

УДК 614.8

О. А. Левтеров, к.т.н., с.н.с., доц. каф. (ORCID 0000-0002-1475-1281)
Р.І. Шевченко, к.т.н., с.н.с., нач. наук. відділу (ORCID 0000-0001-9634-6943)
Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

АПАРАТНО-ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ З ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ

В роботі розглянуті технічні та організаційні параметри процесу формування, передачі та обробки інформації щодо поширення надзвичайних ситуацій природного характеру на місцевому та регіональному рівнях поширення небезпеки, визначені основні технічні параметри та їх діапазони застосування спеціалізованих апаратно-програмних засобів з протидії поширення відповідних надзвичайних ситуацій. Сформовані умови ефективного застосування спеціалізованих апаратно-програмних засобів із скорочення негативних наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру, насамперед надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, які пов'язані з інфекційними захворюваннями людей. З урахуванням наведених умов, визначена архітектура та розроблено апаратно-програмні засоби інтерактивного комплексу з підтримки управлінських рішень керівником ліквідації надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, які пов'язані з інфекційними захворюваннями людей. Зазначений інтерактивний комплекс зі скорочення негативних наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру складається з серверу баз даних, який реалізує систему управління базами даних та знань; серверу додатків та правил, які реалізують систему прийняття рішень; цифрових мобільних джерел інформації та програмних продуктів, які реалізують розроблені авторами математичні моделі та організаційно-технічні методи. З метою перевірки ефективності застосування розроблених спеціалізованих апаратно-програмних засобів протидії поширення надзвичайних ситуацій природного характеру, була проведена серія імітаційних експериментів та натурних випробувань із залученням в якості первинних ідентифікаторів небезпек, осіб з різною функціональною підготовкою. Аналіз отриманих результатів дозволив позитивно стверджувати щодо ефективності застосування інтерактивного комплексу в різних технічних умовах його застосування.

Ключові слова: надзвичайні ситуації природного характеру, апаратно-програмні засоби, скорочення наслідків, інформаційний простір, організаційно-технічні методи скорочення

1. Вступ

Зважаючи на постійне погіршення епідемічного стану, пошук новітніх шляхів підвищення ефективності методів протидії процесам поширення небезпеки надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру пов'язаних з інфекційним ураженням людей є актуальною проблемою в Україні [1]. На користь цього свідчить і думка експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я. Останні вважають, що ситуація з хворобами сьогодні як ніколи далека від стабільності. Рівновага у світі мікробів порушена внаслідок зростання чисельності населення, стрімкої урбанізації, інтенсивних методів ведення сільського господарства, погіршення стану довкілля та неправильного застосування протимікробних препаратів. Нові захворювання виникають безпрецедентними в історії темпами. Можливості для швидкого міжнародного поширення інфекційних хвороб та їх переносників значно підвищуються завдяки авіації та поширенню міжнародного туризму. Як наслідок – зростання кількості надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру у 2018 році майже на 40 % порівняно з попередніми роками. Скорочення цих показників є пріоритетним напрямком в діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Одним з шляхів підвищення ефективності їх діяльності є впровадження

організаційно-технічних методів попередження надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, що спираються, як на загальні можливості інформаційного простору, так і на переваги сучасних інформаційно-комунікативних технологій. Застосування останніх вимагає розробки комплексу спеціалізованих апаратно-програмних засобів, підпорядкованих у свою чергу відповідним критеріям ефективності [2].

Таким чином, розробка спеціалізованих апаратно-програмних засобів з метою, як в цілому протидії процесам поширення надзвичайних ситуацій природного характеру, так і окремо надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, в інтересах підвищення ефективності функціонування підрозділів ДСНС України є актуальним та нагальним завданням.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Пошук шляхів з розв'язання проблеми скорочення наслідків надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру вимагає проведення комплексного аналізу існуючого світового та вітчизняного наукового підґрунтя.

Так в роботі [3] досягнення позитивного ефекту подолання наслідків НС базується на моделях та методах скорочення розмірності поля даних складних систем безпеки у тому числі тих, що задіяні у подоланні наслідків НС МБ характеру. Автори дослідження [4] провели порівняльний аналіз систем запобігання та протидії масштабним надзвичайним ситуаціям, у тому числі МБ характеру в Китаї та США-ЄС. Розглянути недоліки та переваги трьох та чотирьох критеріальних систем запобігання та протидії НС відповідно. Перевага надана алгоритму який враховує процеси: аналізу, попереднього розрахунку ризиків, покращення та узгодження. У роботі [5] основна увага приділена формуванню багатофакторної моделі системи безпеки масштабних НС з перевагою у розгляді на її остаточне функціонування низки факторів притаманних взаємодії ланцюга «людина-машина».

В роботі [6] визначені перспективи застосування Інтернет технологій, насамперед їх комунікативний аспект, в питаннях послаблення негативного впливу НС повільної швидкості поширення. Робота [7] присвячена розробці та впровадженню системи аварійного управління на основі інформаційно-комунікативної мережі. Наголошено на окремі позитивні результати. В роботі [8] наведені окремі практичні рекомендації зі створення регіональної системи раннього попередження НС МБ характеру з урахуванням сучасних ІКТ.

В роботі [9] розглянуто питання подолання можливих наслідків МБ характеру як імовірний сценарій розвитку масштабних аварій на небезпечних об'єктах хімічної промисловості. Ключовим аспектом визначено використання сучасних можливостей новітніх інформаційних ГІС та ВебГІС технологій. Автори роботи [10] дослідили окремі комунікаційні можливості Інтернет-технологій (ІОТ) у подоланні наслідків НС з масовим ураженням населення з урахуванням змін параметру урбанізації території ураження.

