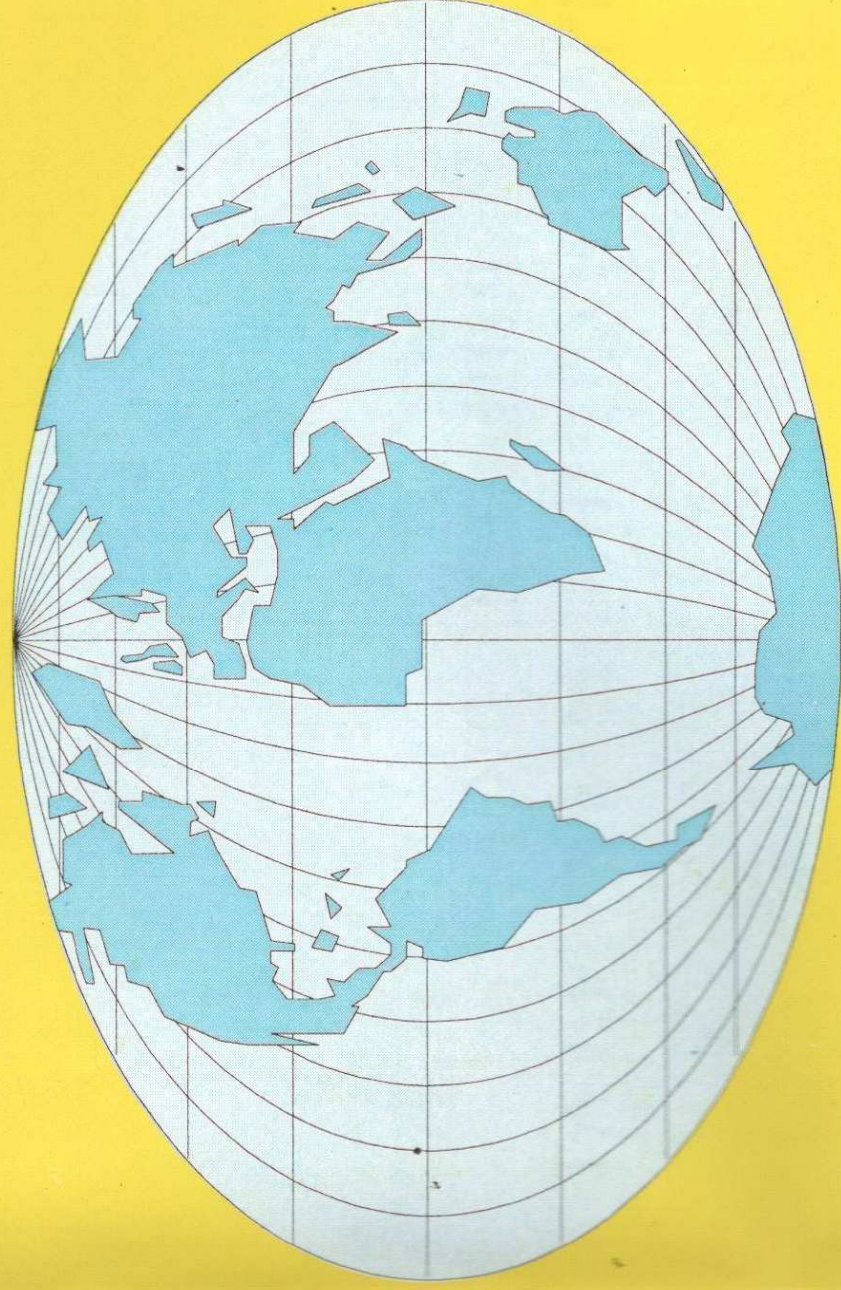


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ**



**МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВИПУСК 61

КИЇВ - 2011

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕНЕРГЕТИЦІ
ім. Г.С.Пухова

МОДЕЛЮВАННЯ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ВИПУСК 61

КИЇВ - 2011

Відображено основні аспекти моделювання складних технічних систем та нових інформаційних технологій: теоретичні питання аналізу та синтезу, математичне забезпечення, алгоритми розв'язку задач моделювання, побудова баз даних, систем штучного інтелекту, обчислювальних мереж та розробка моделей для дослідження надійності технічних систем, розробка програмного забезпечення, моделі діагностики.

