

УДК 614.8

Р.І. Шевченко

Національний університет цивільного захисту України, Харків

РОЗРОБКА МЕТОДУ КРИТИЧНИХ ТА УСКЛАДНЮЮЧИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ФІЛЬТРУ ПІДСИСТЕМИ ЗБОРУ ТА КОНТРОЛЮ СТАНУ ОБ'ЄКТІВ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

В роботі проведено аналіз можливостей існуючої методологічної бази щодо побудови дієвого інформаційного фільтру підсистеми збору та контролю за об'єктами моніторингу. Розроблено метод критичних та ускладнюючих сигналів для систем моніторингу надзвичайних ситуацій різного характеру.

Ключові слова: моніторинг надзвичайних ситуацій, системний аналіз, інформаційний фільтр, метод критичних та ускладнюючих сигналів.

Вступ

Постановка проблеми. Незважаючи на цілий комплекс заходів та різнопланові зусилля в сфері запобігання виникнення надзвичайних ситуацій (НС), кількість останніх невпинно зростає [1], що свідчить про відсутність дієвої загальнодержавної системи моніторингу та прогнозування надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Аналізуючи стан та дієвість останньої, слід відзначити наявність цілої низки функціональних протиріч, які в свою чергу і обумовлюють наявну проблему – низьку ефективність системи моніторингу. Одним із шляхів подолання зазначеної проблеми є системний аналіз існуючої системи моніторингу з погляду на виконання головного завдання, а саме формування дієвих інформаційних потоків, які характеризують стан об'єктів, щодо прийняття попереджувальних управлінських рішень, щодо виникнення критичності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Про відсутність узгодженості щодо необхідних та отриманих інформаційних потоків для прийняття рішення щодо критичності стану об'єкта моніторингу та, як наслідок, наявної проблеми у формуванні дієвого інформаційного фільтру в підсистемі збору та контролю за станом об'єкту моніторингу зазначалось в роботах [2 – 5], втім подальшого розвитку вирішення цього комплексу протиріч не отримало.

Постановка задачі та її вирішення

Враховуючи попередній аналіз [2 – 5], завданням роботи стало визначення з позицій системного аналізу можливостей існуючої методологічної бази щодо побудови дієвого інформаційного фільтру підсистеми збору та контролю за об'єктами моніторингу, а у разі неможливості подолання існуючих системних протиріч формування методологічного апарату на суттєво нових принципах.

Сьогодні існує декілька загальних визначень

процесу моніторингу. Так джерело [6] дає наступне визначення цього поняття.

Моніторинг – систематичний збір та обробка інформації, яку можливо використати для покращення процесу прийняття рішення, а також, побічно, для інформування громадськості або прямо як інструмент зворотного зв'язку в цілях здійснення проєктів, оцінки програми або виробленню політики. Він несе одну з трьох організаційних функцій:

- виявлення стану критичних або змінних явищ навколишнього середовища, по відношенню до яких буде вироблений курс дій на майбутнє;
- встановлює відношення зі своїм оточенням, забезпечуючи зворотній зв'язок, у відношенні колишніх впад та невдач конкретної політики або програми;
- встановлює відповідність правилам та конкретним обов'язкам.

З погляду визначення самого процесу це поняття можна інтерпретувати наступним схематичним відображенням (рис. 1).

Спираючись на базові принципи системного аналізу, а саме – абсолютний пріоритет кінцевої цілі [7, 8], що в нашому випадку є прийняття достовірного рішення про стан настання НС, розгляд ефективності системи контролю та збору інформації неможливий без урахування принципів єдності та зв'язаності процесу моніторингу з процесом прийняття рішення [9]. Тільки в такій постановці можливе наступне ствердження – дієвість системи моніторингу за критерієм – визначення високого рівня достовірності рішення про можливість або неможливість виникнення НС – як кінцевого результату її функціонування, обумовлена:

- по-перше, застосуванням того чи іншого базового методу прийняття рішення [10];
- по-друге, базового методу прийняття рішення, який застосовується на етапі діагностики проблеми та формування обмежень (іншими словами базовий метод для формування інформаційного фільтру підсистеми збору та контролю).