В роботі [11] досліджено досвід регіональної координації в умовах НС. Визначено дві стратегії розвитку інформаційно-комунікативного обміну: покращення внутрішніх зв'язків, покращення структурних зв'язків інформаційної мережі.

В роботі [12] автори вивчають можливості застосування в управлінському аспекті процесів мінімізації наслідків масштабних НС можливостей соціальних

мереж. Наведені методи оцінки достовірності інформації та окремі рекомендації по інтеграції подібної практики в офіційні канали управління.

В [13] піднято питання технічних обмежень та питання інформаційної безпеки. Автори роботи [14] наголошують на першочерговість спеціалізованої інформаційно-комунікативної складової в системі запобігання наслідків масштабних НС у разі мінімізації втрат серед людей з фізичними вадами.

Контекстний аналіз доповнюють публікації, які досліджують небезпечні фактори поширення сучасних НС МБ характеру, як-то атипичної пневмонії [15], різних штамів грипу [16] та ризику їх виникнення [17] з урахуванням регіональних особливостей.

Підсумовуючи сучасні тенденції наукових досліджень, слід визнати постійно зростаючий інтерес світової наукової спільноти до розширення кола методів та підходів з метою підвищення ефективності заходів протидії надзвичайним ситуаціям медико-біологічного характеру, які спричинені інфекційними захворюваннями людей.

Так необхідність створення окремої інформаційній системі реагування на спалахи захворювань DORSCON з урахуванням досвіду подолання наслідків важкого синдрому (SARS) 2003 року та пандемії грипу H1N1 2009 року було визнано пріоритетним напрямом в Республіці Сінгапур [18] у 2014 році.

Таким чином, невирішеною частиною проблеми стосовно підвищення ефективності протидії надзвичайним ситуаціям природного характеру, а саме надзвичайним ситуаціям медико-біологічної групи, є відсутність спеціалізованого апаратно-програмного забезпечення та відповідних систем підтримки дій керівника з ліквідації наслідків подібних надзвичайних ситуацій з урахуванням можливостей сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

3. Мета та завдання дослідження

Метою дослідження є розробка спеціалізованого апаратно-програмного забезпечення та створення на його базі інтерактивного комплексу з підтримки управлінських рішень керівника ліквідації надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, які пов'язані з інфекційним захворюванням людей.

Для досягнення поставленої мети треба вирішити наступні завдання:

1. Визначити параметри процесу формування та обробки інформаційних повідомлень.

2. Визначити основні параметри апаратно-програмного забезпечення інтерактивного комплексу з підтримки управлінських рішень керівника ліквідації надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, які пов'язані з інфекційним захворюванням людей.

3. Проаналізувати результати імітаційних експериментів з метою оцінки ефективності подальшого застосування спеціалізованого апаратно-програмного забезпечення.

4. Визначення параметрів процесу формування та обробки інформаційних повідомлень

Загальні аспекти управління параметрами процесу формування та обробки інформаційних повідомлень для систем спеціального призначення розглянуто в роботі [19]. Однак увага приділялась виключно системам управління різнохарактерними силами та прийняття рішення, щодо їх застосування.

У нашому випадку, мова йде про систему спеціального призначення яка стосується формування, обробки та передачі інформаційного повідомлення, як основи для подальшого управління заходами із скорочення наслідків НС МБ характеру.

Від так ключовим параметром є час $T_{u\theta}$, який складається (1) із часу виконання організаційних заходів $T_{u\theta}^O$, часу виконання технічних заходів $T_{u\theta}^T$, який визначається технічними можливостями інтерактивного комплексу стосовно швидкості передачі інформаційних повідомлень та запитів, та часом $T_{u\theta}^{\delta}$ подолання невідповідності між організаційними та технічними заходами у разі цілеспрямованого введення до системи скорочення наслідків НС МБ характеру даних, які не відповідають дійсності

$$T_{u\theta} = \sum_{j=1}^n T_{u\theta j}^O + \sum_{i=1}^m T_{u\theta i}^T + T_{u\theta}^{\delta}, \quad (1)$$

де n – кількість організаційних заходів для забезпечення необхідного рівня повноти та корисності (K_u , K_{θ}) інформаційних повідомлень, m – кількість звернень до інтерактивного комплексу.

Надалі введемо наступні припущення.

1) Час виконання організаційних $T_{u\theta}^O$ та технічних заходів $T_{u\theta}^T$, незалежні один від одного від так

$$T_{u\theta}^{\delta} = 0 \quad (2)$$

2) Заходи із забезпечення необхідного рівня параметрів K_u , K_{θ} впливають лише на величину часу $T_{u\theta}^O$. На фактичну величину часу $T_{u\theta}^T$ впливають технічні та апаратно-програмні характеристики ($z_1 \dots z_h$) інтерактивного комплексу.

$$T_{u\theta}^O(K_u, K_{\theta}) = f_{T_{u\theta}^O}(K_u, K_{\theta}), \quad (3)$$

$$T_{u\theta}^T(z_1 \dots z_h) = f_{T_{u\theta}^T}(z_1 \dots z_h).$$

3) Кількості організаційних заходів (n_g) відповідає фіксована кількість звернень до інтерактивного комплексу (m_g).

Від так з урахуванням (2–3) вираз (1) приймає вигляд

$$T_{u\theta} = \sum_{j=1}^{n_g} T_{u\theta j}^O(K_u, K_{\theta}) + \sum_{i=1}^{m_g} T_{u\theta i}^T(z_1 \dots z_h). \quad (4)$$

Тоді загальний час (4) проведення заходів із скорочення наслідків НС МБ характеру повинен бути менший за величину часу інкубаційного періоду T_{MB}^{latent} прояву небезпеки МБ у первинного ідентифікатора джерела небезпеки з урахуванням його перетворення у подібне джерело небезпеки, а саме

$$T_{u\theta} < T_{MB}^{latent} . \quad (5)$$

Умови (4–5) в цілому можливо розглядати в якості критерію ефективності застосування формуємих апаратно-програмних засобів інтерактивного комплексу з підтримки управлінських рішень керівником ліквідації НС МБ характеру.