Для наукових та інженерно-технічних працівників, студентів, які займаються питаннями проектування складних систем.

Отражены основные аспекты моделирования сложных технических систем и новых информационных технологий: теоретические вопросы анализа и синтеза, математическое обеспечение, алгоритмы решения задач моделирования, построение баз данных, систем искусственного интеллекта, вычислительных сетей и разработка моделей для исследования надежности технических систем, разработка программного обеспечения, модели диагностики.

Для научных и инженерно-технических работников, студентов, занимающихся вопросами проектирования сложных систем.

Редакційна колегія

В.Ф.Свдочимов, член-кореспондент НАН України (головний редактор),
В.М.Білецький, доктор технічних наук, професор,
Б.В.Дурняк, доктор технічних наук, професор,
О.А.Машиков, доктор технічних наук, професор,
В.Я.Кондраценко, доктор технічних наук, професор,
Ю.М.Коростіль, доктор технічних наук, професор (заст. головного редактора),
А.М.Давиденко, кандидат технічних наук,
В.В.Мохор, доктор технічних наук,
О.В.Тимченко, доктор технічних наук, професор,
С.Д.Вишичук, доктор технічних наук,
О.А.Чемерис, кандидат технічних наук.

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
 № 7014 від 27.02.2003 р.*

*Затверджено до друку Вченою радою
 Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України
 ім. Г.Є.Пухова*

© Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова
 НАН України, 2011

М.В. Коробчинський

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Научно-технический прогресс, особенно в области компьютерных технологий, обеспечивает быстрое развитие техники и расширение ее возможностей. Однако подавляющее большинство современных технических систем остаются ориентированными на человека, как ключевое звено в управлении этими системами. Это приводит к развитию неразрешимых противоречий, требующих полного пересмотра всей идеологии создания подобных систем и переосмысления роли человека в них. Особенно остро эти противоречия проявляются в тех человеко-машинных системах, в которых человек выполняет функцию управления в экстремальных условиях, на пределе своих физиологических возможностей. Свидетельством развития таких противоречий является замедление прироста показателей эффективности вновь создаваемых человеко-машинных систем, несмотря на увеличение усилий по их совершенствованию. Характерным примером является современная авиация, в которой научно-технический прогресс за последние десятилетия так и не привел к существенному повышению ее эффективности и снижению уровня аварийности.

Выходом из такой ситуации является переход к применению систем, в которых негативное влияние человеческого фактора было бы сведено к минимуму.

Такими являются беспилотные авиационные системы (БАС). Они позволяют решать различные задачи в условиях, в которых применение пилотируемой авиации нецелесообразно. Благодаря своей относительно низкой стоимости, простоте и доступности технологии, БАС приобретают все большую популярность в государственных структурах различных государств. Однако, несмотря на огромное количество образцов БАС и очевидный прогресс в их развитии, существует определенная трудность в их классификации, особенно по степени автономности и независимости при выполнении задачи. Современная существующая классификация и терминология, к сожалению, уже не отражают действительное положение вещей и привносят некоторую путаницу в понятиях. В связи с этим, в рамках данной работы будем использовать следующую терминологию.

Беспилотная авиационная система (БАС) - комплексная авиационная система, включающая летательный аппарат без экипажа, средства наземного обеспечения, подготовки и применения в соответствии с назначением летательного аппарата.

Беспилотный летательный аппарат БПЛА (американский термин: Unmanned aerial vehicle-UAV) - летательный аппарат, реализующий свое
 © М.В. Коробчинський