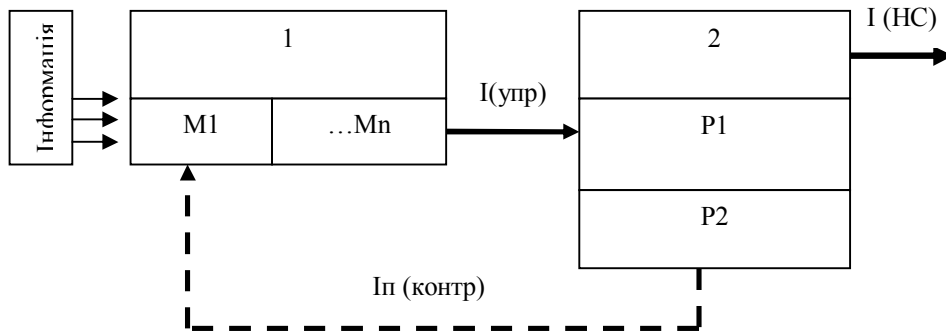


Рис. 1. Функціональна схема процесу моніторингу НС виходячи з загального поняття [6]:

- 1 – система моніторингу,
 - M1 – підсистема контролю та збору інформації,
 - Mn – підсистеми моніторингу (обробка, відображення тощо),
- 2 – система прийняття управлінських рішень,
 - P1 – базовий метод прийняття управлінського рішення,
 - P2 – базовий метод для формування інформаційного фільтру,
- I (упр) – інформація про критичний стан зміни параметрів, яка забезпечує процес прийняття управлінського рішення,
- I(НС) – інформація про можливість або неможливість виникнення НС відповідного характеру,
- Ip(контр) – інформація щодо переліку, природи та діапазонів параметрів контролю

Останній в свою чергу є визначальним щодо переліку, природи та діапазонів параметрів контролю (іншими словами параметрами інформаційного фільтру).

В той же час існуюча нормативна база [11], яка регламентує формування та функціонування системи моніторингу НС в Україні спирається на наступне визначення моніторингу НС, а саме: моніторинг надзвичайних ситуацій – це система безперервних спостережень, лабораторного та іншого контролю для оцінки стану захисту населення і територій та небезпечних процесів, які можуть призвести до загрози або виникнення надзвичайних ситуацій, а також своєчасне виявлення тенденцій до їх зміни.

Це визначення залишає поза уваги механізм формування параметрів інформаційного фільтру Ip(контр) (рис. 1) в системі моніторингу, що призводить до досить суб'єктивної трактовки [12], та неоднозначності щодо визначення параметрів контролю за станом небезпечних чинників НС в нормативній літературі [12 – 16], а здебільш у її відсутності.

Втім такий стан речей має і об'єктивні передумови. Аналіз існуючого різноманіття методів прийняття рішення [17] дозволяє стверджувати, що в якості базового методу прийняття рішення щодо виникнення НС як правило використовують методи прийняття рішення в умовах невизначеності, натомість в якості базового методу для формування інформаційного фільтру – методи ситуаційного аналізу, або методи моделювання, які в силу існуючих обмежень унеможливають формування ін-

формаційного потоку достатнього для дієвого прийняття рішення методами більш високого порядку, без додаткової обробки інформації та накладення додаткових обмежень.

З погляду найбільшої інформаційної сумісності та дієвості інформаційних потоків достатньо збігу інформаційних вимог базового методу прийняття рішення щодо НС та можливостей які формуються за рахунок застосування інформаційного фільтру.

$$I(\text{упр}) \cong I_p(\text{контр}) . \quad (1)$$

Ідеальним слід вважати збіг базового методу прийняття рішення з базовим методом для формування інформаційного фільтру.

$$P1 \cong P2 . \quad (2)$$

Для подолання об'єктивної інформаційної неузгодженості був проведений аналіз [18 – 26] базових методів P2 з позиції можливості формування в рамках їх методологічного апарату дієвого інформаційного фільтру системи моніторингу різного рівня (об'єктовий, регіональний, державний). (табл. 1).

Як бачимо, виконання рівняння (1) в рамках існуючого методологічного апарату, без додаткової обробки, неможливе, в наслідок чого суттєва частина інформаційних потоків залишається не затребуваною.

З метою формування дієвої методології щодо створення інформаційного фільтру розглянемо об'єкту моніторингу НС у загальній трактовці, а саме стан природно-соціально-технічного об'єкту (системи).

