поліномом четвертого ступеня (5) та дорівнює (20...180) с і більше (рис. 2).

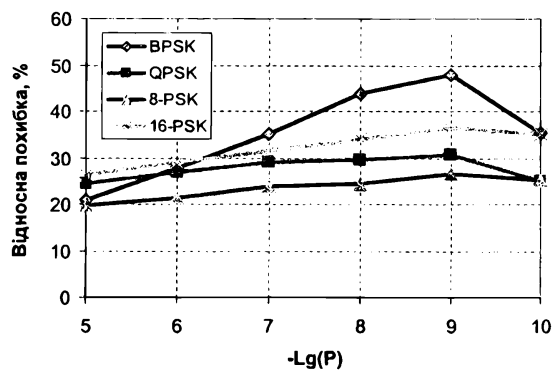
$$t(n) = 0,0636n^4 - 1,2925n^3 + 11,028n^2 - 29,149n + 22,617, \quad (5)$$

де n – кількість випробувань.

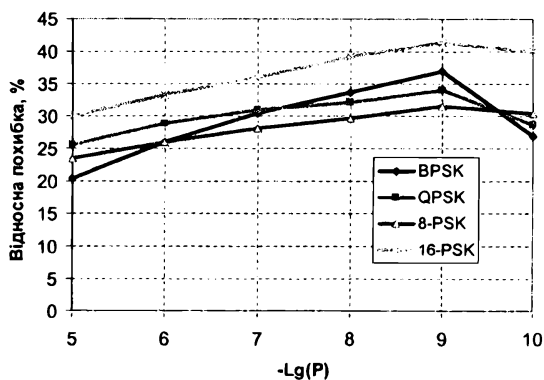
Обчислення за методом гаусової апроксимації дає занижену оцінку «корисної площі» для $M > 2$, що виражається відповідною похибкою обчислень відносно до методу статистичних випробувань (рис. 3).



а



б



в

Рис. 3. Відносна похибка обчислень за методом гаусової апроксимації до методу статистичних випробувань для одного (а), двох(б) та трьох (в) завадових джерел сигналів

Для другої тестової конфігурації отримано результати моделювання ймовірності помилки для конфігурацій, що включає від одного до чотирьох «корисних» джерел сигналів. В даному випадку суттєво менша залежність результатів моделювання від обраного методу обчислень (рис. 5), похибка методу гаусової апроксимації в середньому не перевищує 2 – 3 відсотки (рис. 6, а, б) та має тенденцію до зростання із збільшенням кількості джерел та параметру М (рис. 6, в).