М.В. Коробчинський. Аналіз напрямлений розвитку дистанційно управляємых летательных апаратів.....	3
Ю.Р. Валькман, А.Е. Бабенко. E-tutoring в обучении иностранному языку русскоязычной аудитории.....	12
О.Ю. Дембовский. Генерирование обобщенных сценариев развития города: множество решений по вариантам будущего использования территорий.....	18
Р.О. Пецков. Аналіз існуючих методів обчислення інформаційно-вимірjuвальними системами витрат електричної енергії на транспорті.....	28
В.В. Душеба, А.А. Сигарев. К вопросу об оптимизации топологии кластерных вычислительных систем.....	32
О.В. Мацюк, О.Б. Назаревич, Л.М. Щербак. Статистичний аналіз динаміки газоспоживання міста.....	37
О.В. Дергунов, Ю.В. Куц, Л.М. Щербак. Застосування методу Гільберта-Хуанга в аналізі динаміки електроспоживання організації..	45
Ю.В. Куц, С.В. Шенгур, Л.М. Щербак. Дослідження симетричності законів розподілу за малих обсягів вибірки даних спостереження.....	51
А.Ф. Верлань, И.О. Горошко. Построение интегральных динамических моделей датчика лучистого теплового потока по данным эксперимента.....	56
О.Ю.-Ю. Коростіль, Б.В. Дурняк, В.І. Сабат. Методи формування інформаційних потоків та їх модифікація.....	61
С.Я. Гильгурт, Ю.М. Коростиль, Б.В. Дурняк, Ю.Ю. Білак. Аналіз реализации множественного распознавания строк на реконфигурируемых устройствах.....	71
А.О. Панченко, М.М. Панченко, О.Ю.-Ю. Афанасьева. Отримання тонких плівок нітриду алюмінію, срібла та титану та дослідження їх оптичних властивостей.....	77
А.В. Яцишин. Метод визначення актуальних задач екологічного моніторингу приземного шару атмосфери.....	82
С. М. Головань. Методологія формування знань та її основні етапи....	90

В.И. Литвиненко, А.А. Дидык, А. А. Фелелов. Программная реализация модифицированных искусственных иммунных систем для решения задач классификации и прогнозирования.....	96
A. Korostil, Y. Korostil. On theory of current-induced spin torques	104
В.В. Турупалов, Л.О. Шебанова, Н.В. Червинська, І.В. Молоковський. Метод удосконалення структури транспортної мережі за рахунок підвищення якості її функціонування.....	114
В.М. Теслюк, А.І. Пукач, А.Я. Зеліпський, М.С. Перейма. Інформаційні моделі для системи аналізу та синтезу мікроелектромеханічних систем.....	119
Ю.І. Шаповалов, Н.І. Мельник. Застосування частотного символного методу до аналізу кіл з декількома параметричними елементами.....	124
Р.А. Бунь, П.І. Топилко. Моделювання процесів емісії парникових газів у житловому секторі м. Кам'янець-Подільський.....	139
Г. В. Микитин. Системний аналіз та концептуальна модель прогнозування природно-техногенного впливу на водну екосистему..	145
Т.І. Олешко. Математичне прогнозне моделювання економічного розвитку держави.....	157
Л.С. Сікора, А.І. Груник, Н.Р. Друк. Моделі ідентифікації режимів вібрації зв'язаних агрегатів енергоблоку лазерною діагностикою.....	164
А.М. Богданов, В.В. Мохор. Особенности моделей современных войн и конфликтов.....	168
Л.С. Сікора, Б.Л. Якимчук, Л.Ю. Якимчук, Р.Р. Таланчук. Інформаційні та когнітивні моделі формування поля уваги для відображення ситуацій і їх змісту в уяві оператора енергоблоку.....	181
Я.О. Меденець, О.В. Тимченко. Дослідження структурної складності методів кластеризації.....	192
Я. В. Ковівчак. Умови інваріантного перетворення векторного та скалярного потенціалів до основних векторів електромагнітного поля.....	198
О.А. Машков, В.Р. Косенко. Задача синтезу оновлюючого керування при побудові функціонально-стійких бортових інформаційно-керуючих комплексів.....	202

