

002.jpg

Kharkiv National University of Radio Electronics

Academy of Sciences of Applied Radio Electronics

# APPLIED RADIO ELECTRONICS

Scientific and technical journal

*Acting Editor-in Chief*  
Churyumov G.I.

*Managing Editors*  
Dokhov A.I.

*Advisory Board*

Guz V.I., Dovbnya A.N., Egorov A.M., Kalugin V.V., Kravchenko V.I.,  
Nazarenko I.P. (Russia), Neklyudov I.M., Presnyak I.S., Simonov K.G. (Russia),  
Simankov V.C. (Russia), Slipchenko N.I., Chabdarov Sh.M. (Russia),  
Yakovenko V.M., Yaroshenko V.S. (Russia)

*Associate Editors*

Abramovich Yu.I. (USA), Bodyanskiy E.V., Borisov A.V., Buts V.A., Byh A.I.,  
Gomozov V.I., Gujkov V.Ya., Zarytskyi V.I., Kipenskiy A.V., Kulpa K. (Poland),  
Lekhovytskiy D.I., Litvinov V.V., Lukin K.A., Machekhin Yu.P.,  
Modelski J. (Poland), Neruh O.G., Polyakov G.A., Rohling H. (Germany),  
Sedyshev Yu.N., Serkov A.A., Suharevskiy O.I., Churyumov G.I.,  
Shifrin Ya.S., Shkvarko Yu.V. (Mexico)

**Editorial office:**

Journal of Applied Radio Electronics  
Kharkiv National University of Radio Electronics  
14 Nauky Ave., 61166, Kharkov, Ukraine  
Tel.: + 38 (057) 702 10 57  
Fax: + 38 (057) 702 10 13  
E-mail: are@nure.ua  
<http://www.anpre.org.ua>

---

© Kharkiv National University of Radio Electronics, 2016



003.jpg

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Академия наук прикладной радиоэлектроники

# ПРИКЛАДНАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Научно-технический журнал

*И.о. главного редактора*

Чурюмов Г.И.

*Зам. главного редактора*

Дохов А.И.

*Редакционный совет*

Гузь В.И., Довбня А.Н., Егоров А.М., Калугин В.В., Кравченко В.И.,  
Назаренко И.П. (Россия), Неклюдов И.М., Пресняк И.С., Симонов К.Г. (Россия),  
Симанков В.С. (Россия), Слипченко Н.И., Чабдаров Ш.М. (Россия),  
Яковенко В.М., Ярошенко В.С. (Россия)

*Редакционная коллегия*

Абрамович Ю.И. (США), Бодянский Е.В., Борисов А.В., Буц В.А., Бых А.И.,  
Гомозов В.И., Жуйков В.Я., Зарицкий В.И., Кипенский А.В., Кульпа К. (Польша),  
Леховицкий Д.И., Литвинов В.В., Лукин К.А., Мачехин Ю.П.,  
Модельский Й. (Польша), Нерух О.Г., Поляков Г.А., Ролинг Г. (Германия),  
Седышев Ю.Н., Серков А.А., Сухаревский О.И., Чурюмов Г.И.,  
Шифрин Я.С., Шкварко Ю.В. (Мексика)

**Адрес редакции:**

Редакция журнала «Прикладная радиоэлектроника»  
Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
просп. Науки, 14, 61166, Харьков, Украина  
Тел.: + 38 (057) 702 10 57  
Факс: + 38 (057) 702 10 13  
E-mail: are@nure.ua  
<http://www.anpre.org.ua>

---

© Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2016



**CONTENTS***(Continued from front cover)***INSTRUMENTATION**

- Lukin K. A., Taryanko D. N., Zemlyaniy O. V., Pikh A. B.* Measuring the thickness of thin films by spectral interferometry method.....350

**BRIEF REPORTS****LOCATION AND NAVIGATION**

- Lukin K.A.* Comparison of 'quantum radar' and noise radar concepts.....355

**SIGNAL FORMATION AND PROCESSING**

- Kupchenko L.F., Slabunova N.V., Goorin O.A.* Acoustooptic processor providing dynamic spectral filtering in the optoelectronic system .....360