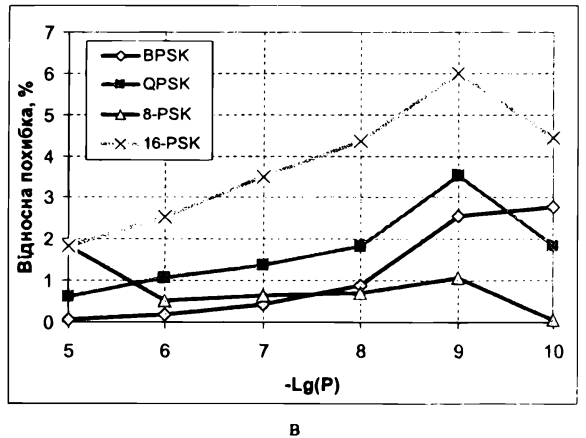
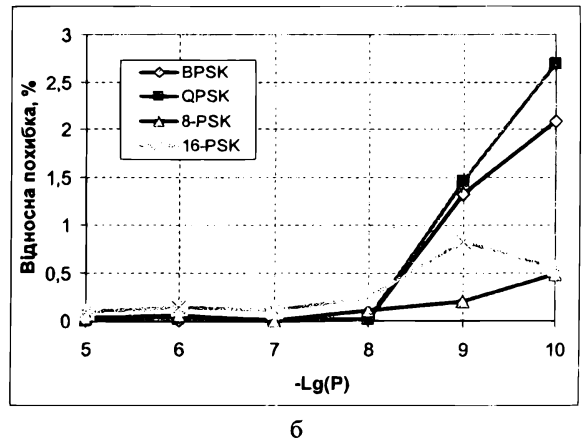
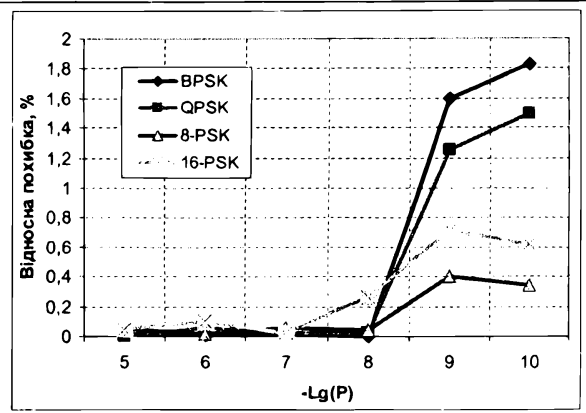
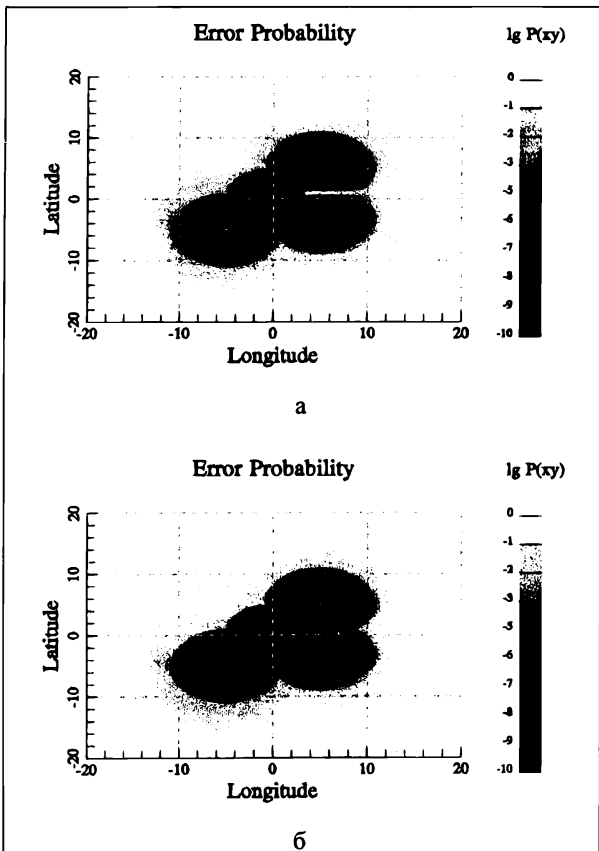
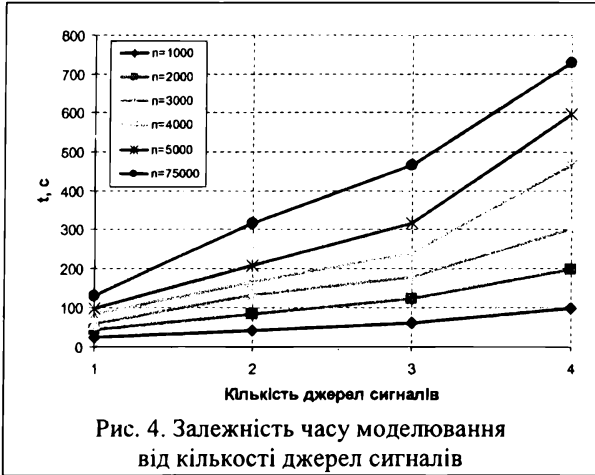


Рис. 6. Відносна похибка обчислень за методом гаусової апроксимації до методу статистичних випробувань для СЦЗ, що складається з двох (а), трьох(б) та чотирьох (в) «корисних» джерел сигналів

Час обчислень для другої тестової конфігурації за методом статистичних випробувань (б) в середньому перевищує аналогічний для першої тестової конфігурації в 5 разів.

$$t(n) = -0,3063n^4 + 6,301n^3 - 31,121n^2 + 63,79n - 35,818. \quad (6)$$

Наведені співвідношення (5), (6) для визначення часу носять довідковий характер, отримані на

комп'ютері під керуванням ОС Windows XP із процесором AMD Athlon XII 240 та 2Гб оперативної пам'яті й можуть змінюватися в залежності від завантаження обчислювальної системи, але, при цьому, дозволяють опосередковано оцінити трудомісткість алгоритмів, що застосовуються у моделюванні.

