

**В. П. КАЛІНЧИК, В. А. ПОБІГАЙЛО, В. В. КАЛІНЧИК, О. В. БОРИЧЕНКО, О. В. МЕЙТА,  
І. Я. МАЙДАНСЬКИЙ**

## СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

В роботі представлені принципи побудови систем контролю фізичних факторів виробничого середовища. Сукупність джерел інформації контролю фізичних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища розглядається як набір датчиків випадкових процесів. Показано, що для побудови системи контролю фізичних виробничого середовища доцільним є використання адаптивних принципів побудови системи. Представлена структурна схема системи, що реалізує зазначений принцип.

**Ключові слова:** моніторинг, небезпечні і шкідливі фактори, передача інформації, адаптивні системи.

**V.P. KALINCHYK, V.A. POBIGAYLO, V.V. KALINCHYK, O.V. BORYCHENKO, O.V. MEITA,  
I.Y. MAIDANSKYI**

## MONITORING SYSTEM OF DANGEROUS AND HARMFUL FACTORS IN THE PRODUCTION ENVIRONMENT

The work presents the principles of building control systems of physical factors of the production environment. The set of information sources of control of physical harmful and dangerous factors of the production environment is considered as a set of sensors of random processes. It is shown that for the construction of a system of physical control of the production environment, it is expedient to use adaptive principles of system construction. The structural scheme of the system implementing the specified principle is presented.

**Keywords:** monitoring, dangerous and harmful factors, information transfer, adaptive systems.

**Вступ.** У системах контролю параметрів виробничого середовища важливим є оперативне отримання достовірної інформації, що значною мірою здійснюється пропускнуною спроможністю каналів зв'язку. Існують системи передачі даних за принципом фіксованого розподілу пропускнуною спроможності каналу та адаптивні системи [1, 2].

Враховуючи особливості збору, передачі та обробки даних, що характеризують контрольовані параметри, доцільно в основу побудови системи моніторингу фізичних факторів виробничого середовища (ФФВС) покласти принципи реалізації адаптивних систем збору і передачі інформації.

**Метою роботи** є обґрунтування адаптивного принципу передачі інформації для побудови систем небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища.

**Викладення основного матеріалу.** Сукупність даних, що надходять від джерел інформації (датчиків) контролю небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища можна розглядати як набір випадкових процесів [3].

Виходячи з поставленого завдання і на підставі проведених досліджень, розроблена структурна схема комплексу технічних засобів системи моніторингу фізичних факторів виробничого середовища, яка представлена на рисунку.

В цій системі:

$D_1, \dots, D_n$  - датчики контрольованих параметрів (первинні вимірювачі фізичних факторів виробничого середовища);

$P_1, \dots, P_n$  - перетворювачі аналог-частота;

Центр обробки системи моніторингу ФФВС – апаратно-програмний комплекс, реалізований на основі сервера баз даних.

До складу первинних пристроїв збору даних входять вимірювачі: шуму, вібрації, запиленості, освітленості, параметрів мікроклімату, інфрачервоного та електромагнітного випромінювань. Вказані вимірювачі повинні мати достатню чутливість у всіх діапазонах нормованих фізичних величин, а також повинні забезпечити можливість подальшого перетворення вихідного аналогового сигналу в цифровий код.

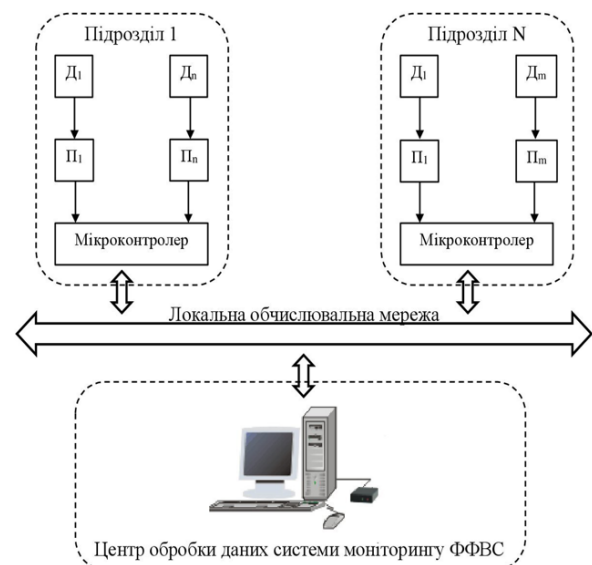


Рис. 1. Схема комплексу технічних засобів системи моніторингу ФФВС

У системах моніторингу виробничого середовища важливим є оперативне отримання достовірної інформації, що значною мірою зумовлено пропускнуною спроможністю каналів зв'язку. Існують системи передачі даних за принципом фіксованого розподілу пропускнуною спроможності каналу та адаптивні системи.

