



**МІЖНАРОДНА ОРГАНІЗАЦІЯ З УПРАВЛІННЯ НАДЗВИЧАЙНИМИ
СИТУАЦІЯМИ «TIEMS»
МІЖНАРОДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ «ОБСЕ»
КОМПАНІЯ «E-TRADE HUB LTD»
АСОЦІАЦІЯ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
ЦЕНТР ЕКОЛОГО-РЕСУРСНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ДОНБАСУ**

V міжнародна
науково-практична конференція

**«НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ
РОЗРОБОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ, ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО
ХАРАКТЕРУ»**

Наукові праці

1–2 жовтня 2020 р.

Київ – Брюссель - Краків, Польща - 2020

Наукові праці V міжнар. наук.-практ. конф. «Напрямки застосування сучасних науково-технічних розробок для моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру», 1–2 жовтня 2020 р. (Київ – Брюссель - Краків, Польща). – К. : TIEMS, 2020. – 38 с.

У матеріалах конференції наведено доповіді за напрямками:

- інформаційні системи для підтримки прийняття рішень щодо ліквідації надзвичайних ситуацій;
- міжнародні стандарти у галузі інформаційних і телекомунікаційних технологій та кіберзахисту під час надзвичайних ситуацій;
- захист критичної інфраструктури від воєнно-техногенних загроз;
- експертно-моделюючі системи для оцінки соціо-еколого-економічного збитку від стихійних лих, техногенних аварій, надзвичайних ситуацій і реагування на них;
- досвід використання інформаційних технологій, безпілотних літальних апаратів і роботів для моніторингу навколишнього середовища, попередження й ліквідації надзвичайних ситуацій природного і техногенного походження;
- діяльність волонтерів, неурядових та громадських організацій у сфері цивільного захисту.

Матеріали конференції будуть корисні науковим та інженерно-технічним працівникам, викладачам і студентам ВНЗ та всім, хто цікавиться перспективами застосування сучасних інформаційних систем та телекомунікаційних технологій для моніторингу та ліквідації надзвичайних ситуацій.

Подано в авторській редакції.

ISBN 978-83-956296-3-1

© TIEMS UKRAINE CHAPTER, 2020

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова організаційного комітету:

Андре Самберг, Doctor of Engineering, Professor of Practice, Голова місії в Україні Міжнародної організації з управління надзвичайними ситуаціями TIEMS, Бельгія (Брюссель)

Співголови оргкомітету:

від Польської Республіки:

Валерій Попель, CEO і засновник компанії E-Trade Hub, Ltd. (Краків)

від України

Сергій Чумаченко, д.т.н., с.н.с., голова Асоціації фахівців цивільного захисту

Віктор Єрмаков, д.т.н., директор Центру еколого-ресурсного відновлення Донбасу

Члени оргкомітету:

від Польської Республіки:

dr. Juliusz PIWOWARSKI, Rektor Wyższej Szkoły Bezpieczeństwa Publicznego i Indywidualnego «Apeiron», (Варшава)

від Республіки Чехія:

Viktor Maškov, DrSc., RNDr., doc., професор кафедри інформатики Університету Яна Евангелісти Пуркіне (Усті-над-Лабем)

від Республіки Словаччина:

Jozef Zafko, Dr.h.c. mult. JUDr., Honor.Prof. mult., співголова Eastern European Development Agency (EEDA) та The European Institute of Additional Education (EIAE)

від Республіки Білорусь:

Колесникович В. П., к.т.н., с.н.с., Міжнародний державний екологічний інститут ім. А. Д. Сахарова Білоруського державного ун-ту (БДУ), директор ГО «Міжнародний інститут екологічної безпеки» ОБСЄ (Мінськ)

Редакційна колегія:

А. О. Мошенський, к.т.н., доц., доцент кафедри інформаційних систем НУХТ

ЗМІСТ

1. Andre Samberg

Забруднення питних вод в умовах військового конфлікту на Донбасі - проблема №1..5

Андріюк О.П.