Результати порівняльного аналізу
можливостей базового методу для формування інформаційного фільтру

Базовий метод для формування інформаційного фільтру (P2)	Можливості сформованого інформаційного фільтру	Недоліки сформованого інформаційного фільтру	Вимоги до базового методу прийняття рішення (P1)
1	2	3	4
Методи ситуаційного аналізу			
Кейс метод	Детермінований потік інформації будь-якої природи без чітких діапазонів, формалізованого або неформалізованого характеру	Неоднорідні потоки інформації (можливість виникнення надмірності або недостатності). Фільтр суб'єктивно змінний.	методи прийняття рішення в умовах невизначеності, з додатковою обробкою інформації. Наявність статистичного центру
Мозкова атака	Потік інформації будь-якої природи без чітких діапазонів, формалізованого або неформалізованого характеру	Неоднорідні потоки інформації (можливість виникнення надмірності або недостатності). Фільтр суб'єктивно змінний, конфліктний	методи прийняття рішення в умовах невизначеності, з додатковою обробкою інформації. Наявність експертного центру
Дворівневе анкетування	Потік інформації будь-якої природи в діапазоні «впливу», формалізованого або неформалізованого характеру	Потоки інформації обмежені діапазоном «впливу» на об'єкт моніторингу. Межі діапазону визначаються суб'єктивно. Фільтр суб'єктивно змінний	методи прийняття рішення в умовах невизначеності, з додатковою обробкою інформації.
Факторний аналіз	Інформація однієї природи, або наявність аналітичних залежностей між факторами різної природи в діапазоні впливу	Інформаційний потік та діапазони впливу обмежені можливостями аналітичного взаємозв'язку та статистикою однохарактерних НС. Фільтр об'єктивно змінний	методи прийняття рішення в умовах невизначеності, з додатковою обробкою інформації.
Багатомірне шкалювання	Інформація однієї природи, або наявність аналітичних залежностей між факторами різної природи в діапазоні впливу	Інформаційний потік та діапазони впливу обмежені можливостями аналітичного взаємозв'язку та статистикою однохарактерних НС. Зменшення інформаційного потоку. Фільтр об'єктивно змінний	методи прийняття рішення в умовах невизначеності, з додатковою обробкою інформації
Методи моделювання			
Моделі теорії ігор		Не застосовують в наслідок відсутності конкурентної боротьби в системі моніторингу НС	
Моделі теорії масового обслуговування	Додаткова інформація щодо оптимізації інформаційних потоків	Відсутня інформація щодо чинників небезпек та їх діапазонів	Допоміжний метод, для зменшення інформаційного навантаження на систему прийняття рішень
Моделі управління запасами	Додаткова інформація організаційного плану щодо оптимізації наявних технічних, людських ресурсів	Відсутня інформація щодо чинників небезпек та їх діапазонів	Допоміжний метод, для оптимального використання наявних ресурсів для організації дієвої системи моніторингу

1	2	3	4
Імітаційне моделювання	Інформаційні потоки будь-якої природи формалізованого типу	Інформаційні потоки обмежені складністю імітаційної моделі та взаємозв'язком перемінних різної природи в рамках моделі	Методи прийняття рішення в умовах невизначеності, з додатковою обробкою інформації
Економічний аналіз	Додаткова інформація організаційного плану щодо оптимізації наявних економічних ресурсів	Відсутня інформація щодо чинників небезпек та їх діапазонів	Допоміжний метод, для оптимального використання наявних ресурсів для організації дієвої системи моніторингу
Оптимальне лінійне програмування	Інформаційні потоки однієї природи формалізованого типу	Інформаційні потоки суттєво обмежені, та потребують встановлення чітких залежностей	методи прийняття рішення в умовах невизначеності, з додатковою обробкою інформації
IDEF – моделювання	Динамічні потоки даних відновлені із статистичних детермінованого характеру	Висока складність, наявність значної статистичної інформації різної природи об'єкту моніторингу	Допоміжний метод, у разі вивчення «історії» процесу або явища

Існування останньої можливо інтерпретувати наступним чином (рис. 2).

Розгляд системи моніторингу з позиції: дієвий кінцевий результат – ефективне рішення щодо кри-

тичності виникнення надзвичайної ситуації, як похідна ефективного інформаційного фільтру дозволить сформулювати загальні положення «методу критичних та ускладнюючих сигналів».