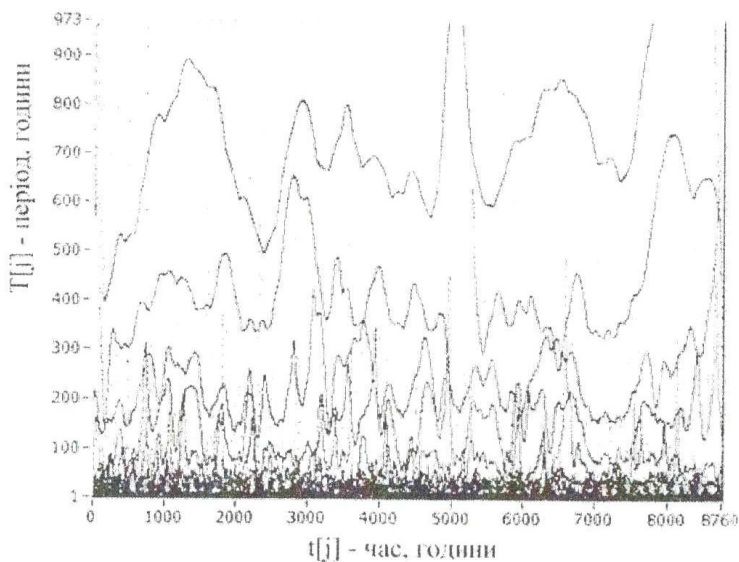


Рис. 5. Гільберт спектр часового ряду $P[j]$

На рис.6 представлена збільшена область в околі періоду в 24 години.

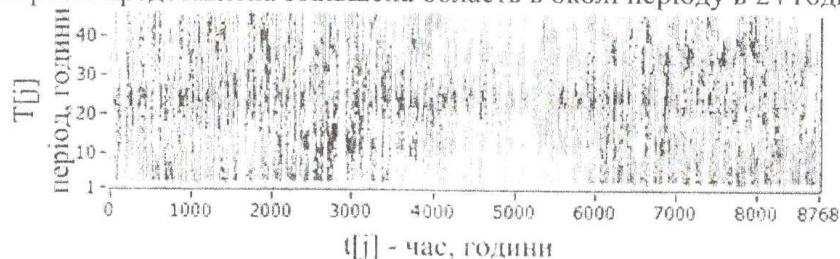


Рис. 6. Збільшена ділянка спектру в околі періоду 24 години.

Як бачимо основні амплітуди зосереджені на періодах в 24 та в 12 годин. Наявні амплітудні та частотні модуляції, що можна обґрунтувати сильною залежністю процесу електроспоживання від часу, пори року, особливостей роботи організації.

Використовуючи дані отримані на етапі декомпозиції можна побудувати модель електроспоживання організації, за допомогою якої можна прогнозувати витрати.

Висновки.

Розглянутий метод є потужним засобом в аналізі часових рядів. Його переваги полягають у адаптивності базису розкладання, легкій інтерпретації результатів та чіткій прив'язці до фізичного підґрунтя досліджуваного процесу.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі NI LabView для реалізації запропонованих методик. Використання середовища NI LabView дозволяють легку інтеграцію із апаратними засобами збору даних, що підвищує

цінність програмного забезпечення та створює можливість роботи такої системи в повністю автоматичному режимі.

1. Norden E. Huang. Hilbert-Huang transform and its Applications// World Scientific Publishing Co. Pte.Ltd, 2005 – 324p.
2. Dergunov O.V., Trots V.M., Kuts Y.V., Shcherbak L.M. Empirical mode decomposition in signal analysis [“Aviation in the XXI-st century 2010”], (Kyiv, 21-23 September 2010) [et al.]. – K.: NAU, 2010. – P. 12.21-12.26.
3. Patrick Flandrin. On Empirical mode decomposition and its algorithms// IEEE-URASIP Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing NSIP-03, Grado (I), 2003
4. Куц Ю.В. Статистична фазометрія./ Куц Ю.В., Щербак Л.М. – В.:Тернопіль, 2009, – 383 с
5. Держунов О.В. Застосування кругового середнього в задачах фільтрації фазових характеристик модульованих гармонічних сигналів./ Держунов О.В., Куц Ю.В., Троць Н.М. – К: Вісник інженерної академії України №3-4, 2010

Поступила 27.10.2011р.

УДК 519.254:004.942

Ю.В. Куц, С.В. Шенгур, Л.М. Щербак

ДОСЛІДЖЕННЯ СИМЕТРИЧНОСТІ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ ЗА МАЛИХ ОБСЯГІВ ВИБІРКИ ДАНИХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Наведено результати дослідження залежності коефіцієнта асиметрії емпіричних законів розподілу даних спостережень випадкових величин з теоретичними симетричними розподілами ймовірності від обсягу вибірки.

Вступ

У задачах статистичного аналізу даних вимірювання, за умови недостатньої апріорної інформації про розподіл ймовірності досліджуваної випадкової величини (ВВ) або неможливості його визначення за обмеженого обсягу вибірки в більшості практичних випадків обґрунтують гауссівський розподіл ймовірності ВВ [1].