5. Визначення параметрів апаратно-програмного забезпечення інтерактивного комплексу

З аналізу критеріїв зовнішнього управління [20] в умовах НС, для переважної більшості повідомлень о потенційних небезпеках НС та повідомлень зворотного зв'язку, матиме місце дискретний характер передачі інформації у вигляді пакетів даних щодо порогових перевищень окремих параметрів об'єкту контролю та додаткових даних у відповідності до критеріїв прийняття рішення, які застосовуються кінцевим споживачем інформації рис. 1.

Структура процесу передачі інформаційних повідомлень в цих випадках – канална. Для якої системно-формуєчим можна вважати критерій середнього ризику [20].



Рис. 1. Структура процесу формування та передачі інформаційних повідомлень в умовах поширення наслідків НС МБ характеру

Проаналізувавши вимоги критеріїв управління до інформаційного повідомлення про стан безпеки МБ характеру в частині їх достовірності та придатності до обробки в умовах функціональної критичності системи скорочення наслідків НС МБ характеру у випадках організації заходів місцевого і регіонального рівня слід зазначити наступне:

1) Єдиного універсального критерію визначення достовірності дискретних елементів інформаційних повідомлень про стан безпеки МБ характеру не існує.

2) З поширенням площі НС достовірність отриманої інформації буде зменшуватися з наростаючою швидкістю та залежатиме від природи інформаційного простору.

3) Фактично, раніше висунуте в роботі [20] припущення стосовно межі стабільно допустимих значень на рівні $4\Delta t$ (де Δt – середній час затримки мережевих інформаційних повідомлень) для забезпечення достовірності

інформації не відповідає вимогам функціонування інтерактивного комплексу та потребує перегляду, в бік зменшення, до інтервалу $[\Delta t \dots 1,5 \div 2\Delta t]$.

У разі реалізації мереже-центричної схеми організації процесу формування та обробки інформаційних повідомлень стосовно поширення наслідків НС МБ характеру (рис. 1) у випадку НС «особливо рідких проявів» та «рідких проявів» слід додати методологічну базу з оцінки «мережевої» достовірності.

Незважаючи на чисельність підходів, існує суттєвий недолік їх застосування у випадку оцінки достовірності інформаційного повідомлення, що надходить за каналами мереже-центричної схеми організації процесу формування та обробки інформаційних повідомлень, а саме—зазначені моделі не враховують той факт, що мережа може об'єднувати лінії зв'язку з різними фізичними параметрами, технологіями передачі та джерелами перешкод.

У разі організації мереже-центричного процесу формування та передачі інформаційних повідомлень стосовно поширення наслідків НС МБ характеру – особливої уваги потребує вибір архітектури засобів контролю достовірності інформаційних повідомлень який реалізовано в інтерактивному комплексі.

Слід зазначити, що практична реалізація різних варіантів розміщення засобів контролю достовірності на сервері правил, як найбільш функціонально ефективного в умовах процесу формування та передачі інформаційних повідомлень стосовно поширення наслідків НС МБ характеру, в мереже-центричній архітектурі виглядає наступним чином:

- 1) Правила контролю достовірності інформаційних повідомлень розміщуються на сервері правил у вигляді динамічних бібліотек.
- 2) Правила контролю достовірності інформаційних повідомлень розміщуються на сервері баз даних у вигляді тригерів та виконавчих процедур.
- 3) Правила контролю достовірності інформаційних повідомлень розміщуються частково на сервері правил у вигляді динамічних бібліотек та частково на сервері баз даних у вигляді тригерів та виконавчих процедур.

Остаточний варіант архітектури інтерактивного комплексу зі скорочення негативних наслідків НС МБ характеру наведено на рис. 2.

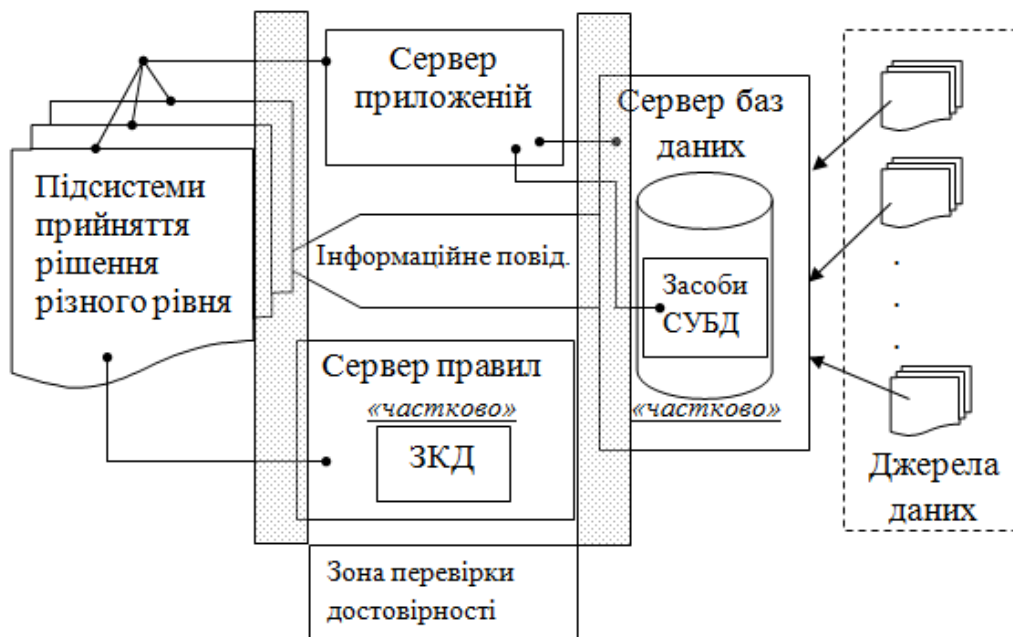


Рис. 2. Архітектура ЗКД для часткової перевірки достовірності інформаційних повідомлень в зоні відповідальності підсистеми прийняття рішення і СУБД

