

ИПМ ДВО РАН 1998, с. 59.

8. *Анисимов Н.А.* Композиционные методы разработки протоколов на основе сетей Петри : дис.доктора техн. наук : 05.13.11 / Анисимов Николай Александрович. – Владивосток, 1994. –337 с.
9. *Дубинин В.Н.* Языки логического программирования в проектировании вычислительных систем и сетей / В.Н. Дубинин, С.А. Зинкин. –Пенза: Издательство Пенз. гос. техн. ун-та. 1997. –100 с.
10. *Федотов И.Е.* Некоторые приемы параллельного программирования / Федотов И.Е. – М.: Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет), 2008. –188 с.
11. *Kok Mun Ng* Visual Microcontroller Programming Using Extended S-System Petri Nets/*Kok Mun Ng, Zainal Alam Haron*// WSEAS TRANSACTIONS on COMPUTERS – June 2010 Issue 6, Volume 9, ISSN: 1109-2750
12. *M.R. Frankowiak* Microcontroller-Based Process Monitoring Using Petri-Nets/*M.R. Frankowiak, R.I. Grosvenor, P.W. Prickett*// Hindawi Publishing Corporation EURASIP Journal on Embedded Systems Volume 2009, Article ID 282708,12pages
13. *Paulo Maciel* A Petri Net Model for Hardware/Software Codesign / Paulo Maciel, Edna Barros, Wolfgang Rosenstiel// Design Automation for Embedded Systems, 4, 243–310 1999 Kluwer Academic Publishers, Boston. Manufactured in The Netherlands.
14. *Wilfried Brauer* Carl Adam Petri and "PetriNets"// Wilfried Brauer , WolfgangReisig// Informatik-Spektrum, Vol. 29,Nr.5, pp 369-374, Springer-Verlag, 2006.
15. *Murata T.* Petri Nets: Properties, Analysis, and Applications" / T. Murata // Proceedings of the IEEE, Vol. 77. –№ 4. P.p. 541-580. 1989.
16. *Питерсон Дж.* Теория сетей Петри и моделирование систем / Питерсон Д. –М.: Мир, 1984. –264 с.
17. *Котов В.Е.* Сети Петри / В.Е. Котов. –М.: Наука, 1984. –160 с.

*Поступила 3.02.2014р.*

УДК 681.5 (045)

Є. А. Реуцький, Л. М. Щербак, м. Київ

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

**Abstract.** In this article discusses the issues of information providing monitoring metrological characteristics of the measuring system, to define its purpose and tasks. An example of the developed method for measuring shows the parameters of the system energy.

### Вступ

Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) є потужним вимірювальним інструментарієм розробки сучасних інформаційних технологій, відіграють

значну роль у технологічних процесах. Досягнення ефективного виробництва зумовлює зростання вимог до характеристик точності ІВС, що в свою чергу підвищує вагомість відповідного інформаційного забезпечення.

Традиційно однією з основних форм підтримки ІВС у метрологічно справному стані є їх періодичний контроль (перевірка або калібрування). Це зумовлює необхідність встановлення обґрунтованих термінів періодичної перевірки метрологічних характеристик (МХ) ІВС, які враховували б реальні умови експлуатації та їх специфіку. Таким, чином актуальною задачею є розробка інформаційного забезпечення моніторингу метрологічної надійності ІВС, зокрема МХ, під час експлуатації в часових інтервалах між задекларованими періодичними перевірками.

### **Аналіз досліджень і публікацій**

Проблемі дослідження метрологічних характеристик ІВС, їх ефективному метрологічному обслуговуванню приділяється велика увага вітчизняних та зарубіжних учених. У науковій статті [1] розглядаються актуальні питання метрологічної надійності засобів вимірювань, запропоновано впровадження бездемонтажного контролю їх МХ для підвищення достовірності промислових вимірювань. В монографіях [2, 7] у рамках побудови системи метрологічного обслуговування засобів вимірювань розглянуто питання метрологічної надійності. В публікаціях [3, 4, 8] розглянуто задачі та методи моніторингу метрологічної надійності на етапах життєвого циклу ІВС. В [5, 6] автори розробляють модель зміни МХ на етапі проектування ІВС та проводять моделювання МХ з урахуванням умов експлуатації ІВС. Незважаючи на зростаючу кількість досліджень, існує нагальна потреба в побудові інформаційного забезпечення моніторингу МХ ІВС, яке б враховувала зазначені вище особливості ІВС, дію дестабілізуючих факторів та було ефективним порівняно з існуючими підходами.