**MICROWAVE ENGINEERING AND TECHNOLOGIES**

- Karpov A.I., Lukin K.A., Syvozalizov M.A., Khromiuk I.F.* Antenna for indoor wireless network.....362
- Kotelnykov V.V., Machekhin Yu. P.* Features of laser radiation effects on biological tissue.....366

**INSTRUMENTATION**

- Pavlikov V.V., Odokienko A.V., Kiem Nguyen Van, Prodan Ye.A., Manivchuk V.V.* Ratio-type digital radiometer.....370
- Congratulating Valeriy Pavlovich Lipatov with the 75-th birthday anniversary.....375





KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY OF RADIO ELECTRONICS



ACADEMY OF SCIENCES OF APPLIED RADIO ELECTRONICS

# APPLIED RADIO ELECTRONICS

Scientific and Technical Journal      2016 Volume 15 № 4

## CONTENTS

### REVIEW

- Churyumov G.I.* High-power microwave electronics: current status, prospects of development and application features.....270

### LOCATION AND NAVIGATION

- Riabukha V.P.* Adaptive radar noise jamming protection systems.  
3. Mathematical model of the system of spatial signal processing in a radar with a rectangular planar PAA.....301
- Sugak V.G., Sugak A.V., Fang Gyfang.* Large current radiator for long range GPR applications.....316

### SIGNAL FORMATION AND PROCESSING

- Kuryzheva O.V., Nerukh A.G.* Transformation of an electromagnetic Airy pulse by a plane boundary of a dielectric.....321

### INFORMATION TECHNOLOGIES

- Andronov V.A., Kalugin V.D., Levterov A.A., Tiutunik V.V.* Scientific and technical bases of monitoring system synthesis of different emergency situations by the main characteristics of means of danger factors registration.....327

### ELECTRONIC ENGINEERING AND DEVICES

- Kryzhanovski V.G., Churyumov G.I.* Accounting of electromagnetic wave reflections from the step of interaction impedance in an autophase TWT.....334

### MICROWAVE ENGINEERING AND TECHNOLOGIES

- Yurchenko L.V., Yurchenko V.B.* Wideband self-oscillations in micro-strip circuits with Gunn diodes and investigation of new nonlinear dynamics effects in such systems.....342

(Continued on back cover)



## СОДЕРЖАНИЕ

## ОБЗОР

- Чурюмов Г.И. СВЧ-электроника больших мощностей: современное состояние, перспективы развития и особенности применения .....270

## ЛОКАЦИЯ И НАВИГАЦИЯ

- Рябуха В. П. Адаптивные системы защиты РЛС от шумовых помех.  
3. Математическая модель системы пространственной обработки сигналов в РЛС с двумерной плоской ФАР .....301
- Sugak V.G., Sugak A.V., Fang Gyfang. Large current radiator for long range GPR applications .....316

## ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

- Курмыжева О.В., Нерух А.Г. Преобразование импульса Эйри на плоской границе диэлектрика .....321

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Андронов В.А., Калугин В.Д., Лятерев О.А., Тютюник В.В. Науково-технічні основи синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій різного характеру за основними характеристиками технічних засобів реєстрації факторів небезпек .....327

## ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА И ПРИБОРЫ

- Крыжановский В.Г., Чурюмов Г.И. Учет отражений электромагнитной волны от места скачка сопротивления связи в автофазной ЛБВ .....334

## МИКРОВОЛНОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

- Юрченко Л.В., Юрченко В.Б. Широкополосные автоколебания в микрополосковых соединениях диодов Ганна и изучение новых эффектов нелинейной динамики таких систем .....342

## ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Лукин К.А., Татьяна Д.Н., Зеляный О.В., Пих А.Б. Измерение толщин тонких пленок методом спектральной интерферометрии .....350

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

## ЛОКАЦИЯ И НАВИГАЦИЯ

- Lukin K.A. Comparison of 'quantum radar' and noise radar concepts .....355

## ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

- Купченко Л.Ф., Слабунова Н.В., Гурин О.А. Акустооптический процессор в оптоэлектронной системе, обеспечивающий динамическую спектральную фильтрацию .....360

## МИКРОВОЛНОВАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

- Карнов А.И., Лукин К.А., Сивозализов Н.А., Хромюк И.Ф. Антенна для беспроводной сети внутри зданий .....362
- Котельников В.В., Мачехин Ю.П. Особенности воздействия лазерного излучения на биологические ткани .....366

## ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Pavlikov V.V., Odakienko A.V., Kiem Nguyen Van, Prodan Ye.A., Manivchuk V.V. Ratio-type digital radiometer .....370

- Поздравление Валерия Павловича Липатова с 75-м днем рождения .....375

тролю. Подальше моделювання покаже ефективність виконання управлінського рішення – контур управління замкнеться.