Використання сучасних науково-технічних розробок для моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.6

2. Серікова О. М., Стрельнікова О. О., Крютченко Д.В.

Вплив землетрусів на резервуари для збереження екологічно небезпечних рідин.8

3. Солодовнікова Л.М.

Шляхи контролю та зменшення радононебезпеки сховищ РАВ для населення та навколишнього природного середовища.10

4. Романюк В. П.

Визначення соціо-еколого-економічного збитку від виникнення надзвичайних ситуацій з використанням імітаційної макроекономічної моделі та ГІС-аналізу.12

5. Даценко І.П., Коцюрба В.І.

Методологічні основи синтезу організаційно-технічних систем управління якістю виробництва у машинобудуванні.18

6. Хомік М. М.

Комплексна методика оцінювання ризику особового складу на основі показників техногенної небезпеки.19

7. Нікітін А. А.

Методика оцінювання ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.20

8. Мещеряков І. С.

Методика обґрунтування раціонального складу сил і засобів РХБ захисту, призначених для оцінювання РХБ обстановки21

9. Мориц Є.В.

Інформаційно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру з використанням аероплатформ на базі БПЛА.22

10. Чумаченко С.М., Яковлев Є.О., Мориц Є.В., Савченко І.О.

Системний підхід до визначення еколого-техногенних загроз в зоні проведення операції об'єднаних Сил на Сході України.30

ЗАБРУДНЕННЯ ПИТНИХ ВОД В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО КОНФЛІКТУ НА ДОНБАСІ - ПРОБЛЕМА №1

Андре Самберг

TIEMS UKR CHAPTER, Брюссель, Бельгія

E-mail: info@tiemsukr.org

Під час ведення операції об'єднаних Сил навколишнє середовище, поміж іншого, суттєво потерпає від конфлікту. Якщо це питання не буде врегульовано належним чином, життя та здоров'я людини може зазнати катастрофічної шкоди; невідворотна шкода може бути завдана водотокам, сільськогосподарським угіддям та промисловим землям; перспективи потенційного економічного відновлення Донбасу, безсумнівно, можуть постраждати. Це питання вимагає невідкладної уваги усіх сторін, оскільки наслідки екологічної катастрофи суттєво вплинуть не лише на непідконтрольну уряду територію, але й на решту України, великі території Росії та, можливо, будуть відчутними за межами зазначених країн.

Збройний конфлікт на сході України погіршив вже нестійку екологічну ситуацію. Два основні фактори сприяють погіршенню ризиків: 1) нехтування проблемою, оскільки або відсутні спроможність та можливості, або це питання не визнається пріоритетним; 2) прямий вплив воєнних дій (наприклад, випадкове попадання снаряду в об'єкт розміщення та складування хімічних речовин чи могильник радіоактивних відходів). Наразі уникнення катастрофи – це швидше щасливий збіг обставин, ніж результат ефективного управління. Катастрофа може статись у будь-який момент. Повною мірою контролювати наслідки катастрофи буде неможливо з огляду на посилюючу силу вітрів, водних потоків чи взаємопов'язаність шахт на Донбасі та у Ростовській області. Екологічна криза вплине на усі сторони, незалежно від політичної приналежності чи місця проживання. Якщо не будуть вжиті термінові запобіжні заходи, ситуація буде програшною для усіх, і багато поколінь відчуватимуть наслідки катастрофи. З початку воєнних дій моніторинг, у кращому випадку, є нерегулярним; призупинено міжрегіональне співробітництво, що було спрямоване на управління екологічними ризиками.

Річка Сіверський Донець та її притоки забезпечують 80-85% води, що використовується компанією «Вода Донбасу» - основним постачальником води у регіоні. Будь-яке забруднення басейну річки Сіверський Донець внаслідок воєнних дій чи пошкодження інфраструктури впливає на централізоване водопостачання.