### **Постановка завдання**

Розробити інформаційне забезпечення моніторингу МХ ІВС з використанням результатів аналізу періодичних перевірок, прогнозування та діагностики метрологічних властивостей ІВС.

### **Особливості надійності ІВС**

Для того щоб ІВС відтворювали свої функції та алгоритми роботи з відповідною точністю, вони повинні бути надійними в експлуатації. Як відомо, при дослідженнях сучасних технічних систем в залежності від їх структури та призначення характерним є розгляд та визначення надійності базових компонентів системи, її програмної частини та інших, що мають вплив на функціонування. Особливістю ІВС є перетворення надійності функціонування в метрологічну, тобто надійність ІВС у межах збереження метрологічної справності, за якої МХ не перевищують нормовані границі. При цьому ключове значення набувають поступові відмови ІВС, які характеризуються монотонною зміною МХ і можуть бути виявлені під час їх моніторингу.

## Структура моніторингу

Під моніторингом ІВС у даній роботі будемо розуміти систему спостережень, оцінювання, контролю та керування об'єктом дослідження у зв'язку з дією дестабілізуючого фактора або групи факторів, які діють на неї під час функціонування (рис. 1).

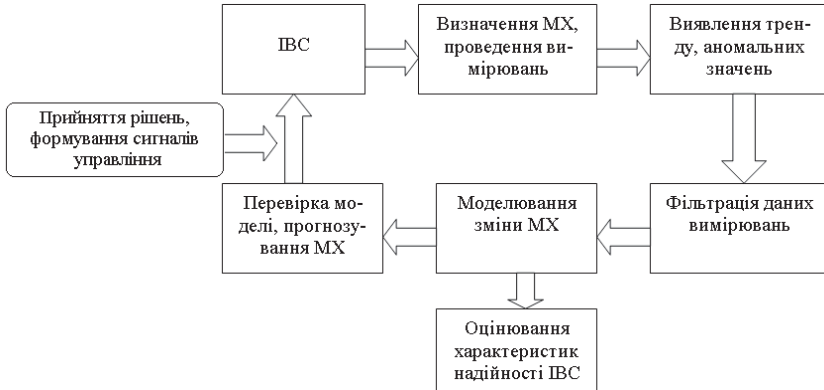


Рис. 1. Структура інформаційного забезпечення моніторингу МХ ІВС

## Блок вимірювань

Розглянемо для прикладу багатоканальну ІВС контролю характеристик енергоносіїв. Досліджуємо один з її вимірювальних каналів, що складається з наступних компонентів:

- Первинний вимірювальний перетворювач (ВП), який сприймає вимірювальну фізичну величину і перетворює її у вимірювальний сигнал, зручний для подальшого перетворення та передачі (рис. 2).

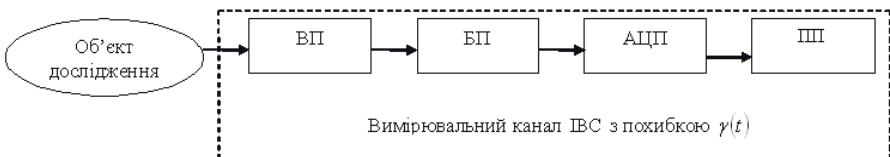


Рис. 2. Типова структура вимірювального каналу ІВС

- БП – блок попередньої обробки сигналу про фізичну величину, в якому виконуються операції (узгодження, підсилення, фільтрація) над сигналом із ВП з метою його доведення до рівня, необхідного для подальшого аналого-цифрового перетворення .