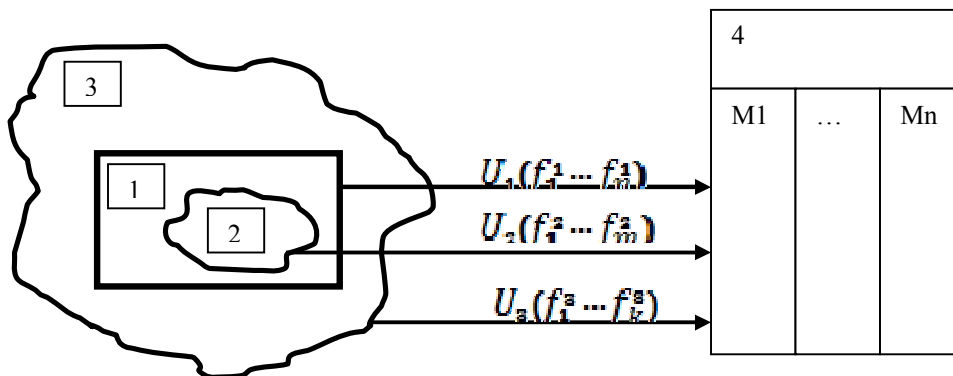


Рис. 2. Схема «Методу критичних та ускладнюючих сигналів»:

- 1-3 - природно-соціально-технічна система:
 - 1 – стан системи який характеризується основними чинниками небезпеки або основний критичний вектор сигналів;
 - 2 та 3 – стан системи які характеризуються ускладнюючими чинниками небезпеки відповідно внутрішнього та зовнішнього характеру або ускладнюючі вектори сигналів,
- 4 – система моніторингу НС з відповідними підсистемами M1 (збору та контролю)... Mn;
- $U_1(f_1^1 \dots f_n^1)$; $U_2(f_1^2 \dots f_m^2)$; $U_3(f_1^3 \dots f_k^3)$ – потоки сигналів, які характеризують ініціюючі чинники небезпеки критичного та ускладнюючого характеру)

Беручи за основу правило трьох сигналів [27] та аналіз статистичних даних аварій [28 – 30] складних природно-соціально-технічних систем, визначимо основні положення запропонованого підходу:

1) критичні та ускладнюючі сигнали, що надходять мають різну природу та виключно свій діапазон критичності, відповідно не потребують додаткової обробки, якщо це не є умовою технічних приборів виміру, та мають такий формалізований вигляд:

$$[0 \dots U_{\text{уск}} \dots U_{\text{крит}}] \text{ або } [0 \dots U_{\text{уск}}] \cup [U_{\text{уск}} \dots U_{\text{крит}}]; \quad (3)$$

2) спостереження критичних сигналів здійснюються в частині діапазонів $[U_{\text{уск}} \dots U_{\text{крит}}]$. Виконання будь-яким основним небезпечним фактором рівняння

$$U_1(f_1^1) = U_{\text{крит}}^i; \quad (4)$$

відповідає критичному стану за основними ініціюючими факторами;

3) спостереження ускладнюючих сигналів здійснюється в частині діапазону $[U_{\text{уск}} \ U_{\text{крит}}]$. Виконання будь-якими 3-ма ускладнюючими (або основними) факторами рівняння

$$U_j(f_1^j) > U_{\text{уск}}^{ji}; \quad (5)$$

- дорівнює виконанню рівняння (4), та відповідно свідчить про розвиток НС, якщо навіть жодного основного ініціюючого фактору небезпеки не визначено в межах критичної точки $U_{\text{крит}}$;

4) для спрощення процесу контролю та збору інформації потоки сигналів $U_1(f_1^1 \ f_n^1)$; $U_2(f_1^2 \ f_m^2)$;

$U_3(f_1^3 \ f_k^3)$ можливо поділити на окремі частини, що відрізняються щодо своєї природи, технології контролю та збору тощо:

$$U_j(f_1^j \ f_n^j) = \sum_k U_j^k(f_1^{jk} \ f_n^{jk}), \quad (6)$$

- при цьому виконання окремою частиною потоку сигналів рівняння

$$U_j^k(f_1^{jk} \ f_n^{jk}) > U_{\text{уск}}^{jk} \quad (7)$$

- дорівнює виконанню рівняння (5), а

$$U_j^k(f_1^{jk} \ f_n^{jk}) = U_{\text{крит}}^{jk} \quad (8)$$

- дорівнює виконанню рівняння (4);