Майже 7 мільйонів людей стикаються з нестачею води чи покладаються на неякісну воду. Внаслідок воєнних дій мешканці змушені використовувати незахищену воду, якість якої не контролюється, з шахтних колодязів, свердловин і джерел. Це суттєво підвищує ризик виникнення та розвитку епідемій та захворювань.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РОЗРОБОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ, ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ

Андріюк О.П.

Національний університет харчових технологій

E-mail: nuht_andriuk@ukr.net

Вступ. Згідно статистичних досліджень число постраждалих від катастроф збільшується щорічно приблизно на 6%. Це пояснюється швидким зростанням кількості населення, високою концентрацією людей в містах, деградацією навколишнього середовища, що сприяє інтенсифікації небезпечних природних процесів, комунікаційним і технологічним роз'єднанням багатьох країн світу. Глобальні зміни природного середовища і клімату, підвищення рівня сейсмічної активності земної кори, збільшення розмірів і потужності використовуваних технічних систем, прогресуюче втручання людини в природу підсилюють ризики великомасштабних природних, екологічних і техногенних катастроф. Темпи зростання економічних збитків від катастроф досягають показників економічного розвитку більшості розвинених країн і представляють глобальну загрозу для населення, природи і світової економіки. [1].

Результати. Порядок класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями визначається згідно постанови Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 р. № 368 [2].

Було проведеного аналіз нових інформаційно-комунікативних технологій, включаючи засоби штучного інтелекту, методи розподіленої обробки інформації, електронної графіки, цифрової картографії, візуалізації даних. Сучасні інформаційні технології є основним засобом, що використовується при створенні систем інтелектуального управління. Основним завданням нових інформаційних технологій при розробці державноуправлінських рішень є інтеграція оцінок, отриманих на підставі математичних розрахунків із суб'єктивними оцінками менеджера або експерта. На сьогодні при побудові систем управління соціально-економічною безпекою знайшли практичне застосування такі напрямки, як інженерія знань, обробка нечіткої інформації, нейромережева обробка інформації, еволюційне моделювання, розподілений штучний інтелект, багатоагентні системи, специфікація задач з онтологією.

Основними системами сейсмічного моніторингу на Земній кулі є наступні системи: об'єднанні дослідницькі сейсмологічні інститути (IRIS); глобальна цифрова сейсмологічна мережа Геологічної Служби США (USGS); Європейська сейсмологічна мережа (EMSC); Міжнародна система моніторингу (СТВТО). В Україні Суб'єктами Державної служби моніторингу довкілля

(ДСМД) створені, або розробляються відомчі бази даних моніторингової інформації. Існуюча система інформаційної взаємодії відомчих підсистем моніторингу докiлля передбачає обмін інформацією на загальнодержавному та регіональному рівнях. Організаційна інтеграція суб'єктів моніторингу докiлля на всіх рівнях здійснюється Мінприроди та його територіальними органами.

Для упорядкування процесу обміну інформацією за показниками та термінами надання екологічної інформації між Мінприроди та суб'єктами ДСМД укладено двохсторонні угоди про співробітництво у сфері моніторингу навколишнього природного середовища, до яких розроблені відповідні регламенти обміну екологічною інформацією. Узагальнена аналітична інформація надається міністерствами та відомствами-суб'єктами ДСМД Мінприроди. Отримані дані передаються до Інформаційно - аналітичного центру Мінприроди та накопичується у банках екологічних даних.

Постановою Кабінету Міністрів України від 05.12.2007 № 1376 затверджено Державну цільову екологічну програму проведення моніторингу навколишнього природного середовища. Програма спрямована на поєднання зусиль усіх суб'єктів системи моніторингу щодо виключення дублювання та включення додаткових функцій з моніторингу, створення єдиної мережі спостережень після оптимізації її елементів та програм спостережень, вдосконалення технічного, методичного, метрологічного та наукового забезпечення функціонування єдиної мережі спостережень. З метою забезпечення інтеграції інформаційних ресурсів суб'єктів системи моніторингу докiлля передбачено створення та забезпечення функціонування єдиної автоматизованої підсистеми збору, оброблення, аналізу і збереження даних та інформації, отриманих в результаті здійснення моніторингу.