- Аналого-цифровий перетворювач (АЦП), який здійснює автоматичне перетворення величини аналогового сигналу в цифрове значення.

- Периферійні пристрої (ПП) – група технічних пристроїв і відповідних програм управління, які призначені для передачі вимірювальної інформації

між засобами вимірювань, обчислювальними, відліковими пристроями реєстрації.

Тоді шляхом визначення та внесення значень МХ вимірювального каналу в базу даних оцінюємо поточний стан ІВС, робимо прогнозування зміни МХ і при цьому визначаємо характеристики метрологічної надійності ІВС: ймовірність безвідмовної роботи, середній час напрацювання до метрологічної відмови, інтенсивність відмов.

### Алгоритм обробки даних вимірювань

Перед початком обробки результатів вимірювань необхідно провести первинну обробку, пов'язану з видаленням тренду, систематичних складових з досліджуваної вибірки.

Зобразимо графічно отримані результати вимірювань (рис. 3), спостерігаємо прогресуючу, лінійно зростаючу складову.

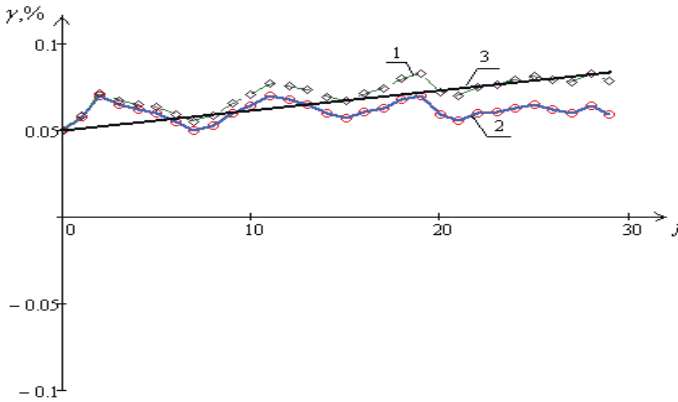


Рис. 3. Графічне представлення результатів вимірювань:

- 1 – досліджувана вибірка; 2 – вибірка після внесення поправки; 3 – апроксимуюча пряма

Модуль систематичної складової визначимо як

$$\alpha_j = \frac{\Delta}{n} j,$$

де  $\Delta$  – різниця між максимальним і мінімальним результати вимірювань;  $n$  – об'єм вибірки;  $j$  – порядковий номер вимірювання.

Округливши значення  $\alpha_j$  до тисячних, віднімемо її з результатів вимірювань

$$\gamma_B = \gamma_j - \alpha_j.$$

Отримавши нову вибірку результатів вимірювань, продовжуємо подальше статистичне оцінювання В якості основної моделі прогнозування використовуємо модель авторегресії проінтегрованого ковзного середнього (АРПКС):

$$\xi_t = -\sum_{k=1}^p a_k \xi_{t-k} + \sum_{k=0}^q b_k \zeta_{t-k}, t \in \mathbf{Z},$$

де  $a_k$  – коефіцієнти авторегресії  $k$ -го порядку,  $k = \overline{1, p}$ ;  $b_k$  – коефіцієнти ковзного середнього  $k$ -го порядку,  $k = \overline{0, q}$ ;  $\zeta_{t-k}$  – стаціонарний білий шум;  $\xi_{t-k}$  – значення характеристики у відповідні моменти часу.

Для моделі авторегресії 2 порядку, ковзного середнього 1 порядку, значення стандартного відхилення 0,005 та довірчої ймовірності 0,95 отримаємо наступне прогнозоване значення метрологічної характеристики.