Сучасний розвиток технічних засобів контролю дозволяє забезпечити ефективний рівень перевірки достовірності інформаційних повідомлень щодо стану небезпеки МБ характеру в критичних умовах їх формування та передачі.

Окремо зазначимо параметри які необхідно враховувати під час розробки апаратно-програмних засобів інтерактивного комплексу. На рівні апаратно-програмної реалізації клієнтського додатку: координати джерела МБ небезпеки; час формування та передачі повідомлення (час затримки в наслідок завантаженості каналу та архітектурної реалізації комплексу); час встановлення зв'язку в системі «клієнт»–«сервер». На рівні апаратно-програмної реалізації серверної частини: час формування та передачі повідомлення (час затримки); час встановлення зв'язку в системі «сервер»–«сервер». Схема реалізації інтерактивного комплексу наведена рис. 3.

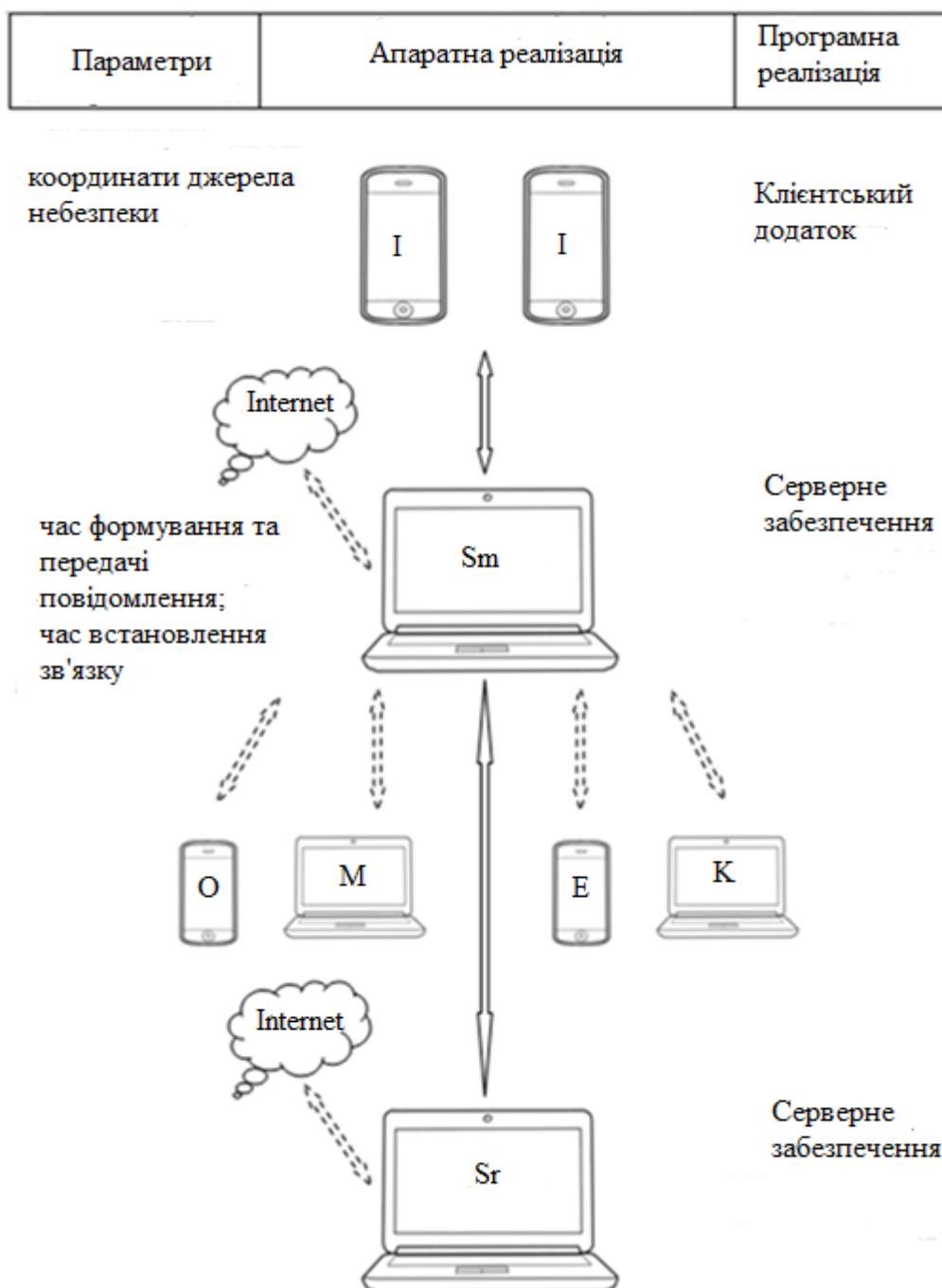


Рис. 3. Структура апаратно–програмної реалізації інтерактивного комплексу

На рис. 3. використані наступні позначення: I – апаратні засоби первинної ідентифікації небезпеки МБ характеру з наступними основними технічними характеристиками не гіршими за: стандарт, частотний діапазон–2G GSM, 3G WCDMA; мобільний Інтернет GPRS, EDGE, 3G; операційна система Android; Sm та Sr – апаратні засоби серверів з обробки інформації щодо стану поширення МБ небезпеки. Вона має наступні технічні характеристики: 15.6" (1366x768) LED / Intel Celeron Dual Core T3500 (2.1 ГГц) / RAM 2 ГБ / HDD 320 ГБ / Intel GMA 4500M / DVD Super Multi / LAN / Wi-Fi / веб-камера / Window 7 Starter Edition; Internet – соціальні мережі та хмарні технології збереження даних на платформах Google, Amazon або Microsoft. Крім цього визначені як O, M, E, K – клієнтські додатки з характеристиками (I) або інші засоби Інтернет телефонії.