По-друге, правові основи для створення системи моніторингу НС в Україні закріплені в законах та інших підзаконних актах [6 – 10], які ґрунтуються на Міжнародній правовій базі. Так, питання організації та функціонування системи моніторингу та прогнозу-

вання НС визначені Кодексом цивільного захисту України, в якому вказано, що суб'єкти моніторингу, спостереження, лабораторного контролю та прогнозування НС на регіональному, місцевому та об'єктовому рівні визначаються Кабінетом Міністрів, відповідними місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування, суб'єктами господарювання.

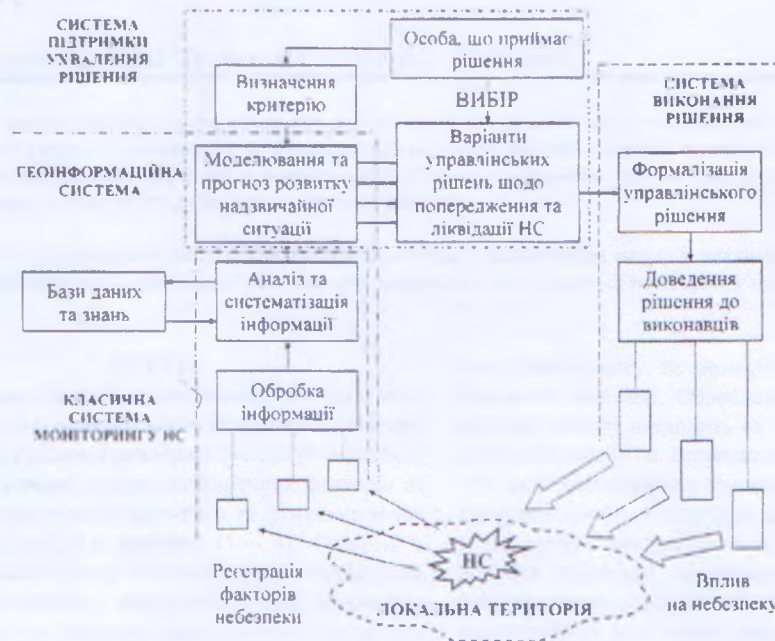


Рис 1. Схема структури моніторингу НС як засобу управління

По-третє, матеріально-технічна база для створення системи моніторингу НС включає функціонуючі в Україні системи гідрометеорологічного прогнозу, системи сейсмічного, екологічного, радіаційного моніторингу та системи навігації та безпеки на авіаційному, залізничному, автомобільному та магістральному транспорті й інші [11 – 15].

Тому, в рамках реалізації основних положень Кодексу цивільного захисту України відкритим залишається питання щодо раціонального об'єднання в єдину систему моніторингу НС окремо функціонуючих у державі підсистем. Для цього необхідно розробити науково-технічні основи синтезу єдиної системи, процедуру якого схематично наведено на рис. 2. де для забезпечення ефективності функціонування системи моніторингу НС та забезпечення необхідного рівня безпеки життєдіяльності в Україні обрано інтегральний показник, який включає сім напрямків аналізу, які описуються комплексними показниками, а саме [16]:

$$G_{\text{eff}}^{\text{CMHC}} = \varphi(G_I, G_{II}, G_{III}, G_{IV}, G_V, G_{VI}, G_{VII}), \quad (1)$$