Висновки

У роботі для відомих тестових конфігурацій СЦЗ [4] проведено порівняльний аналіз двох методів визначення ймовірності помилки при передачі одного бінарного символу, що застосовуються в ІМ СЦЗ.

Для першої тестової конфігурації (із джерелами заводських сигналів) спостерігається тенденція до збільшення відносної похибки обчислень, обумовленої як кількістю «заводських» джерел, так і кількістю дискретних значень, що може приймати модулюючий сигнал у фазовій маніпуляції. Отримані результати замірів часу (рис. 2, 4) показують, що для першої тестової конфігурації застосування методу статистичних випробувань унеможливило побудову систем керування реального часу, в той же час, обчислення за наближеними методами дає досить велику похибку результатів (10...40 % і більше, та значно залежить від обраного типу фазової маніпуляції, рис. 3), що також не може бути прийнятним.

Для другої тестової конфігурації (зі всіма джерелами корисних сигналів) відносна похибка обчислень становить 2 – 3 відсотки (рис. 6), що дозволяє застосовувати метод гаусової апроксимації замість методу статистичних випробувань, при цьому вигреш у часі обчислень становить до 400...500 разів.

Перспективи подальших досліджень. 1. Удосконалення існуючих алгоритмів побудови регіональних інформаційних карт за рахунок впровадження паралельних (або багатопоточних) алгоритмів. 2. Розробка комбінованих методів та алгоритмів ІМ ймовірності помилки для випадку змішаної конфігу-

рації СЦЗ, що містить корисні та завадові джерела у довільних співвідношеннях.

Список літератури

1. Moral G. Satellite communications systems. Systems. Techniques and Technology / G. Moral, M. Bousquet. - John Wiley & Sons Ltd, 2009. - 713 p.
2. Digital Satellite Communication / G. Gorza (Ed). - Springer, 2007. - 535 p.
3. Кантор Л.Я. Спутниковая связь и проблемы геостационарной орбиты / Л.Я. Кантор, В.В. Тимофеев. - М.: Радио и связь, 1988. - 168 с.
4. Мазманишвили А.С. Визуализация информационных характеристик электромагнитной обстановки в спутниковой системе связи / А.С. Мазманишвили, О.Я. Никонов // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. - Суми, 2008. - № 4, — С. 30-37.
5. Курманов А.С. Анализ электромагнитной совместимости в цифровых системах спутниковой связи с помощью информационных вероятностных карт / А.С. Курманов, А.С. Мазманишвили // Электромагнитные явления. - 1998. - Т.1, № 3. - С. 363-372.
6. Mraz A. General Performance Analysis of M-PSK and M-QAM Wireless Communications Applied to OFDMA Interference / A. Mraz, L. Pap // Proc. of IEEE Wireless Telecommunications Symp. (WTS), 2010. - Tampa, FL, 2010. - P. 1-7.
7. Jerushim M. Simulation of Communication System. Modeling, Methodology, and Technics / M. Jerushim, P. Balaban, K. Sam Shanmugan. - Kluwer Academic Publisher. - 2000. - 907p.
8. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами / [М. Абрамовиц и др]; под ред. М. Абрамовица и И. Стиган. - М.: Наука, 1979. - 830 с.
9. Мнушка О.В. Програмне забезпечення моделювання ймовірності помилки в цифрових системах зв'язку / О.В. Мнушка, О.Я. Ніконов, В.М. Савченко // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікації та приладобудування (СПРТП-2011): матеріали V міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 19-21 травня 2011 р. - Вінниця : ВНТУ, 2011. - С. 177-178.