6. Результати імітаційних експериментів та оцінка ефективності застосування спеціалізованого апаратно-програмного забезпечення

Експериментальна частина роботи виконувалась під час проведення щорічних комплексних оперативно-тактичних навчань на базі кризового центру Національного університету цивільного захисту України. В якості первинних ідентифікаторів (I) небезпеки МБ характеру залучались курсанти 4-го курсу факультету цивільного захисту НУЦЗУ, які мали первинну підготовку в якості користувачів клієнтського додатку інтерактивного комплексу. В якості операторів серверної частини, як місцевого (Sm) так і регіонального (Sr) рівня обробки інформації залучались слухачі магістратури управління Національного університету цивільного захисту України, які на день проведення оперативно-тактичних навчань мали досвід практичної роботи не менше 3-х років, а також досвід роботи на посадах управлінського ланцюга. В якості операторів клієнтських додатків закладів системи освіти (O), медицини (M), епідемічного надзору (E) та інших організацій (K) залучались слухачі магістратури Національного університету цивільного захисту України з досвідом практичної роботи до 3-років.

Перша група експериментів здійснювалась за умов передачі та обробки інформаційних повідомлень стосовно поширення наслідків МБ характеру, при швидкості в мережі $v_{\text{Inter}} = 100$ Мбіт/с. Результати експериментів наведено в табл. 1.

Друга група експериментів здійснювалась в умовах передачі та обробки інформаційних повідомлень стосовно поширення наслідків МБ характеру при швидкості в мережі $v_{\text{Inter}} = 10$ Мбіт/с. Результати експериментів наведено в табл. 2.

Табл. 1. Результати першої групи експериментів з апробації інтерактивного комплексу

Номер експерименту	Етап роб-го циклу	Мах кількість мережевих повідомлень N_{Inter}^g	Час середньої затримки мережевих повідомлень $\Delta_{[G]}$ (мс)		Мах час формування повідомлень оператором $t_{\text{max}}^{\text{I2op}}$ (сек)	
			Очікуваний	Фактичний	Очікуваний	Фактичний
1	0	8	0,03	0,0336	270	237
2	1	8	0,03	0,0276	225	207
3	2	8	0,03	0,0366	236	250
4	3	8	0,03	0,0354	247	281
...						
5	4	8	0,03	0,0285	292	301

Табл. 2. Результати другої групи експериментів з апробації інтерактивного комплексу

Номер експерименту	Етап роб-го циклу	Мах кількість мережевих повідомлень N_{Inter}^g	Час середньої затримки мережевих повідомлень $\Delta_{[G]}$ (мс)		Мах час формування повідомлень оператором t_{max}^{I2op} (сек)	
			Очікуваний	Фактичний	Очікуваний	Фактичний
1	1-1	8	0,41	0,369	225	221
2	1-2	8	0,41	0,4264	236	245
3	1-3	8	0,41	0,3772	247	267
4	2-1	8	0,41	0,3731	225	212
...						
50	2-2	8	0,41	0,3977	236	237

Перевірка (рис. 4–5) підтвердила, що результати експериментів належать до нормального розподілу.