де  $G_{\text{eff}}^{\text{CMHC}}$  – інтегральний показник ефективності функціонування комплексної територіальної багаторівневої (з взаємозв'язками між об'єктовим, місцевим, регіональним та державним рівнями) системи моніторингу НС [1, 4];  $G_I$  – показник синтезу системи моніторингу (ПССМ) за природою та параметрами прояву небезпек, на які спрямована система моніторингу;  $G_{II}$  – ПССМ від режимів функціонування;  $G_{III}$  – ПССМ від характеру використання інформації про безпеку;  $G_{IV}$  – ПССМ від архітектури обміну інформації про безпеку;  $G_V$  – ПССМ залежно від виду та властивостей технічних засобів для реєстрації факторів небезпек;  $G_{VI}$  – ПССМ залежно від виду та властивостей технічних засобів, що застосовані для зв'язку та передачі інформації [17];  $G_{VII}$  – ПССМ в залежності від використання методів моделювання та прогнозування розвитку НС.

Метою цього дослідження є розвиток уявлень про синтез системи моніторингу НС залежно від виду та властивостей технічних засобів для реєстрації факторів небезпек, які відповідають умовам життєдіяль-



## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 614.8+351.861-504.064

### НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ СИНТЕЗУ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ РІЗНОГО ХАРАКТЕРУ ЗА ОСНОВНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕЄСТРАЦІЇ ФАКТОРІВ НЕБЕЗПЕК

*В.А. АНДРОНОВ, В.Д. КАЛУГІН, О.А. ЛЄВТСРОВ, В.В. ТЮТЮНИК*

Представлено основи системного підходу для синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій (НС) залежно від виду та властивостей технічних засобів реєстрації факторів небезпек за допомогою інтегрального та комплексних параметрів, які визначають ефективну функціональність системи для забезпечення відповідного рівня безпеки життєдіяльності на території України.

*Ключові слова:* надзвичайна ситуація, система моніторингу надзвичайних ситуацій, технічні засоби реєстрації факторів небезпек, інтегральний та комплексні показники синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій

#### ВСТУП

Вирішення проблеми моніторингу НС для України є актуальною задачею, оскільки передусім включає необхідність технічної реалізації заходів попередження та недопущення впливу небезпечних факторів на процес життєдіяльності населення та функціонування різного роду об'єктів держави [1 – 4]. Створені в Україні правові основи моніторингу НС визначають суб'єкти моніторингу, інструменти яких самостійно функціонують як системи гідрометеорологічного прогнозу, системи сейсмічного, екологічного та радіаційного моніторингу, системи навігації та безпеки на авіаційному, залізничному, автомобільному та магістральному транспорті та інш. Ці обставини свідчать, що в Україні не вирішена проблема комплексного контролю та регулювання рівня небезпеки території держави з позиції системного аналізу в умовах прояву НС різного характеру. Виходячи з цих позицій, розробка науково-технічних основ синтезу єдиної системи моніторингу НС в Україні є актуальною науково-прикладною проблемою в галузі цивільного захисту.

#### ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Створення комплексної територіальної системи моніторингу НС в Україні ґрунтується на декількох факторах. По-перше, в основі системи моніторингу НС в Україні – класичний контур управління, рис. 1 [4, 5]. Отримана засобами контролю первинна інформація про фактори небезпеки на локальній території (місто, регіон, держава) або потенційно небезпечному об'єкті по кабелях або радіоканалу транслюється до пристроїв другого рівня, які призначені виконувати обробку отриманої інформації та представляти її у вигляді, необхідному для третього рівня. Обробка отриманої інформації може виконуватися як в одному місці, так і на декількох, залежно від конкретної сис-