Для збільшення ефективності використання каналів зв'язку важливим є виключенням з передачі повідомлень, що не представляють інтересу. При цьому доля пропускної спроможності каналу зв'язку, що виділяється кожному джерелу повідомлення, величина змінна. Принципи перерозподілу пропускної спроможності каналу зв'язку між джерелами повідомлень реалізують адаптивні системи збору і передачі інформації [4, 5].

Враховуючи характер контрольованої нами інформації, доцільно в основу побудови системи контролю небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища покласти принципи реалізації адаптивних систем збору і передачі інформації [2, 6, 7].

Сукупність джерел інформації (датчиків) контролю небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища можна розглядати як набір датчиків випадкових процесів. Розглянемо випадок сукупності джерел незалежних кусочно-стаціонарних процесів з рівномірним спектром, ширина якого у кожного з джерел є випадковою функцією часу  $F_i(t)$ , але на кожному з інтервалів стаціонарності значення цієї функції фіксоване і дорівнює випадковій величині  $F_i$ . При передачі повідомлень відмінність процесів  $\varepsilon(t)$  і  $\varepsilon^*(t)$  визначає абсолютне значення сумарної похибки відновлення:

$$y(t) = \varepsilon^*(t) - \varepsilon(t)$$

Тоді, нижня межа  $i$ -го джерела на пропускну спроможність каналу визначається [4]:

$$C_i = F_i \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\delta_i^2} \right)$$

де  $\delta_i^2$  – відносна середньоквадратична похибка відновлення процесу  $i$ -го джерела, а для сукупності джерел.

$$C_\Sigma = \sum_{i=1}^{n_c} F_i \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\delta_i^2} \right)$$

Оскільки параметри, що характеризують нестаціонарну сукупність джерел змінюються в часі за випадковим законом, то і нижня межа необхідної пропускної спроможності також змінюється за випадковим законом з шириною спектру  $F_i(t)$ , тобто

$$C_\Sigma(t) = \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\delta^2} \right) \sum_{i=1}^{n_c} F_i(t) = \log_2 \left( 1 + \frac{1}{\delta^2} \right) F_\Sigma(t)$$

де  $\delta_i = \delta$  виходячи з припущення, що необхідна точність передачі для усієї сукупності однакова.

Для великої кількості датчиків можна зробити допущення про нормалізацію розподілу  $F_\Sigma(t)$ :

$$F_{\Sigma c} = \sum_{i=1}^{n_c} F_{ic}$$

де  $F_{ic}$  – момент розподілу випадкової величини  $F_i$ .

У неадаптивних системах виділяється незмінна в часі доля пропускної спроможності каналу зв'язку, розраховуючи на максимальне з можливих значень ширини спектру процесу, тобто сумарна інформаційна смуга дорівнює сумі максимально можливих смуг джерел  $n_c$ .

$$F_\Sigma = \sum_{i=1}^{n_c} F_{imax}$$

Відповідно до принципу роботи неадаптивної системи

$$F_\Sigma = \sum_{i=1}^{n_c} F_{imax} = n_c F_{imax}$$

Адаптивні системи мають властивість автоматичного перерозподілу пропускної спроможності каналу зв'язку між окремими джерелами з урахуванням поточної смуги їх спектру.

Всі первинні прилади представляються як сукупність первинних вимірювачів (датчиків), підключених через перетворювачі аналог-код (аналог-частота) та мікроконтролери до локальної мережі. Управління периферійними комплексами та здійснення загального моніторингу умов праці здійснюється центром обробки та аналізування даних, що представляє собою сервер комунікацій та бази даних. Саме з позицій цих вимог дається характеристика вимірювачів, як елементів системи моніторингу ФФВС.