Статистична гіпотеза про симетричність законів розподілу похибок вимірювання покладена і в основу визначення довірчих інтервалів результатів вимірювання. За загально визначеною методикою [2] межі довірчого інтервалу визначаються через середнє квадратичне відхилення результатів вимірювання та коефіцієнт Стьюдента для заданої довірчої ймовірності та степені свободи. Однак, такий підхід не завжди узгоджується з результатами статистичної обробки даних за малих обсягів вибірки. Проведені статистичні дослідження показали, що емпіричні розподіли результатів вимірювань, особливо при їх

зменшеному обсягу, мають певний коефіцієнт асиметрії. Така задача потребує додаткового дослідження і аналізу.

Метою статті є дослідження властивостей емпіричних розподілів даних спостережень з малим обсягом вибірок з різними теоретичними законами розподілу.

Постановка задачі

Досліджується вибірка $X = \{x_1, \dots, x_j, \dots, x_J\}$, $x_i \in (-\infty; \infty)$ як сукупність реалізацій випадкової величини $\xi(\omega)$, $\omega \in \Omega$. Обсяг досліджуваних вибірок вибирається у межах $5 \leq J \leq 100$.

Необхідно визначити залежність коефіцієнта асиметрії, або просто асиметрії, емпіричних даних від обсягу вибірки J . В якості симетричних розподілів використати наступні розподіли – гауссівський, Лапласа, Стюдента, Коші та бета-розподіл.

Вирішення поставленої задачі

Значення асиметрії емпіричних розподілів визначаються коефіцієнтом асиметрії:

$$Sk = \hat{\mu}_3 / s^3, \quad (1)$$

де $\hat{\mu}_3$ – третій початковий вибірковий момент ВВ, s – оцінка середнього квадратичного відхилення ВВ. Будемо розглядати статистичну оцінку асиметрії, яка визначається згідно формули (1), як функцію від обсягу вибірки, тобто $Sk(J)$.

Поставлена задача вирішується шляхом комп'ютерного моделювання за наступною методикою:

1. Отримання генеральної вибірки ВВ обсягом $J_{Г} = 100000$ з заданим симетричним розподілом ймовірності.
2. Перевірка асиметрії для генеральної вибірки.
3. Формування вибірки малого обсягу з генеральної для $J = 5 \div 100$ значень.
4. Обчислення усередненого абсолютного значення асиметрії для вибірки малого обсягу $|\overline{Sk}|$ за результатами 1000 експериментів.
5. Побудова графіку зміни $|\overline{Sk(J)}|$.

Генеральна вибірка формувалась методом оберненої функції. Його суть полягає в тому, що неперервну випадкову величину $\xi(\omega)$ з функцією розподілу ймовірностей $F(x)$, яка задана на інтервалі $x \in (-\infty, \infty)$ визначають функціональним перетворенням виду

$$\xi(\omega) = F^{-1}(\eta(\omega)) \quad (2)$$

іншої випадкової величини $\eta(\omega)$, яка має рівномірний розподіл ймовірності в області значень $\eta(\omega) \in [0, 1]$. В формулі (2) позначено $F^{-1}(\cdot)$ – обернена $F(\cdot)$

функція. Вважається, що $F^{-1}(\cdot)$ існує.

З отриманої генеральної сукупності шляхом випадкового вибору значень з поверненням формувалась вибірка малого обсягу $J = 5 \dots 100$. Вибірка здійснювалась шляхом формування псевдовипадкових номерів елементів вибірки у відповідності до $x_J = [u_J J_{Ген} + 1]$, де $u_1, \dots, u_{J_{Ген}}$ – множина псевдовипадкових чисел з рівномірним розподілом ймовірності в інтервалі значень $[0, 1]$.