теми моніторингу та розмірів контролюваної нею локальної території. Оброблена інформація у відповідному вигляді надходить на третій рівень, де виконується її аналіз та систематизація даних, на основі чого робиться висновок про стан небезпеки локальної території. Особливо важливо для забезпечення швидкодії системи використання автоматизованих засобів обробки інформації, яке прискорить процеси на другому та третьому рівнях системи моніторингу, дозволить створити електронні, доступні в реальному масштабі часу, бази даних та знань. Використання математичних методів дозволить на основі отриманої інформації виконати моделювання небезпечної ситуації, прогнозування її розвитку та рівня, відобразити прогнозовану динаміку катастрофічних подій графічно (у тому числі з використанням електронних карт). Друга інформаційна підсистема є системою підтримки ухвалення рішення. Особа, що приймає рішення, визначає один або декілька критеріїв, відповідно до яких здійснюється прогностичне моделювання розвитку НС та виробляються варіанти управлінських рішень, які обґрунтовані відповідними розрахунками. З набору варіантів управлінських рішень особа обирає один, або задає ще додаткові критерії, відповідно до яких виконується моделювання та розробка управлінських рішень, направлених на недопущення розвитку небезпеки до рівня катастрофи. Якщо ж катастрофи вже не уникнути, то розробка управлінських рішень направлена на мінімізацію наслідків від неї. Затверджене особою рішення, що приймає рішення, надходить до підсистеми виконання рішення (рис. 1), де виконується його формалізація та доведення до виконавців. Зміни стану локальної території та зміни стану небезпеки на ній викликатимуть зміни у величинах вимірюваних параметрів, що фіксуються пристроями кон-

ності на локальній території, де систему моніторингу планується застосовувати.

Комплексний показник синтезу системи моніторингу першого рівня залежно від виду та властивостей технічних засобів реєстрації факторів небезпек ( $G_V$ ) можна подати у вигляді такого функціоналу:

$$G_V = \varphi_V(g_{5.1} \cdot g_{5.2} \cdot g_{5.3} \cdot g_{5.4} \cdot g_{5.5} \cdot g_{5.6} \cdot g_{5.7} \cdot g_{5.8} \cdot g_{5.9} \cdot g_{5.10}), \quad (2)$$

де  $g_{5.1}$  – ПССМ за середовищем базуванням технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.2}$  – ПССМ за способом реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.3}$  – ПССМ за терміном реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.4}$  – ПССМ за способом взаємодії чутливого елемента з середовищем, яке аналізується;  $g_{5.5}$  – ПССМ за способом управління процесом реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6}$  – ПССМ за технічно реалізованими методами реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.7}$  – ПССМ за впливом на середовище, яке аналізується;  $g_{5.8}$  – ПССМ за метрологічними характеристиками засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.9}$  – ПССМ за динамічними характеристиками засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.10}$  – ПССМ за експлуатаційними характеристиками засобів реєстрації факторів небезпек.

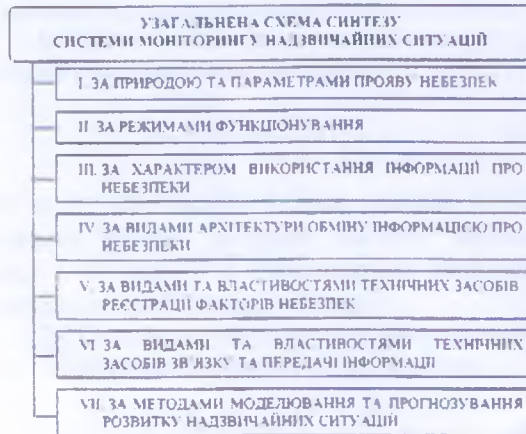


Рис 2. Узагальнена схема синтезу системи моніторингу НС

За характером базування технічних засобів реєстрації факторів небезпек ПССМ можна подати у такому вигляді:

$$g_{5.1} = \varphi_{5.1}(g_{5.1.1} \cdot g_{5.1.2} \cdot g_{5.1.3} \cdot g_{5.1.4}), \quad (3)$$

де  $g_{5.1.1}$  – показник організаційно-технічних вимог до системи моніторингу (ПОТВдоСМ) за умов космічного базування технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.1.2}$  – ПОТВдоСМ за умов повітряного базування технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.1.3}$  – ПОТВдоСМ за умов водного базування технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.1.4}$  – ПОТВдоСМ за умов наземного базування технічних засобів реєстрації факторів небезпек.

За способом реєстрації факторів небезпек ПССМ має вигляд:

$$g_{5.2} = \varphi_{5.2}(g_{5.2.1}, g_{5.2.2}), \quad (4)$$

де  $g_{5.2.1}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі контролю (виявлення) прояву факторів небезпек;  $g_{5.2.2}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі оцінювання параметрів небезпек.

ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі контролю (виявлення) прояву факторів небезпек має вигляд:

$$g_{5.2.1} = \varphi_{5.2.1}(g_{5.2.1.1}, g_{5.2.1.2}, g_{5.2.1.3}), \quad (5)$$

де  $g_{5.2.1.1}$  – ПОТВдоСМ за умов використання технічних засобів реєстрації факторів небезпек максимальної дії;  $g_{5.2.1.2}$  – ПОТВдоСМ за умов використання технічних засобів реєстрації факторів небезпек диференційної дії;  $g_{5.2.1.3}$  – ПОТВдоСМ за умов використання технічних засобів реєстрації факторів небезпек максимально-диференційної дії.

ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі оцінювання параметрів небезпек має вигляд:

$$g_{5.2.2} = \varphi_{5.2.2}(g_{5.2.2.1}, g_{5.2.2.2}, g_{5.2.2.3}, g_{5.2.2.4}), \quad (6)$$

де  $g_{5.2.2.1}$  – ПОТВдоСМ за умов використання пошуківих технічних засобів для оцінювання параметрів небезпек;  $g_{5.2.2.2}$  – ПОТВдоСМ за умов використання багатоканальних технічних засобів для оцінювання параметрів небезпек;  $g_{5.2.2.3}$  – ПОТВдоСМ за умов використання багатоскальових технічних засобів для оцінювання параметрів небезпек;  $g_{5.2.2.4}$  – ПОТВдоСМ за умов використання багатоетапних технічних засобів для оцінювання параметрів небезпек.

ПССМ за терміном реєстрації факторів небезпек можливо представити як:

$$g_{5.3} = \varphi_{5.3}(g_{5.3.1}, g_{5.3.2}, g_{5.3.3}), \quad (7)$$

де  $g_{5.3.1}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі постійної реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.3.2}$  –



ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі періодичної реєстрації факторів небезпек:  $g_{5.3.3}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі епізодичної реєстрації факторів небезпек.

ПССМ за способом взаємодії чутливого елементу з середовищем, яке аналізується, має вигляд:

$$g_{5.4} = \varphi_{5.4}(g_{5.4.1}, g_{5.4.2}, g_{5.4.3}), \quad (8)$$

де  $g_{5.4.1}$  – ПОТВдоСМ за умов використання контактних технічних засобів реєстрації факторів небезпек із зовні середовища, яке аналізується;  $g_{5.4.2}$  – ПОТВдоСМ за умов використання контактних технічних засобів реєстрації факторів небезпек усередині середовища, яке аналізується;  $g_{5.4.3}$  – ПОТВдоСМ за умов використання безконтактних (дистанційних) технічних засобів реєстрації факторів небезпек.

ПССМ за способом управління процесом реєстрації факторів небезпеки функціонально об'єднує такі показники:

$$g_{5.5} = \varphi_{5.5}(g_{5.5.1}, g_{5.5.2}, g_{5.5.3}), \quad (9)$$

де  $g_{5.5.1}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі автоматичної реєстрації факторів небезпеки;  $g_{5.5.2}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі автоматизованої реєстрації факторів небезпеки;  $g_{5.5.3}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі ручного управління процесом реєстрації факторів небезпеки.

ПССМ за технічно реалізованими методами реєстрації факторів небезпек має вигляд:

$$g_{5.6} = \varphi_{5.6}(g_{5.6.1}, g_{5.6.2}), \quad (10)$$

де  $g_{5.6.1}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації фізико-хімічних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.2}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації біологічних методів реєстрації факторів небезпек.

ПОТВдоСМ за умов реалізації фізико-хімічних методів реєстрації факторів небезпек має вигляд:

$$g_{5.6.1} = \varphi_{5.6.1} \left( \begin{matrix} g_{5.6.1.1}, g_{5.6.1.2}, g_{5.6.1.3}, g_{5.6.1.4}, \\ g_{5.6.1.5}, g_{5.6.1.6}, g_{5.6.1.7}, \dots \end{matrix} \right), \quad (11)$$

де  $g_{5.6.1.1}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації спектральних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.1.2}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації мас-спектральних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.1.3}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації радіоспектральних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.1.4}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації інфрачервоних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.1.5}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації люмінесцентних методів реєстрації

факторів небезпек;  $g_{5.6.1.6}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації фотометричних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.1.7}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації хроматографічних методів реєстрації факторів небезпек тощо.