5) в загальному випадку межу для сигналу ускладнення можливо розраховується відповідно до наступних припущень (рис. 3):

- основні та ускладнюючі фактори (обсягом – 3) досягли межі ускладнення одночасно;
- вони всі однаково небезпечні, з точки зору настання критичної ситуації (НС);
- досвід з визначення межі ускладнення за даним типом НС не існує (суттєво обмежений)

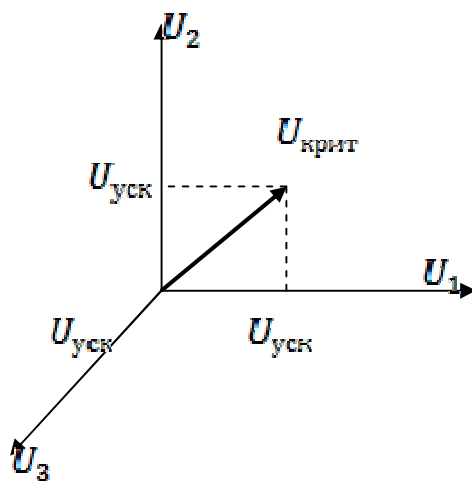


Рис. 3. Графічне визначення межі ускладнення для загального випадку 5

Враховуючи припущення та інтерпретуючи графічне зображення, отримуємо наступну межу ускладнюючих сигналів, для окремого випадку 5.

$$U_{\text{уск}} = \frac{U_{\text{крит}}}{\sqrt{3}}. \quad (9)$$

У загальному випадку порогові значення для основних факторів здебільш визначенні у нормативній літературі. Відповідно інтерпретуючи основні фактори як ускладнюючі для низки НС, та відповідно здійснюючі зворотню процедуру можливо отримати діапазони впливу ускладнюючих факторів.

Відповідно подальше корегування можна здійснювати двома способами:

1. Формалізований підхід припускає систематичний збір наступної інформації:

- об аваріях та НС;
- щодо змін нормальних умов діяльності;
- щодо прийнятних умов вирішення проблеми попередження аварії та НС;
- щодо втрачених можливостей (з причин формальної оптимізації параметрів).

Подібний формальний підхід не завжди можливо здійснити, як з об'єктивних, так суб'єктивних причин.

2. Неформалізований підхід – це практично періодичний експрес аналіз порогових значень з урахуванням набутого досвіду та межами компетенції зацікавлених експертів.

Висновки

Підсумовуючи наведений методологічний підхід, зазначимо можливість виконання рівняння (2) для моніторингу НС техногенного та природного характеру для низки класів, що є метою наступних досліджень.

В той же час в роботі розроблено метод критичних та ускладнюючих сигналів для систем моніторингу НС різного характеру, як базового методу щодо формування дієвого інформаційного фільтру так і базового методу щодо прийняття рішення про критичний стан об'єкту моніторингу.

Список літератури

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: www.mns.gov.ua/content/annual_report_2013.html.
2. Макиев Ю.Д. Аннотация на монографию «Современные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций» / Ю.Д. Макиев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2014. – Том 4, № 1(6). – С. 85-90.
3. Малышев В.П. Разработка концепции комплексной системы обеспечения природно-техногенной безопасности жизнедеятельности населения и территорий / В.П.Малышев, С.В. Горбунов, В.М. Кондратьев-Фирсов, Г.В. Руденко // Стратегия гражданской защиты: про-

блемы и исследования. – 2012. – Том 2, № 1(2). – С. 91-92.

4. Макиев Ю.Д. Современные тенденции природных бедствий и развитие системы мониторинга бедствий и катастроф в России / Ю.Д. Макиев // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2012. – Том 2, № 1(2). – С. 64-69.

5. Поспелов Б.Б. Алгоритм оптимальной обработки информации множества датчиков в системах мониторинга объектов повышенной опасности / Б.Б. Поспелов, Р.И. Шевченко // Проблемы чрезвычайных ситуаций. – Х., 2013. – С. 166-178.

6. Поняття моніторингу [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.wikipedia.org>.

7. Данелян Т.Я. Теория систем и системный анализ (ТСuСА) / Т.Я. Данелян. – Евразийский открытый институт, 2010. – 303 с.

8. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – Дашков и К°, 2010. – 640 с.