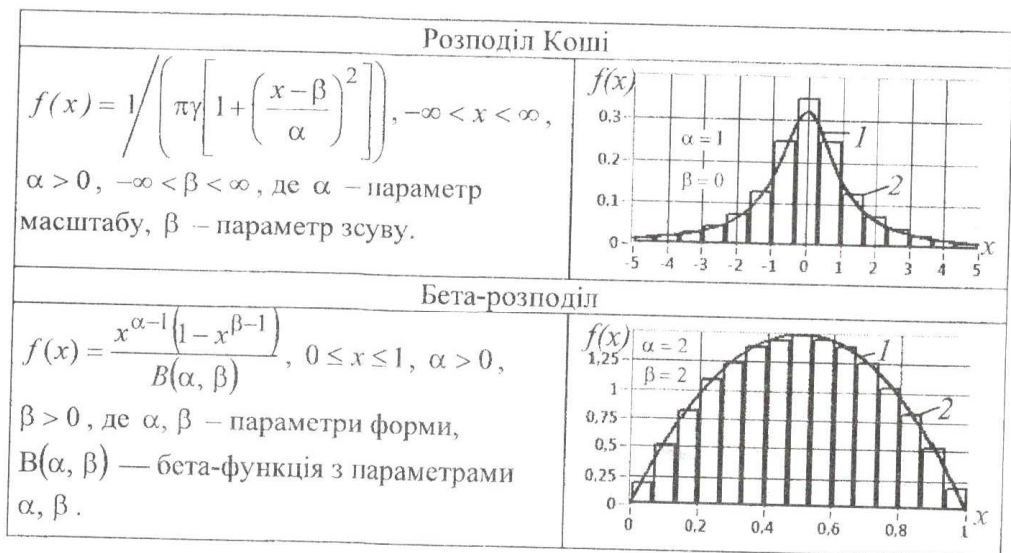
Для кожного обсягу J виконувалось 1000 експериментів, за результатами яких проводилось обчислення Sk та усереднення його абсолютного значення.

Результати моделювання

У відповідності до поставленої задачі формування генеральних вибірок виконувалось для п'яти обраних типів розподілів ймовірності ВВ, основні характеристики яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Функція щільності ймовірності закону розподілу та значення її параметрів	Графічне зображення
Гауссівський розподіл	
$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty,$ <p>де μ – параметр розташування, σ – параметр масштабу.</p>	
t розподіл Стюдента	
$f(x) = \frac{\{\Gamma[(\nu+1)/2]\} [1 + (x^2/\nu)]^{-(\nu+1)/2}}{\sqrt{(\pi\nu)} \Gamma(\nu/2)},$ <p>$-\infty < x < \infty$, де ν – параметр форми. Γ — гамма-функція.</p>	
Розподіл Лапласа	
$f(x) = \frac{\alpha}{2} e^{-\alpha x-\beta }, \quad -\infty < x < \infty, \quad \alpha > 0,$ <p>$-\infty < \beta < \infty$, де α – параметр масштабу, β – параметр зсуву.</p>	



В цій таблиці, крім того, представлені графіки функцій щільності розподілу ймовірності (крива 1) та гістограми, отримані для змодельованих генеральних вибірок (крива 2).

Комп'ютерне моделювання виконувалось в середовищі LabView.

Для всіх розподілів перевірка коефіцієнту асиметрії для генеральної вибірки дорівнює 0 з точністю до $\pm 10^{-3}$, що свідчить про високий рівень симетрії розподілу генеральних вибірок.

Результати обчислення функції $|Sk(J)|$ для розглянутих розподілів зведені на рисунку 1.

Були проведені додаткові дослідження відношення середніх квадратичних відхилень результатів вимірювань зліва σ^- і справа σ^+ від їх найбільшого ймовірного значення. Для розглянутих щільностей ймовірності ВВ для $J < 35$ спостерігалось виконання нерівності $\frac{\sigma^-}{\sigma^+} < 0,9$. Це дозволяє

обґрунтувати застосування стандартних методик визначення довірчих інтервалів для $J < 35$. Для малих вибірок ($J < 35$) асиметрія емпіричних розподілів стає відчутною і збільшується зі зменшенням J . Тому в таких випадках доцільно визначати довірчий інтервал як несиметричний з окремим визначенням його лівої і правої межі.

Висновки

Проведені комп'ютерні експерименти з реалізаціями випадкових величин підтвердили, що асиметрія емпіричних розподілів суттєво залежить від обсягу вибірки, що повинно враховуватись під час визначення інтервальних оцінок результатів вимірювань.