**Висновок.** Враховуючи характер контрольованої інформації, в основу побудови системи контролю небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища доцільно покласти принципи реалізації адаптивних систем збору і передачі інформації. Представлена структурна схема системи, що реалізує зазначений принцип

#### Список літератури

1. Ткачук К.Н., Калинин В.В. Методология построения системы мониторинга опасных факторов производственных объектов. *Академическая наука – проблемы и достижения: материалы III Междунар. науч.-практ. конф.*, North Charleston, 20-21 февр. 2014 г. North Charleston, SC, USA: Create Space, 2014. Vol. 1. P. 154–157.
2. Калинин В.В. Выбор принципов построения системы контроля шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2016. № 1. С. 116–121.
3. Калинин В.В. Система безперервного контролю небезпечних та шкідливих факторів виробничих об'єктів. *Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії: матеріали IX міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.* Переяслав-Хмельницький, 2014. С. 263–265.
4. Жураковський Б. Ю., Пархомей І. Р., Дружинін В. А. Обработка информации в сенсорных сетях. *Адаптивні системи автоматичного управління*, 2018, № 1(32), С. 42–57.
5. Голь В.Д., Ірха М.С. Системи передачі даних. Київ, ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 126 с. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45443/3/SPD\\_konspekt.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45443/3/SPD_konspekt.pdf)

#### References (transliterated)

1. Tkachuk K.N., Kalynychuk V.V. Metodolohiya postroyeniya systemy monitorynha opasnykh faktorov proyzvodstvennykh obektov. *Akademicheskaya nauka – problemy y dostyzheniya: materiyaly III mezhduunar. nauch.-prakt. konf.*, North Charleston, 20-21 fevr. 2014 h. North Charleston, SC, USA: Create Space, 2014. Vol. 1. R. 154–157.
2. Kalynychuk V.V. Vybir pryntsyviv pobudovy systemy kontroliu shkidlyvykh ta nebezpechnykh faktoriv vyrobnychoho seredovyscha. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia*. 2016. no 1. Pp. 116–121.
3. Kalynychuk V.V. Systema bezpererвноho kontroliu nebezpechnykh ta

- shkidlyvykh faktoriv vyrobnychkh ob'ektiv. Problemy ta perspektyvy rozvytku nauky na pochatku tretoho tysiacholittia u krainakh Yevropy ta Azii : materialy IKh mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. Pereiaslav-Khmelnytskyi, 2014. S. 263–265.
4. Zhurakovskiy B. Yu., Parkhomei I. R., Druzhynin V. A. Obrobka informatsii v sensorykh merezhakh. Adaptivni systemy avtomatichnoho upravlinnia, 2018, # 1(32), S. 42-57.
5. Hol V.D., Irkha M.S. Systemy peredachi danykh. Kyiv, ISZZI KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2021. 126 s. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45443/3/SPD\\_konspekt.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/45443/3/SPD_konspekt.pdf)

Надійшла (received) 27.02.2024

*Відомості про авторів / About the authors*

**Калінчик Василь Прокопович (Kalinchuk Vasyl Prokopovich)** – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет України КПІ ім. Ігоря Сікорського, доцент кафедри електропостачання; м. Київ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4028-0185>.

**Побігайло Віталій Анатолійович (Pobigaylo Vitalii Anatolievich)** – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет України КПІ ім. Ігоря Сікорського, доцент кафедри електропостачання; м. Київ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2673-7329>.

**Калінчик Віталій Васильович (Kalinchuk Vitalii Vasylovych)** – кандидат технічних наук, Національний технічний університет України КПІ ім. Ігоря Сікорського, старший викладач кафедри охорони праці та промислової та цивільно безпеки; м. Київ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3931-646X>.

**Бориченко Олена Володимирівна (Borychenko Olena Volodymyrivna)** кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет України КПІ ім. Ігоря Сікорського, доцент кафедри електропостачання; м. Київ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6127-2945>.

**Мейта Олександр Вячеславович (Meita Aleksandr Vyacheslavovich)** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації електромеханічних та мехатронних комплексів, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» м. Київ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4132-5202>.

**Майданський Іван Ярославович (Maidanskyi Ivan Yaroslavovych)** старший викладач кафедри автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів, Національний технічний університет України КПІ ім. Ігоря Сікорського; м. Київ.