ПОТВдоСМ за умов реалізації біологічних методів реєстрації факторів небезпек має вигляд:

$$g_{5.6.2} = \varphi_{5.6.2}(g_{5.6.2.1}, g_{5.6.2.2}, g_{5.6.2.3}), \quad (12)$$

де  $g_{5.6.2.1}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації біоіндикаційних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.2.2}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації біотестувальних методів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.6.2.3}$  – ПОТВдоСМ за умов реалізації методів оцінки компонент біологічної різноманітності для реєстрації факторів небезпек.

За впливом на середовище, яке аналізується, ПССМ можна подати як:

$$g_{5.7} = \varphi_{5.7}(g_{5.7.1}, g_{5.7.2}, g_{5.7.3}), \quad (13)$$

де  $g_{5.7.1}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні в активному або пасивному режимі впливу на середовище, яке аналізується;  $g_{5.7.2}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі відбору або без відбору проби із середовища, яке аналізується;  $g_{5.7.3}$  – ПОТВдоСМ при функціонуванні у режимі підготовки або без підготовки проби для аналізу.

За метрологічними характеристиками засобів реєстрації факторів небезпеки ПССМ має вигляд:

$$g_{5.8} = \varphi_{5.8} \left( \begin{matrix} g_{5.8.1}, g_{5.8.2}, g_{5.8.3}, g_{5.8.4}, \\ g_{5.8.5}, g_{5.8.6}, g_{5.8.7}, g_{5.8.8} \end{matrix} \right), \quad (14)$$

де  $g_{5.8.1}$  – ПОТВдоСМ за чутливістю технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.8.2}$  – ПОТВдоСМ за межею чутливості технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.8.3}$  – ПОТВдоСМ за ціною ділення технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.8.4}$  – ПОТВдоСМ за діапазоном виміру технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.8.5}$  – ПОТВдоСМ за рівнянням вимірювального перетворення технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.8.6}$  – ПОТВдоСМ за похибкою виміру технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.8.7}$  – ПОТВдоСМ за варіаціями результатів виміру технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5.8.8}$  – ПОТВдоСМ за швидкістю технічних засобів реєстрації факторів небезпек.

За динамічними характеристиками засобів реєстрації факторів небезпеки ПССМ можна подати як:



$$g_{5,9} = \varphi_{5,9}(g_{5,9,1}, g_{5,9,2}, g_{5,9,3}), \quad (15)$$

де  $g_{5,9,1}$  – ПОТВдоСМ за диференційними рівняннями, які описують роботу технічних засобів реєстрації факторів небезпеки;  $g_{5,9,2}$  – ПОТВдоСМ за перехідними та імпульсними функціями технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5,9,3}$  – ПОТВдоСМ за амплітудними та фазовими характеристиками технічних засобів реєстрації факторів небезпек.

За експлуатаційними характеристиками засобів реєстрації факторів небезпеки ПССМ має вигляд:

$$g_{5,10} = \varphi_{5,10}(g_{5,10,1}, g_{5,10,2}, g_{5,10,3}, g_{5,10,4}, g_{5,10,5}, \dots), \quad (16)$$

де  $g_{5,10,1}$  – ПОТВдоСМ за показниками надійності технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5,10,2}$  – ПОТВдоСМ за рівнем електричної міцності технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5,10,3}$  – ПОТВдоСМ за рівнем опору ізоляції технічних засобів реєстрації факторів небезпек;  $g_{5,10,4}$  – ПОТВдоСМ за стійкістю технічних засобів реєстрації факторів небезпек до кліматичних і механічних впливів;  $g_{5,10,5}$  – ПОТВдоСМ за терміном встановлення робочого режиму технічних засобів реєстрації факторів небезпек тощо.