В межах Державної цільової екологічної програми проведення моніторингу навколишнього природного середовища, у тому числі, передбачено розширення мережі автоматизованих постів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в екологічно небезпечних містах.

Висновки. Згідно проведеного аналізу нових інформаційно-комунікативних технологій, засоби штучного інтелекту, методи розподіленої обробки інформації, електронної графіки, цифрової картографії, візуалізації даних є сучасними засобами для моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, які дозволяють обробляти великі потоки інформації, проводити аналіз даних в режимі реального часу, розподіляти обмежені ресурси і приймати управлінські рішення.

Література

1. AZAROV, Sergii I.; ZADUNAJ, Oleksii S.. Аналіз природних катастроф та їх впливу на докiлля. Екологічна безпека та природокористування, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 78-91, dec. 2019. ISSN 2616-2121. Доступно за адресою: <<http://es-journal.in.ua/article/view/192506>>.

2. [Електронний ресурс]: <https://www.kmu.gov.ua/npas/5390215>.

ВПЛИВ ЗЕМЛЕТРУСІВ НА РЕЗЕРВУАРИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РІДИН

Серікова О. М.

Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна,

E-mail: elena.kharkov13@gmail.com

Стрельнікова О. О.

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного

НАН України, Харків, Україна,

E-mail: elena15@gmx.com

Крютченко Д.В.

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного

НАН України, Харків, Україна,

E-mail: wollydenis@gmail.com

Однією з актуальних проблем машинобудування, енергетики, нафтогазової галузі, хімічної промисловості є забезпечення надійної, безаварійної та ефективної експлуатації резервуарів для зберігання екологічно небезпечних речовин (ЕНР). Пошкодження та руйнування таких об'єктів призводять до забруднення довкілля та виникнення надзвичайних ситуацій. Ємності, наповнені ЕНР, навіть за штатної експлуатації, належать до джерел неконтрольованих викидів парогазоповітряних сумішей та проливів ЕНР із подальшим виникненням пожеж і вибухів. Резервуари можуть експлуатуватись у важкодоступних місцях в умовах комплексного впливу навантажень, які часто перевищують розраховані значення та характеризуються максимально жорсткими умовами щодо збереження їх цілісності та попередження витоків ЕНР. Для екологічно небезпечних об'єктів важливим є постійний моніторинг їх технічного стану, моніторинг стану прилеглої території, на яку вони можуть впливати, оцінка природних і техногенних факторів впливу на ці об'єкти, оцінка експлуатаційних навантажень, прогнозування зміни технічного стану та прогнозування впливу факторів різної природи.

Тому актуальною задачею є вдосконалення прогнозів можливих техногенних та природних впливів на резервуари для збереження ЕНР, що експлуатуються в критичних умовах, для забезпечення їх безаварійної експлуатації та попередження надзвичайних ситуацій. [1-3]

В роботі проведено дослідження сейсмічного прискорення від землетрусу, та його вплив на амплітуду підйому рідини в циліндричному резервуарі (Рис. 1, 2.)