Експериментально доведено, що для обсягів вибірки менше 35 значень можна застосовувати стандартні методики для визначення довірчих інтервалів результату вимірювання, який передбачають симетричний розподіл ймовірності похибки вимірювання. За обсягу вибірки менше 35 значень доцільно визначати межі довірчого інтервалу несиметрично відносно найбільш ймовірного значення, що відповідає експериментальним даним.

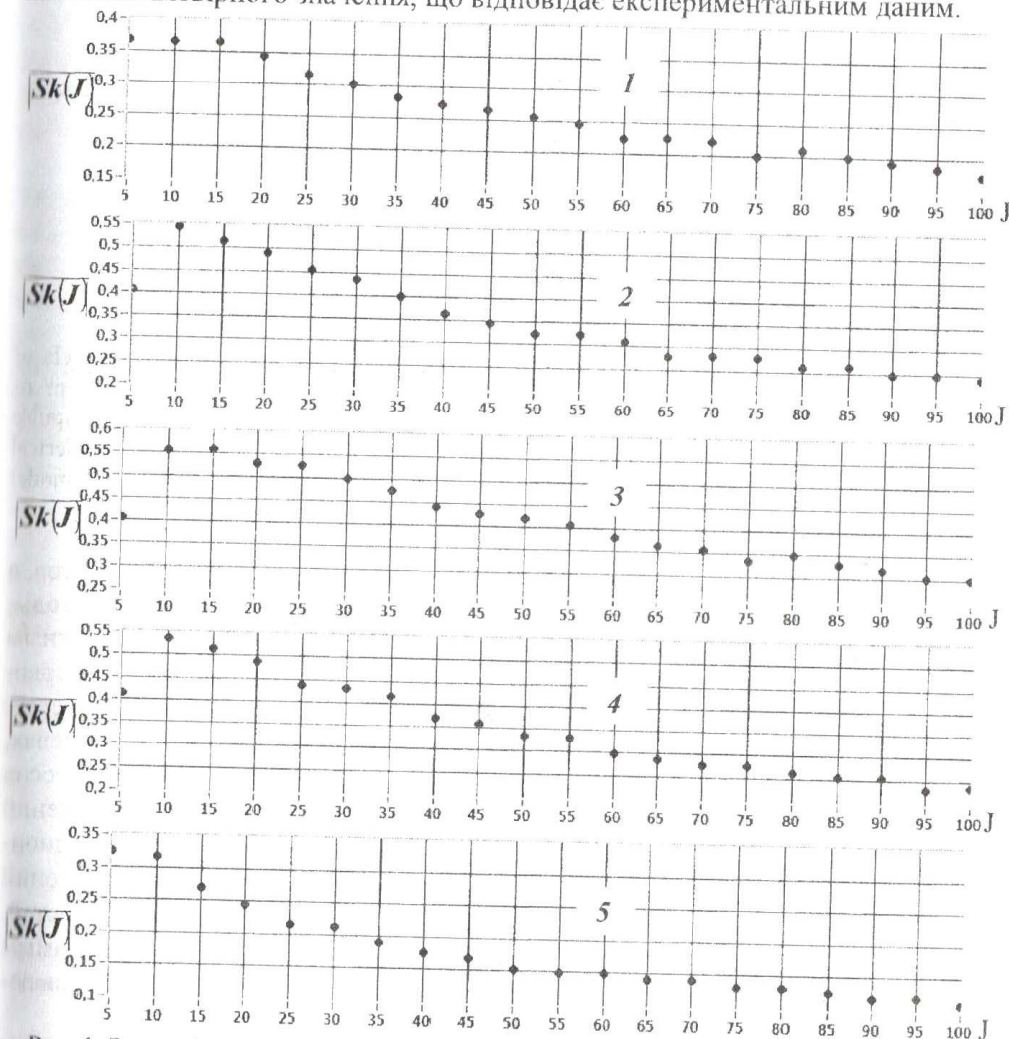


Рис. 1. Залежність усередненого абсолютного значення коефіцієнту асиметрії від обсягу вибірки для: 1 — гауссівського закону розподілу; 2 — t розподілу Стьюдента; 3 — розподілу Лапласа; 4 — розподілу Коші; 5 — бета-розподілу.