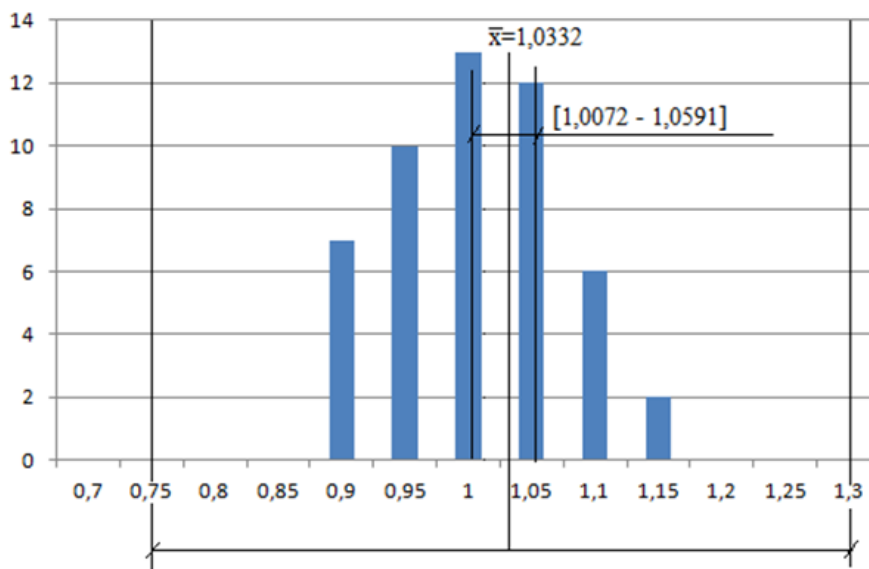


Рис. 4. Гістограма результатів розподілу вибірки 1-ої групи експериментів

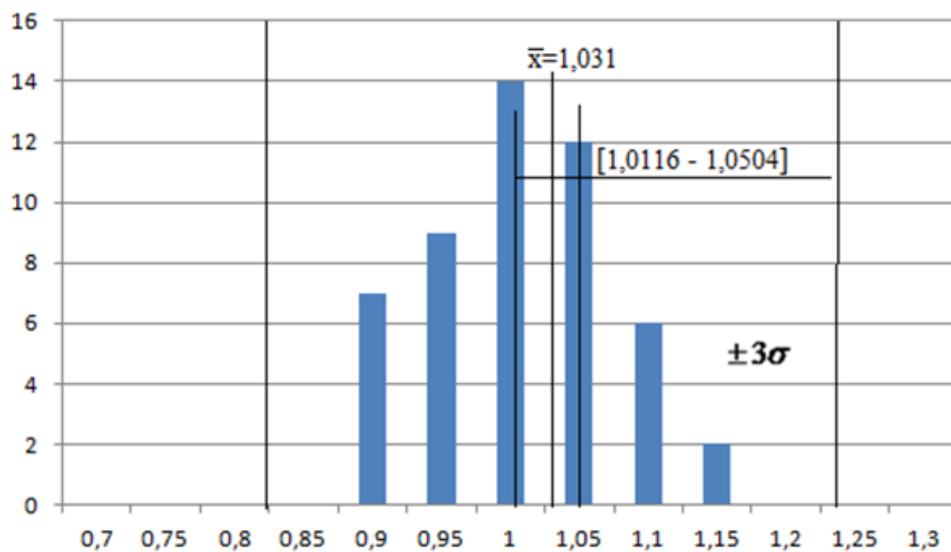


Рис. 5. Гістограма результатів розподілу вибірки 2-ої групи експериментів

Від так у подальшому можливо вважати, що у разі застосування інтерактивного комплексу на базі розроблених апаратно-програмних засобів з підтримки управлінських рішень керівника з ліквідації надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру, вірогідність стійкого функціонування за призначенням у технічному аспекті складатиме понад 90 %.

7. Обговорення результатів дослідження

В результаті проведеного дослідження вдалося вирішити актуальну, на сьогодні, науково-практичну задачу зі створення спеціалізованих апаратно-програмних засобів щодо скорочення негативних наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру, а саме групи медико-біологічних надзвичайних ситуацій пов'язаних з інфекційним захворюванням людей. Запропонований підхід до розробки спеціалізованих апаратно-програмних засобів суттєво вирізняється від відомих прототипів як першого, так і другого покоління, наявністю сучасних важилів інформаційно-комунікативного впливу на середовище поширення медико-біологічної загрози систем на базі Інтернет та IP технологій. Окремі спроби пілотного впровадження здійсненого протягом 2018 року в підрозділах ЄДСЦЗ України, які розташовані на території Харківської області, дозволяють стверджувати про значне підвищення функціональної спроможності практичних підрозділів ЄДСЦЗ України щодо подолання постійно зростаючого розноманіття небезпек медико-біологічного характеру. Однак в ході окремих реалізацій виявленна досить чітка залежність можливостей застосування зазначених спеціалізованих апаратно-програмних засобів від якості мережі Інтернет в зоні протидії надзвичайним ситуаціям. І якщо зниження швидкості передачі інформаційних повідомлень в мережі Інтернет зі 100 до 10 Мбіт/с не призводить до втрати функціональної стійкості процесу попередження надзвичайних ситуацій, оскільки виконується необхідна умова ефективності застосування апаратно-програмних засобів, то наявність білих плям в зоні попередження надзвичайних ситуацій може, призводити до невизначеності щодо достатньої умови ефективності застосування апаратно-програмних засобів. Також негативний вплив на виконання достатньої умови ефективності мають недостатні навички операторів щодо обробки інформаційних повідомлень які надходять від первинних ідентифікаторів безпеки.

8. Висновки

1. В роботі визначені умови ефективного застосування спеціалізованих апаратно-програмних засобів із скорочення негативних наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру, а саме групи медико-біологічних надзвичайних ситуацій, які пов'язані з інфекційними захворюваннями людей. Необхідна умова ефективності застосування полягає у виконанні співвідношення між часом технічних затримок щодо обробки інформаційних повідомлень в спеціалізованих апаратно-програмних засобах та часом проведення організаційної частини заходів стосовно попередження поширення наслідків надзвичайних ситуацій для різних умов інформаційно-комунікативного простору поширення безпеки. Достатня умова ефективності полягає у не перевищенні загального часу проведення організаційно-технічних заходів з попередження надзвичайної ситуації часу перетворення первинного ідентифікатора джерела безпеки у вторинне джерело безпеки.

2. Розроблено інтерактивний комплекс з підтримки управлінських рішень керівником ліквідації надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру.

Останій являє собою сервер баз даних, який реалізує систему управління базами даних та знань; сервер додатків та правил, які реалізують систему прийняття рішень; цифрові мобільні джерела інформації та програмні продукти, які реалізують авторські математичні моделі та організаційно-технічні методи.

3. Експериментально доведено, що вірогідність стійкого функціонування запропонованих у роботі спеціальних апаратно-програмних засобів становить понад 90 %. В той же час, подальші дослідження необхідно орієнтувати на розробку заходів із забезпечення стійкості якісних та кількісних показників покриття мережі Інтернет в зоні попередження надзвичайних ситуацій та підвищення практичних навичок операторів з обробки інформаційних повідомлень щодо поширення небезпеки.

Література

1. Шевченко Р. І. Формування математичної моделі організаційно-технічного методу скорочення негативних наслідків надзвичайних ситуацій медико-біологічного характеру регіонального рівня поширення небезпеки. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. ХНАМГ. 2018. № 142. С. 124–131.