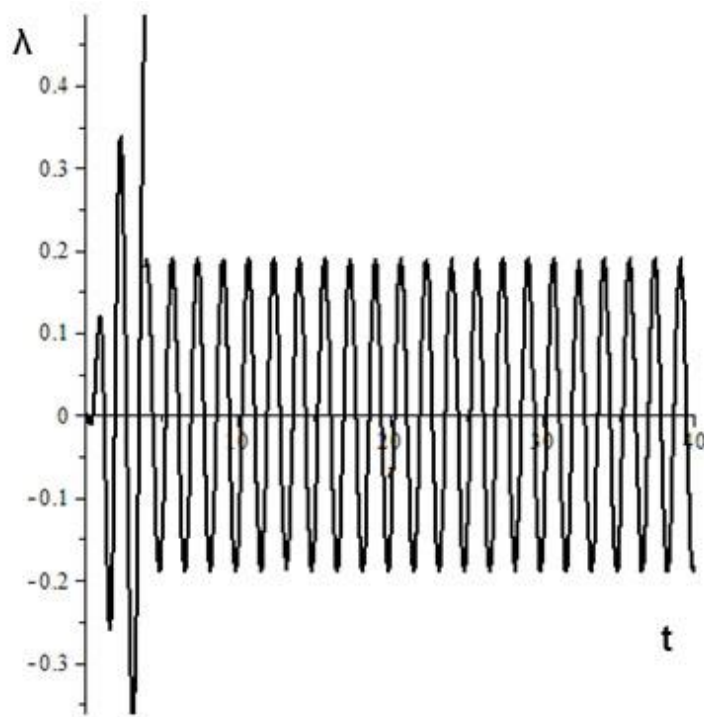


Рис. 1. Амплітуда підйому рідини в циліндричному резервуарі
 λ – амплітуда підйому рідини, м; t – час, с.

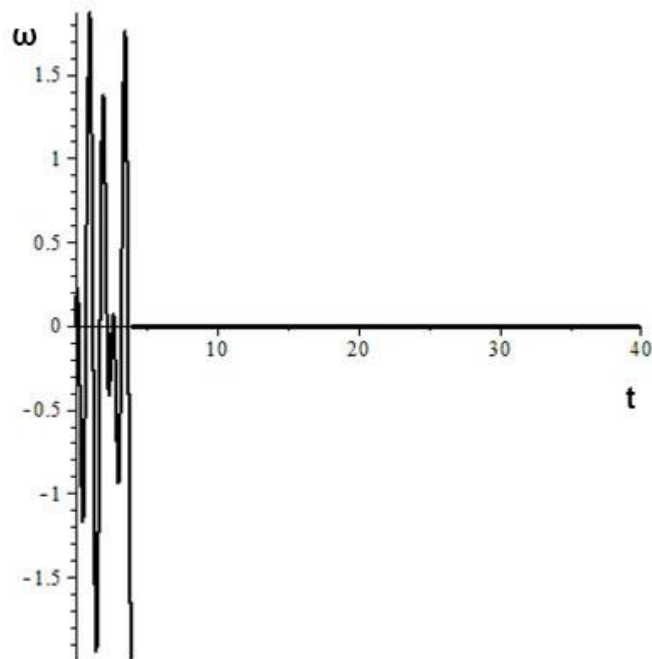


Рис. 2. Сейсмічне прискорення від землетрусу
 ω – сейсмічне прискорення, Гц; t – час, с.

Рідина в резервуарі підіймається на 40 см, що може привести до вихлюпування рідини. Якщо резервуар буде заповнений повністю рідиною, то це призведе до надмірного тиску на кришку бака. При $t = 4$ с, амплітуда $\lambda=2$ м, $\omega=2$ Гц. Що відповідає землетрусу в 6 балів з епіцентром, відстань якого 200 метрів.

Література:

1. Цибульник С. О. Вдосконалення засобів функціональної діагностики та захисту резервуарів на основі імітаційного моделювання [Текст] : автореф. дис.

... канд. техн. наук : 05.11.13 / Цибульник Сергій Олексійович ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - Київ, 2016. - 27 с.

2. Гарбуз, С.В. Підвищення екологічної безпеки процесу вентиляції резервуарів з нафтопродуктами [Текст]: автореферат ... канд. техн. наук, спец.: 21.06.01 – екологічна безпека / С.В. Гарбуз. - Суми: СумДУ, 2018. - 23 с.

3. Серікова О. М, Стрельнікова О. О. Вплив резервуарів для збереження отруйних та легкозаймистих рідин на навколишнє середовище. Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма VII Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) С. 238-239.