9. Клиланд Д. Системный анализ и целевое управление / Д. Клиланд, В. Кинг. – М.: Сов. радио, 1974. – 280 с.

10. Бодров В.И. Математические методы принятия решений: учеб. пособие / В.И. Бодров, Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос.тех. ун-та, 2004. – 124 с.

11. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

12. Абрамов Ю.О. Мониторинг надзвичайних ситуацій: підручник / Ю.О. Абрамов, Є.М. Гринченко, О.Ю. Кіропчкін та ін. – Х.: АЦЗУ, 2005. – 530 с.

13. Беляев В.А. Технологии справедливости техногенного мира / В.А. Беляев. – М.: Красанд, 2010. – 200 с.

14. Булгаков С.Н. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / С.Н. Булгаков, А.Г. Тамразян, И.А. Рахман и др. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012. – 304 с.

15. Дергачева Е.А. Философия техногенного общества / Е.А. Дергачева. – М.: Ленанд, 2011. – 218 с.

16. Дорожко С.В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность. В 3 частях. Часть 1. Чрезвычайные ситуации и их предупреждение / С.В. Дорожко, И.В. Ролевич, В.Т. Пустовит. – М.: Дикта, 2010. – 292 с.

17. Лукичёва Л.И. Управленческие решения: учебник по специальности "Менеджмент организации" / Л.И. Лукичёва, Д.Н. Егорычев; под ред. Ю.П. Аниксина. – 6-е изд., стер. – М.: Омега-Л, 2011. – 384 с.

18. Грунина Г.С. Решение многокритериальных задач оптимизации в условиях неопределенности на основе метода анализа иерархий и теории нечетких множеств: автореф. дис... канд. техн. наук / Грунина Г.С.; Московский государственный университет им. Баумана. – М., 1998. – 20 с. – рус.

19. Зайченко Ю.П. Исследование операций: Нечеткая оптимизация / Ю.П. Зайченко. – К.: Высшая школа, 1991. – 191 с.

20. Иванченко В.И. Проблема неопределенности в задачах принятия решения / В.И. Иванченко, В.А. Лабковский. – К.: Наукова думка, 1990. – 132 с.

21. Кофман А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Хил Алуха Х. – Минск: Выш. шк., 1992. – 224 с.

22. Мамиконов А.Г. Принятие решений информация / А.Г. Мамиконов. – М.: Наука, 1983. – 183 с.

23. Науман Э. Принять решение – но как ? / Э. Науман. – М.: Мир, 1987. – 198 с.

24. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский. – М.: Наука, 1981. – 194 с.

25. Райфа Х. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности / Х. Райфа. – М.: Наука, 1989. – 408 с.

26. Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке / В.Б. Силов. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 120 с.

27. Хадсон П. Правило трех сигналов / П. Хадсон, Д. Ван дер Грааф, Р. Брайден [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://hrm.ru/amt-training.ru/content/articles/22911/>.

28. Обзор статистики авиакатастроф в мире [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://deit.name/2011/>.

29. Статистика аварий на ядерных объектах [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.godmol.ru/ekologija/179-statistika-avarij.html>.

30. Аварии на гидротехнических сооружениях [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://alfaexp.ru/avarii-na-gidrotehnicheskikh-sooruzheniyah.html>.

Надійшла до редколегії 17.03.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КРИТИЧЕСКИХ И УСЛОЖНЯЮЩИХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ФИЛЬТРА ПОДСИСТЕМЫ СБОРА И КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Р.И. Шевченко

В работе проведен анализ возможностей существующей методологической базы по построению эффективного информационного фильтра подсистемы сбора и контроля за объектами мониторинга. Разработан метод критических и усложняющих сигналов для систем мониторинга чрезвычайных ситуаций различного характера.

Ключевые слова: мониторинг чрезвычайных ситуаций, системный анализ, информационный фильтр, метод критических и усложняющих сигналов.

METHOD DEVELOPMENT AND CRITICAL COMPLICATING SIGNAL FILTER FOR FORMATION OF INFORMATION COLLECTION AND CONTROL SUBSYSTEM OF MONITORED EMERGENCIES

R.I. Shevchenko

This paper analyzes the existing opportunities methodological framework to build an effective filter subsystem information collection and control of the monitor. The method of critical and complicating signal monitoring systems for emergencies of various kinds.

Keywords: monitoring emergencies, systems analysis, information filter method and complicating critical signals.