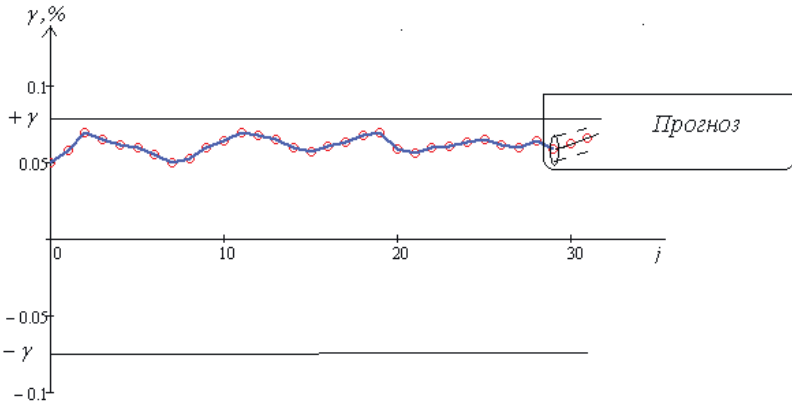


Рис. 4. Прогнозування значень метрологічної характеристики вимірювального каналу

## Висновки

В даній роботі було запропоновано і обґрунтовано інформаційне забезпечення моніторингу метрологічних характеристик ІВС, визначено його складові елементи, наведено приклад практичної реалізації в застосуванні контролю характеристик енергоносіїв. У подальшому перспективними є дослідження, пов'язані з інтелектуалізацією наведених алгоритмів моніторингу метрологічних характеристик, створенням програмної системи, яка їх реалізує та буде зручною для користування та метрологічного обслуговування у виробництві.

1. Микийчук М.М. Актуальні питання метрологічної надійності промислових ЗВТ // Методи та прилади контролю якості. – 2009. – №23. – С. 57 – 60.
2. Віткін Л.М., Ігнаткін В.У. Оцінювання й прогнозування метрологічної надійності засобів вимірювальної техніки. Х.: [б.в.], 2008. – 100 с.
3. Реуцький Є.А., Щербак Л.М. Задачі моніторингу метрологічної надійності засобів вимірювальної техніки // Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2013»: м. Київ, 21-23 травня, 2013 р. : тези доп. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2013. – Т. 1. – С. 1.49 – 1.52.

4. *Реуцький Є.А., Щербак Л.М.* Метод прогнозування метрологічних характеристик у задачах надійності ЗВТ // Електроніка і системи управління. – 2011. – № 3(29). – С. 128 – 131.
5. *Мищенко С.В., Цветков Э.И., Чернышева Т.И.* Метрологическая надежность измерительных средств. – М.: Машиностроение, 2001. – 96 с.
6. Российская метрологическая энциклопедия / под. ред. Тарбева Ю.В. – СПб.: Лики России, 2001. – 840 с.
7. *Рубичев Н.А.* Измерительные информационные системы : учебное пособие. – М.: Дрофа, 2010. – 334 с.
8. *Черкесов Г.Н.* Надежность аппаратно-программных комплексов. Учебное пособие. СПб.: Питер, 2005. – 479 с.

*Поступила 17.02.2014р.*

УДК 004.94

А.А. Чемерис, М.Ю. Савченко, ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАН Украины, Киев  
А.М. Коновалов, НТУУ «КПИ», Киев

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМОВ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

**Abstract.** The paper presents an approach to modeling the network of energy objects in the grid. The approach is based on the representation of the modeled network by non-linear elements, splitting it into sub-areas of modeling and distribution of sub-areas to the grid system nodes. The simulation is organized as an asynchronous iterative process.

### **Введение**

Современные сетевые трубопроводные системы, включающие теплофикационные и газовые сети, магистральные газо- и нефтепроводы, вентиляционные сети шахт и др., могут быть классифицированы как сложные системы энергетики, к которым описываются системами нелинейных уравнений большой размерности. Задачи моделирования таких объектов относятся к классу многовариантных задач, решение которых необходимо получать, в частности, в реальном масштабе времени. Так, для задач диспетчерского управления, время решения определяется минутами. Для задач текущего и перспективного планирования условия по времени получения решения не являются жесткими, однако, сложность расчетов и их многовариантность обуславливают применение многопроцессорных вычислительных систем и соответствующих методов моделирования и параллельных алгоритмов их реализации.