2. Шевченко Р. І. Розробка інтерактивного комплексу із запобігання процесу розповсюдження небезпек медико-біологічного характеру. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. Львів: НАСВ ім. Петра Сагайдачного. 2018. С. 287.

3. Wu Chao Data Field of Complex Safety System and Its Dimensionality Reduction Model Ouyang Qiu-mei. China Safety Science Journal. 2017. URL: http://oversea.cnki.net/kns55/oldNavi/n_Catalog.aspx?NaviID=48&Flg=local&YearID (дата звернення 15.01.2019).

4. Zhuang Yue Constructing Effective Mechanism of Reflection on Major Accidents Zhang Supei. China Safety Science Journal. 2017. URL: http://oversea.cnki.net/kns55/oldNavi/n_Catalog.aspx?NaviID=48&Flg=local&YearID (дата звернення 15.01.2019).

5. Li Naiwen Study on Concentration and Attenuation of Safety Attention Based on System Dynamics. China Safety Science Journal. 2017. URL: http://oversea.cnki.net/kns55/oldNavi/n_Catalog.aspx?NaviID=48&Flg=local&YearID (дата звернення 15.01.2019).

6. Zhu Shunbing, Wei Qiuping, Du Chunquan Study and prospect on the application of Internet of Things in perceiving Safety. China Science Journal. 2010. № 20. P. 164–170. URL: <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm/26/4> (дата звернення 15.01.2019).

7. Zhang Liang Design and Implementation of Emergency Management System Based on WSID Network. Communic Technology. 2009. № 42, P. 147–176. URL: <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm/26/4> (дата звернення 15.01.2019).

8. Yao Guo-zhang A Study on Building the Emergency Early Warning System of Jiangsu Province. Journal of Nanjing University of Post Telecommunications. 2008. № 10. P. 5–16. URL: <http://www.dissercat.com/content> (дата звернення 15.01.2019).

9. Qian Yu Research on the Emergency Response System of Major Dangerous Chemical Accident on Highway based on the GIS. International Symposium on Safety Science and Technology. 2012. P. 716-721. URL: <http://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering> (дата звернення 15.01.2019).

10. Chunquan Du Research on Urban Public Safety Emergency Management Early Warning System based on Technologies for the Internet of Things. International

Symposium on Safety Science and Technology. 2012. P. 748–754. URL: <http://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering> (дата звернення 15.01.2019).

11. Jared A. Grunwald Identifying and resolving coordinated decision making breakdowns in emergency management. *Int. J. of Emergency Management*. 2017. P. 68–86. URL: <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm> (дата звернення 15.01.2019).

12. Kyoo-Man Ha Neutrality-oriented approach: the case of emergency management course major in South Korea. *Int. J. of Emergency Management*. 2015. P. 330–342. URL: <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm> (дата звернення 15.01.2019).

13. Wybo J. L. Impact of social media in security and crisis management: a review. *Int. J. of Emergency Management*. 2015. P. 105–128. URL: <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm> (дата звернення 15.01.2019).

14. King-wa Fu Enabling the disabled: media use and communication needs of people with disabilities during and after the Sichuan earthquake in China. *Int. J. of Emergency Management*. 2010. P. 75–87. URL: <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm> (дата звернення 15.01.2019).

15. Ko NY Applying theory of planned behavior to predict nurses' intention and volunteering to care for SARS patients in southern Taiwan. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2004. P. 389–398. URL: <http://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering> (дата звернення 15.01.2019).

16. Siu W. Extended Parallel Process Model and H5N1 Influenza. *Psychological Reports*. 2008. P. 539-550. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5203723>

17. McIvor D. Modelling Community Preparation for Natural Hazards: Understanding Hazard Cognitions. *Journal of Pacific Rim Psychology*. 2009. P. 39–46. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3047870>

18. Moh pandemic readiness and response plan for influenza and other acute respiratory diseases URL: https://www.moh.gov.sg/content/dam/moh_web/Diseases%20and%20Conditions/DORSCON%202013/Interim%20Pandemic%20Plan%20Public%20Ver%20_April%202014.pdf

19. Шевченко Р. І. Дослідження умов внутрішнього управління інформаційно-комунікативним потоком в рамках розбудови інформаційної логістики системи моніторингу надзвичайних ситуацій. Системи обробки інформації. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. 2016. Вип. 7 (144). С. 189–195.

20. Шевченко Р. І. Дослідження умов зовнішнього управління інформаційно-комунікативним потоком в рамках розбудови інформаційної логістики системи моніторингу надзвичайних ситуацій. Системи обробки інформації. Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. 2016. Вип. 8 (145). С. 200–204.

A. Levterov, PhD, Senior Research, Associate Professor of the Department

R. Shevchenko, PhD, Senior Research, Head of Scientific Department

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

SOFTWARE REALIZATION OF MODERN APPROACHES FOR THE PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS OF NATURAL CHARACTER

The paper considers the technical and organizational parameters of the formation, transmission and processing of information during a spread of natural disasters at the local and regional levels, the main technical parameters were identified; as well as, the application of specialized hardware and software for counteracting the spread of relevant disasters. The conditions for the effective specialized hardware and software use for reducing the negative consequences of natural disaster, especially

biological emergencies associated with infectious diseases of people, are formulated. Taking into account the mentioned-above conditions, the architecture was determined; as well as, the hardware and software of the interactive complex to support managerial decisions was developed. This complex is aimed on overcoming and liquidating consequences of emergencies related to biological hazards. The mentioned interactive complex for reducing the negative consequences of natural emergencies consists of a database server that implements a database management system and knowledge management system; server of applications and rules that realize the decision making system; digital mobile information sources and product programs that implement mathematical models, organizational and technical methods developed by the authors. In order to verify the effectiveness of the specialized hardware and software tools for counteracting the spread of application of developed specialized hardware and software tools for counteraction to the spread of natural emergencies, a series of simulation experiments and field trials with involvement of persons with different functional training as the primary identifiers of hazards was conducted. Analysis of the results allowed us to confirm positively the effectiveness of the use of the interactive complex in different technical conditions of its application.