Надійшла до редколегії 26.07.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Д. Сахацький, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ

О.Я. Никонов, О.В. Мнушка, В.Н. Савченко, В.В. Нарожный

Проведен сравнительный анализ имитационного моделирования (ИМ) вероятности ошибки при передаче информации в системах цифровой связи (СЦЗ) методами статистических испытаний и методом гауссовой аппроксимации. Получены региональные информационные карты для тестовых конфигураций СЦЗ с источниками полезных и мешающих BPSK-, QPSK-, 8-PSK-и 16-PSK-сигналов. Показано влияние параметра M (количества дискретных значений) фазовой манипуляции на относительную ошибку вычислений по методу гауссовой аппроксимации относительно метода статистических испытаний.

Ключевые слова: система цифровой связи, вероятность ошибки, фазовая манипуляция, информационная карта, имитационное моделирование.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SIMULATION METHODS OF THE ERRORS PROBABILITY IN THE TRANSMISSION OF INFORMATION IN DIGITAL COMMUNICATION SYSTEMS

O.Ya. Nikonov, O.V. Mnushka, V.M. Savchenko, V.V. Narozhny

A comparative analysis of simulation methods of the errors probability in the information's transmission in digital communication systems by Monte Carlo method and by method of Gaussian approximation has been performed. Regional information maps for test configurations with sources of useful and interfering BPSK-, QPSK-, 8-PSK- and 16-PSK-signals have been obtained. The effect of parameter M (the number of discrete values) phase shift keying in a relative error of calculations by the method of Gaussian approximation on the Monte Carlo method has been obtained.

Keywords: digital communication system, error probability, phase shift keying, information map, simulation.

З М І С Т

НАВІГАЦІЯ

Носовський А.М., Баранов Г.Л., Киркач К.В., Васько С.М. Аналітичний опис траєкторій ділянок руху об'єктів водного транспорту за результатами реєстрації прийомоіндикаторами глобальних навігаційних супутникових систем	2
Кондратюк В.М. Усовершенствованный метод сглаживания дифференциальных кинематических кодовых ГНСС-наблюдений	8
Кондрашов Я.В., Фиалкина Т.С., Хоменко Д.С. Аппаратурно-алгоритмическая структура многопозиционной радиолокационной навигационно-посадочной азросистемы	14
Тихонов І.В. Оцінювання ефективності етапів операційного плану під час руху суден в районах з обмеженими габаритами	19
Кацаєв І.О., Пугачов Р.В., Дяченко Д.В. Шляхи удосконалення системи навігаційного забезпечення Збройних Сил України	22
Ткаченко А.А., Резников Ю.В., Дейнеко В.П. Исследование возможных путей создания и функционирования мобильных радионавигационных дифференциальных подсистем	25
Фриз С.П., Петрожалко В.В. Аналіз процесу планування космічного знімання як багатокритеріальної задачі прийняття рішень	29

РАДІОЛОКАЦІЯ І РАДІОТЕХНІКА

Барсов В.І., Антоненко П.С. Експериментальні дослідження пристрою захисту приймальних трактів радіотехнічних систем з використанням джерел попередньої іонізації середовища в хвилеводному тракті	34
Камалтіннов Г.Г., Колеснік О.М., Дончак Д.А. Методичний підхід до оцінки технічного стану радіолокаційної системи Збройних Сил України	37
Корнієнко Л.Г. Спрямовані характеристики антенних решіток ортогональних вібраторів з випадковим фазовим розподілом	42
Левандний Ю.В., Петрушенко Н.Н. Интерференционная структура поля миллиметровых радиоволн в прибрежной зоне	46
Печенин В.В., Войтенко О.В. Статистический синтез оптимальных параметров слеящего фильтра с принудительной перестройкой и синхронизацией управляемого генератора	52

ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Авраменко В.П., Парамонов А.К., Чибирев А.Д. Методы улучшения растровых изображений	57
Баранник В.В., Колтун Ю.Н. Метод динамического компактного представления видеоданных	60
Galabov Krasimir. Application of the NI LabVIEW Vision Assistant for recognizing of digital image in the verification and calibration of measuring instruments	65
Герасимов С.В., Петрукович Д.Є., Подорожняк А.О. Методика визначення оптимальної номенклатури вимірювальних приладів в складі інформаційно-вимірювальних комплексів автомобільної техніки	68
Коломійцев О.В., Кулшов О.В., Клівець С.І., Петренко О.С. Адаптована структура приймально-передавальної частки вимірювальних каналів для синтезу лазерної вимірювальної системи з частотно-часовим методом	73
Кононов Б.Т., Ручка А.Е. Уравнивание частот при синхронизации синхронных генераторов	77
Лантсв В.О., Уварова Т.В., Степанов М.М. Метод поланкової інтерполяції рельєфу місцевості для відновлення його в геоінформаційних системах	81
Морозов А.А., Тышко С.А. Корректировка интервала измерительного контроля параметров при метрологическом обеспечении технических систем	84
Приходько В.М., Баранцев А.Ю., Ільїн С.В. Пошук та відображення інформації на растрових зображеннях документів	87
Рачинский А.П., Ломоносов С.Е., Черный А.Н., Колезнюк И.В. Разработка метода повышения качества наведения антенн перспективных радиотехнических систем управления космическими аппаратами	91
Рудницкий В.Н., Мельник О.Г., Куницкая С.Ю., Мельник Р.П. Синтез и анализ математических моделей сумматоров	97
Смеляков К.С. Показатели и критерии качества сегментации изображений объектов нерегулярного вида	100
Сосков А.Н., Галькевич А.А. Анализ существующих типов датчиков для распознавания отпечатков пальцев	105
Стасев Ю.В., Кузнецов А.А., Смирнов А.А. Использование сложных дискретных сигналов для стеганографической защиты информации	110
Тимочко А.И. Объектно-ориентированный подход для реализации задачи отображения наземной обстановки в специализированной АСУ	115
Трублин О.А., Дуденко С.В., Алексеев С.В., Ткачук С.С. Характеристики джерел світла та об'єктів сцен для систем візуалізації тренажерних комплексів	118
Харченко В.С., Замирець Н.В., Засуха С.А. Оперативная верификация и коррекция программного обеспечения ИУС космических систем. Критичность функций и этапы верификации	124
Шульга О.В., Нелюба Д.М., Данник О.І. Застосування фільтра Калмана в задачі оцінки вектору стану математичної моделі автомобіля	131

ОРГАНІЗАЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ

Адаменко А.А. Метод формалізації негативних та різнознакових взаємозв'язків між факторами воєнного конфлікту	135
Бескоровайный В.В., Имангулова З.А., Ульянова О.С., Сердаков Н.М. Оптимизация размещения информационных ресурсов распределенных баз данных для CALS-технологий	139
Бескоровайный В.В., Соболева Е.В. Исследование эффективности критериев обобщенной полезности для задач многокритериального оценивания	145