УДК

ШЛЯХИ КОНТРОЛЮ ТА ЗМЕНШЕННЯ РАДОНОНЕБЕЗПЕКИ СХОВИЩ РАВ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Солодовнікова Л.М.

Інститут монокристалів НАН України, Харків, Україна,

E-mail: _lidy_@ukr.net

Значна частина території України розташована на кристалічному щиті з великим вмістом урану-238 та торію-232, що є причиною інтенсивних еманцій радіоактивних газів радону-222 та торону-220.

В Україні утворення та накопичення радіоактивних відходів пов'язано з наявністю урановидобувної і переробної промисловості, роботою АЕС, використанням радіоактивних ізотопів в наукових та медичних центрах, сільському господарстві.

Сховища радіоактивних відходів (РАВ) створюють додаткову радіаційну загрозу. Вони мають відпрацьовані джерела урану-238 та радію-226, які виділяють в атмосферне повітря радіоактивний газ радон-222.

Розташування практично усіх сховищ РАВ поблизу від населених пунктів підвищує дозове навантаження на населення та виробничий персонал сховищ від радону-222.

Тому, зниження рівня їх радононебезпеки є необхідним для підвищення рівня екологічної безпеки територій та населення поблизу сховищ радіоактивних відходів закритого і відкритого типів та буде попереджати техногенний вплив сховищ РАВ на навколишнє природне середовище [1].

Ця проблема вирішується шляхом створення еталонного джерела радону-222, що є необхідним для дослідження екологічної безпеки територій в районах розташування сховищ РАВ відкритого та закритого типів, в тому числі і для населення.

Еталонне джерело забезпечує калібрування засобів вимірювання радону-

222 в складі Державного первинного еталону одиниці об'ємної активності радону-222, що забезпечує достовірність результатів вимірювання об'ємної активності радону та густини його потоку в сховищах РАВ та дозволяє розробити та впровадити ефективні заходи радіаційного захисту на сховищах РАВ, які досліджуються [2].

Експериментальні дослідження рівнів радононебезпечної складової екологічної безпеки територій при визначенні показників об'ємної активності радону в повітрі закритого сховища ТРВ Харківського ДМСК УкрДО «Радон» досягали значень 1250 Бк/м^3 , в пустотах закритого сховища ТРВ колишньої ділянки ядерної зброї об'єкта «Макарів» досягали значень $1,2 \cdot 10^6 \text{ Бк/м}^3$ та поблизу нього $58,8 \cdot 10^3 \text{ Бк/м}^3$, а показники густини потоку радону у відкритому сховищі РАВ II секції Сухачівського хвостосховища колишнього ВО «Придніпровський хімічний завод» досягали значень $373 \text{ мБк/м}^2 \cdot \text{с}$. Це свідчить про високий рівень радононебезпеки досліджених об'єктів.

Важливим є те, що безпосередні вимірювання радону-222 в приземному шарі атмосфери II секції Сухачівського хвостосховища показують змінні значення його еквівалентної рівноважної об'ємної активності, що не дає можливості об'єктивно оцінити рівень його радононебезпеки.

Тому, об'єктивною оцінкою радононебезпеки сховищ РАВ відкритого типу є значення густини потоку радону з поверхні хвостосховища. Цей показник є первісним фактором, що дає змогу оцінювати потенційну загрозу відкритого хвостосховища РАВ [3].

Проведені дослідження рівнів радононебезпеки вищевказаних сховищ РАВ з використанням еталонного джерела радону-222 на основі стандартного зразка уранової руди УР-768С дозволяють запропонувати ефективні технічні протирадонові заходи, які знизять рівень їх радононебезпеки на навколишнє природне середовище та населення.

Так, для закритого сховища твердих радіоактивних відходів Харківського ДМСК було розраховано кратність повітрообміну в приміщенні будівлі сховища, яка складає 0,5 разів/год і досягається за допомогою використання примусової системи вентиляції 1 раз на дві години, що забезпечує зниження рівня радону-222 в повітрі робочої зони сховища до небезпечних рівнів. Дану систему протирадонового захисту можна застосувати і на інших спецкомбінатах об'єднання УкрДО «Радон».