1. Володарський С.Т., Кошова Л.О. Статистична обробка даних: Навч. посібник. - К: НАУ. — 2008. — 308. с.
 2. Захаров И.П., Кукуш В.Д. Теория неопределенности в измерениях. Учебное пособие, 2002. — 256 с.

3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М. 1969 г. – 576 стр. с илл.
 4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

Поступила 31.10.2011 г.

УДК 519.6

А.Ф. Верлань, И.О. Горошко

ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДАТЧИКА ЛУЧИСТОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА

Abstract. In this article the problem of building integral dynamic models of radiative heat flux sensor by experimental data are considered. A new form of approximating function for step response, which leads to weakly singular impulse response function, is proposed. This makes necessary to use special numerical treatment when direct and inverse problems using heat flux sensor dynamical model based on Volterra integral operator representation are solved.

Введение. При экспериментальном исследовании тепловых процессов, а также при контроле и управлении, значительную роль играют методы основанные на измерении потоков теплового излучения. Особенно важным является определение радиационных тепловых потоков в случае высоко температурных процессов, происходящих в узлах и системах энергетического, металлургического и других видов оборудования (топках, печах, камерах сгорания и т.д.). При этом в случае быстропротекающих процессов одной из проблем является наличие существенных динамических искажений значений измеряемых лучевых потоков тепла, обусловленные инерционностью измерительных датчиков, и для повышения точности измерений требуется использовать методы компенсации динамических погрешностей основанные на теории решения обратных задач [1, 2, 4]. Необходимым условием для этого является наличие математических моделей, описывающих динамические искажения в датчиках тепловых потоков.

Построение математических моделей. Во многих случаях математические модели переходных процессов в датчиках являются линейными и эффективно формулируются в виде интегральных уравнений Вольтерра I рода, которые в случае стационарности (т.е. неизменяемой во времени измерительной системы имеет разностное ядро [2, 4]:

$$y(t) = \int_0^t K(t-s)x(s)ds. \quad (1)$$

ядро интегрального оператора $K(t)$ при этом представляет собой импульсную переходную функцию датчика (ИПФ). Модели данного вида позволяют решать как прямые задачи определения по известному входному воздействию $x(t)$ сигнала на выходе датчика $y(t)$, так и обратные задачи — восстановления неизвестного входного воздействия по наблюдаемому выходному сигналу. В общем случае обратные задачи являются некорректными, и при их решении необходимо использовать специальные методы регуляризации [1, 2]. Однако в случае уравнений Вольтерра I рода влияние некорректности часто оказывается незначительным, и для их решения могут не потребоваться классические методы регуляризации.

Импульсную переходную функцию датчика можно получить с достаточной точностью экспериментальным путем, регистрируя сигнал, получаемый при подаче на вход измерительной системы дельтаобразных импульсных воздействий, а затем производя его нормировку, либо при подаче ступенчатого воздействия — в последнем случае на выходе получается отклик, пропорциональный переходной функции, которую для получения ИПФ нужно продифференцировать по времени [1, 2, 4]. Существуют также не прямые (косвенные) методы определения импульсных динамических характеристик, основанные на идентификации динамических моделей по данным, получаемым при использовании входных воздействий, отличающихся от импульсных или ступенчатых. Решаемые при этом задачи во многом подобны задачам восстановления сигналов и в общем случае являются некорректными, что также требует для их решения применения методов регуляризации.

В настоящей работе рассматривается задача получения интегральных динамических моделей датчика теплового потока по имеющимся данным физического эксперимента, которые были получены при подаче на его вход датчика ступенчатого воздействия (табл. 1):

Таблица 1

№ п/п	t	$G(t)$	№ п/п	t	$G(t)$
1	0,00	0,00	15	1,50	0,41
2	0,01	0,06	16	1,70	0,44
3	0,20	0,13	17	1,90	0,46
4	0,30	0,18	18	2,20	0,50
5	0,40	0,19	19	2,60	0,54
6	0,50	0,23	20	3,00	0,57
7	0,60	0,26	21	3,40	0,61
8	0,70	0,28	22	3,80	0,63
9	0,80	0,29	23	4,20	0,66
10	0,90	0,32	24	5,60	0,73
11	1,00	0,34	25	8,60	0,83
12	1,10	0,35	26	13,6	0,91
13	1,20	0,36	27	19,6	0,94
14	1,30	0,38	28	39,6	0,98