Данько Н.И., Лещенко Е.В. Концептуальная модель системы компьютеризированного адаптивного управления конкурентоспособностью предприятия	152
Жарик О.М., Ткачов В.В., Коваль В.В., Тюрін В.В. Метод формування початкових даних для прогнозування дій засобів повітряного нападу	157
Олуремі Аёкунле Фашаде. Модель управления финансовыми потоками проектов и программ	162
Соболь О.М. Оцінка оптимальності організаційних структур загонів, органів управління і підрозділів МНС України	165
Тупкало С.В., Тупкало В.Н. Методика формирования системы сбалансированных показателей оценки эффективности управления предприятием	169
Филоненко А.М., Прокопенко В.А., Хавина И.П., Бречко В.А. Разработка универсального пользовательского элемента управления для отображения в реальном времени графиков изменения котировок финансовых рынков в системе WPF	176
Илюшко В.М., Данишина С.Ю., Максименко А.А. Обобщенная методика прогнозирования спроса на запасные части при адаптации процессов управления материальными потоками для сервисных проектов	179
Шостак И.В., Стрельчук Е.А. Модель анализа и контроля компетентности сотрудников высокотехнологических предприятий и метод анализа уровней компетенций в дискретном времени	185
ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ	
Авдеева А.В., Лысенко И.В. Модели диверсного поточного криптопреобразования данных	189
Дуравкин Е.В., Копытова Е.А. Метод управления мультисервисными сетями на базе технологии wbei	192
Есин В.И. Определение показателей для оценки качества баз данных	197
Крюкова Г.В. Дослідження структури інформаційної системи	202
Курочкин Е.В., Горбенко А.В. Аналитический обзор функциональных возможностей программных средств проектирования компьютерных сетей	204
Кучук Г.А., Мохаммад А.С., Коваленко А.А. Метод уменьшения времени передачи данных в беспроводной сети	209
Ленишина Ю.М. Модель системи обслуговування замовлень з доказовим рівнем стійкості механізмів захисту від загроз приватності та неспростовності джерела	213
Осипов А.А., Бохан К.А. Использование высокопроизводительных кластерных систем в различных отраслях науки	225
ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	
Безкровний Д.В. Удосконалення методики ідентифікації повітряних суден, які можуть використовуватись для здійснення терористичних актів в повітряному просторі України	231
Гецович Е.М., Rogozin И.В., Кириченко В.В. Оценка безотказности участка пневматического привода тормозной системы средства подвижности при возникновении внезапного эксплуатационного отказа	233
Ляшенко І.О. Пропозиції щодо складу та структури системи підтримки прийняття рішення щодо ідентифікації повітряних суден – загроз застосування терористичних атак	238
Смирнов Е.Б., Тристан А.В., Чернавина О.Е. Описание модели движения групп незаконных вооруженных формирований при принятии решения на ведение воздушной разведки в горно-лесистой местности	241
Яковлев М.Ю., Некрасов І.Б. Спосіб підвищення екологічної безпеки потенційно небезпечних об'єктів на основі підтримання метрологічної надійності систем спостереження і сповіщення	246
ЗВ'ЯЗОК	
Громико І.О., Кільмаєв С.Ю. Виявлення факту безконтактного підключення індуктивних датчиків	249
Іохов О.Ю., Кузьмич І.В., Северінов О.В. Визначення можливих шляхів побудови системи мобільного радіозв'язку внутрішніх військ МВС України	254
Козубцов І.М., Лаврут Т.В. Математичний апарат інтервалу системи збору даних для прогнозування погоди на базі мережі стільникового зв'язку	258
Кузніченко В.С., Писарёнок Г.Г., Рассомахин С.Г. Определение списка рабочих частот OFDM сигналов в системах автоматического радиомониторинга при известном числе их классов	262
Ніконов О.Я., Мнушка О.В., Савченко В.М., Нарожний В.В. Порівняльний аналіз методів імітаційного моделювання ймовірності помилки при передачі інформації в системах цифрового зв'язку	266
ХРОНІКА ТА ІНФОРМАЦІЯ	271
НАШІ АВТОРИ	272
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	275

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 3 (19)

Відповідальний за випуск *Г.А. Кучук*

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 12154-1038Р від 28.12.2006 р.

Комп'ютерна верстка: *В.В. Кірвас, І.А. Лебедєва*

Оформлення обкладинки: *І.В. Ільїна*

Техн. редактор <i>В.В. Кірвас</i>		Коректор <i>В.В. Богомаз</i>	
Підписано до друку 31.08.2011	Формат 60×84/8	Папір офсетний	
Гарнітура «Times New Roman»	Друк – різнограф	Ум.-друк. арк. – 34,75	Обл.-вид. арк. – 34,4
Ціна договірна	Наклад 180 прим.	Зам. 831-11	

Адреса редакції: Україна, 03150, Київ, вул. Фрунзе, 160/20, тел. (044) 463-99-22
ДП "Центральний науково-дослідний інститут навігації та управління"

Віддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП «АЗАМАСВ В.Р.»

Свідоцтво про державну реєстрацію В02 № 229278 від 25.11.1998 р.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції – серія ХК № 135 від 23.02.05 р.
м. Харків, вул. Познанська, 6, к. 84, тел. 8 (057)362-01-52