Комбінування усіма, відповідно до виразів (2) – (16), багатфакторними організаційно-технічними показниками [18 – 22] дозволить комплексно підійти до розв’язання проблеми розбудови ефективної, залежно від виду та властивостей технічних засобів для реєстрації факторів небезпек, системи моніторингу НС для забезпечення необхідного рівня безпеки життєдіяльності на території України, критерієм оцінки ефективності розбудови та функціонування якої є:

$$G_{\text{еіт}}^{\text{СМНС}} = \begin{cases} \frac{P'_{\text{НС}}}{P_{\text{НС}}} \leq Z_{\text{НС}}^{\text{СМНС}}; \\ \frac{U_{\text{СМНС}}}{U_{\text{ВВП}}} \leq Z_{\text{Експом}}^{\text{СМНС}}; \\ \frac{E'_{\text{СМНС}}}{E_{\text{НС}}} \leq Z_{\text{Енерг}}^{\text{СМНС}}; \\ \frac{N_{\text{СМНС}}}{N_{\text{Насел}}} \leq Z_{\text{Соц}}^{\text{СМНС}}. \end{cases} \quad (17)$$

де  $P_{\text{НС}}$  – ймовірність виникнення на локальній території НС за умов не функціонування системи безпеки;  $P'_{\text{НС}}$  – ймовірність виникнення на локальній території НС за умов функціонування системи безпеки;  $Z_{\text{НС}}^{\text{СМНС}}$  – встановлений рівень безпеки життєдіяльності на локальній території, який має забезпечувати система моніторингу НС [23];  $U_{\text{СМНС}}$  – розмір фінансування на розбудову та функціонування системи моні-

торингу НС;  $U_{\text{ВВП}}$  – розмір внутрішнього валового продукту у державі;  $Z_{\text{Експом}}^{\text{СМНС}}$  – економічний критерій ефективності системи моніторингу НС [24, 25];  $E_{\text{СМНС}}^T$  – величина енергії техногенного походження, необхідної на розбудову та функціонування системи моніторингу НС ( $E_{\text{СМНС}}^T = E_{\text{п}} + E_{\text{е}}$ , де  $E_{\text{п}}$  – енергія різних видів палив;  $E_{\text{е}}$  – електрична енергія);  $E_{\text{НС}}$  – енергія НС, на протидію яких спрямована система безпеки;  $Z_{\text{Енерг}}^{\text{СМНС}}$  – енергетичний критерій ефективності системи моніторингу НС [26 – 28];  $N_{\text{СМНС}}$  – штатна чисельність задіяного для функціонування системи моніторингу НС;  $N_{\text{Насел}}$  – чисельність наявного населення в державі;  $Z_{\text{Соц}}^{\text{СМНС}}$  – соціальний критерій ефективності системи моніторингу НС.

**ВИСНОВКИ**

1. Сформульовані науково-технічні основи синтезу системи моніторингу надзвичайних ситуацій. Показано, що основою для реалізації державної політики в галузі цивільного захисту є складова частина класичного контуру управління, яка забезпечує збір, обробку та аналіз інформації, моделювання розвитку обстановки на об’єкті управління та розвиток надзвичайних ситуацій на території України.

2. Для організаційно-технічної реалізації уявлене за п.1 вперше розроблено системний підхід для синтезу комплексної територіальної багаторівневої (з взаємозв’язками між об’єктовим, місцевим, регіональним та державним рівнями) системи моніторингу надзвичайних ситуацій залежно від низки комплексних параметрів чотирьох рівнів за видами та властивостями технічних засобів для реєстрації факторів небезпек.

3. Узагальнено підхід щодо оцінки ефективності розробленої системи моніторингу надзвичайних ситуацій за чотирма критеріями: рівнем безпеки життєдіяльності на локальній території, який має забезпечити розроблена система моніторингу; економічним, енергетичним та соціальними критеріями ефективності розробленої системи моніторингу.

**Література**

[1] Калугін В.Д. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи обробки інформації. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2013. – Вип. 9(116). – С. 204 – 216.  
 [2] Тютюник В.В. Оцінка відносної інтенсивності між надзвичайними ситуаціями природного та техногенного характеру в регіонах України / В.В. Тютюник // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 2015. – Вип. 21. – С. 112 – 120.  
 [3] Тютюник В.В. Нейромережеве прогнозування залежності рівня техногенної небезпеки регіонів України від