Keywords: emergency situations of a natural nature, hardware-software tools, reduction of consequences, imaging space, organizational and technical methods of reduction

References

1. Shevchenko, R. I. (2018). Formuvannya matematychnoyi modeli orhanizatsiyno-tekhnichnoho metodu skorochennya nehatyvnykh naslidkiv nadzvychnykh sytuatsiy medyko-biologichnoho kharakteru rehional'noho rivnya poshyrennya nebezpeky. Naukovo-tekhnichnyy zbirnyk «Komunal'ne hospodarstvo mist». Seriya: Tekhnichni nauky ta arkhitektura. KHNAMH, 142, 124–131.

2. Shevchenko, R. I. (2018). Rozrobka interaktyvnoho kompleksu iz zapobihannya protsesu rozpovsyudzhennya nebezpek medyko-biologichnoho kharakteru. Perspektyvy rozvytku ozbroynennya ta viys'kovoyi tekhniky Sukhoputnykh viys'k. Materialy Mizhnarodnoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi. L'viv: NASV im. Petra Sahaydachnoho, 287.

3. Wu Chao (2017). Data Field of Complex Safety System and Its Dimensionality Reduction Model Ouyang Qiu-mei. China Safety Science Journal, Retrieved from http://oversea.cnki.net/kns55/oldNavi/n_Catalog.aspx?NaviID=48&Flg=local&YearID

4. Zhuang Yue (2017). Constructing Effective Mechanism of Reflection on Major Accidents Zhang Supei. China Safety Science Journal. Retrieved from http://oversea.cnki.net/kns55/oldNavi/n_Catalog.aspx?NaviID=48&Flg=local&YearID

5. Li Naiwen (2017) Study on Concentration and Attenuation of Safety Attention Based on System Dynamics. China Safety Science Journal. Retrieved from http://oversea.cnki.net/kns55/oldNavi/n_Catalog.aspx?NaviID=48&Flg=local&YearID

6. Zhu Shunbing, Wei Qiuping, Du Chunquan (2010) Study and prospect on the application of Internet of Things in perceiving Safety. China Science Journal, 20, 164–170. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm/26/4>

7. Zhang Liang (2009). Design and Implementation of Emergency Management System Based on WSID Network. Communic Technology, 42, 147–176. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm/26/4>

8. Yao Guo-zhang (2008). A Study on Building the Emergency Early Warning System of Jiangsu Province. Journal of Nanjing University of Post Telecommunications, 10, 5–16. Retrieved from <http://www.dissercat.com/content>

9. Qian Yu (2012). Research on the Emergency Response System of Major Dangerous Chemical Accident on Highway based on the GIS. International Symposium on Safety Science and Technology, 716–721. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering>

10. Chunquan Du (2012). Research on Urban Public Safety Emergency Management Early Warning System based on Technologies for the Internet of Things. International Symposium on Safety Science and Technology, 748–754. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering>
11. Jared A. Grunwald (2017). Identifying and resolving coordinated decision making breakdowns in emergency management. Int. J. of Emergency Management, 68–86. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm>
12. Kyoo-Man Ha (2015). Neutrality-oriented approach: the case of emergency management course major in South Korea. Int. J. of Emergency Management, 330–342. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm>
13. Wybo, J. L. (2015) Impact of social media in security and crisis management: a review. Int. J. of Emergency Management, 105–128. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm>
14. King-wa Fu (2010). Enabling the disabled: media use and communication needs of people with disabilities during and after the Sichuan earthquake in China. Int. J. of Emergency Management, 75–87. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/toc/dpm>
15. Ko, NY (2004). Applying theory of planned behavior to predict nurses' intention and volunteering to care for SARS patients in southern Taiwan. The Kaohsiung journal of medical sciences, 389–398. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/journal/procedia-engineering>
16. Siu, W. (2008). Extended Parallel Process Model and H5N1 Influenza. Psychological Reports, 539–550. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5203723>
17. McIvor, D. (2009). Modelling Community Preparation for Natural Hazards: Understanding Hazard Cognitions. Journal of Pacific Rim Psychology. P. 39-46. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3047870>
18. Moh pandemic readiness and response plan for influenza and other acute respiratory diseases. Retrieved from https://www.moh.gov.sg/content/dam/moh_web/Diseases%20and%20Conditions/DORSCON%202013/Interim%20Pandemic%20Plan%20Public%20Ver%20_April%202014.pdf
19. Shevchenko, R. I. (2016). Doslidzhennya umov vnutrishn'oho upravlinnya informatsiyno-komunikatyvnym potokom v ramkakh rozbudovy informatsiynoyi lohistyky systemy monitorynhu nadzvychnykh sytuatsiy. Systemy obrobky informatsiyi. Kharkivskyy universytet Povitryanykh Syl imeni Ivana Kozheduba, 7 (144), 189–195.
20. Shevchenko, R. I. (2016). Doslidzhennya umov zovnishnoho upravlinnya informatsiyno-komunikatyvnym potokom v ramkakh rozbudovy informatsiynoyi lohistyky systemy monitorynhu nadzvychnykh sytuatsiy. Systemy obrobky informatsiyi. Kharkivskyy universytet Povitryanykh Syl imeni Ivana Kozheduba, 8 (145), 200–204.

Надійшла до редколегії: 17.01.2019

Прийнята до друку: 08.02.2019