Доведений високий рівень радононебезпеки сховища твердих радіоактивних відходів об'єкта «Макарів» підтвердив необхідність його ліквідації, що знизить кількість радону в атмосферному повітрі об'єкту та на прилеглих до нього територіях.

Використання протирадонових покриттів для зниження потоку радіоактивного газу радону-222 з небезпечних ділянок II секції Сухачівського хвостосховища, а саме тришарового покриття зі щільних глин, мулистих пісків та суглинків з розрахованою товщиною розміром 1,4 м [4] та розрахованою товщиною одношарових покриттів зі щільних глин – 3,5 м, з мулистих пісків – 1,4 м, з суглинків – 2,6 м [5], значно поліпшить радіаційний стан території санітарно-захисної зони II секції Сухачівського хвостосховища та прилеглих

до неї населених пунктів.

Таким чином, попередження посилення техногенного впливу сховищ РАВ на навколишнє природне середовище є визначення рівня їх радононебезпеки при використанні еталонного джерела радону-222 на основі стандартного зразка уранової руди УР-768С та розробка ефективних протирадонових заходів для зниження його рівня в повітрі закритих та в приземному шарі атмосфери відкритих сховищ РАВ.

Література

1. Солодовникова Л.Н., Тарасов В.А. Эколого-химические проблемы и радоноопасность отходов при переработке уранового сырья в Украине. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. № 2/11 (62). С. 24–28. (Index Copernicus).

2. Солодовнікова Л.М., Тарасов В.О., Сизова Н.Д. Стандартне джерело радіоактивного радону-222 для системи високоточного моніторингу радононебезпечних об'єктів в Україні. Functional Materials. 2018. Vol. 25. No. 1. P. 193–199 (Scopus).

3. Солодовникова Л.Н., Тарасов В.А., Шабатин В.Н. Снижение радоноопасности хранилищ радиоактивных отходов. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2018. № 40 (1316). С. 60 – 66.

4. Measurement and calculation of radon releases from NORM residues. — Vienna: international atomic energy agency, 2013. p. ; 24 cm. — (technical reports series, issn 0074–1914; no. 474)

5. Карамушка В.П., Камнев Е.Н., Кузин Р.Е. Рекультивация объектов добычи и переработки урановых руд. – М., Издательство «Горная книга», 2014. – 183с.:ил.

УДК 519.7: 335.58(075.8)

ВИЗНАЧЕННЯ СОЦІО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ ВІД ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ІМІТАЦІЙНОЇ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ МОДЕЛІ ТА ГІС-АНАЛІЗУ

Романюк В.П.

Національний університет оборони України

імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

E-mail: romm@gmail.com

Посилення нестабільності обумовлене не лише соціально-економічними причинами та пандемією коронавірусної хвороби COVID-19, але й наближенням фазового перехідного періоду формування нового технологічного укладу та зміни техніко-економічної парадигми розвитку (від інформаційно-комунікаційних до «нано-, біо- і когно» технологій) [1]. Ці обставини обумовили негативний прогноз значного зниження рівня природно-техногенної

безпеки у середньо- і довгостроковій перспективі, що значною мірою пов'язано із зростанням загрози техногенних аварій і катастроф на підприємствах підвищеної хімічної та вибухо-пожежної небезпеки (ХВПН), особливо хімічних потенційно-небезпечних об'єктах (ХПНО), які відносяться до об'єктів критичної інфраструктури. Більшість таких об'єктів розташована у промислово-міських агломераціях (ПМА) із високою щільністю населення та гірничо-видобувних районах (ГВР) Донбасу.

Вчасне попередження ймовірних техногенних аварій ускладнюється через слабкість національної економіки та соціальних інститутів. Все це збільшує актуальність задач, пов'язаних із ідентифікацією та оцінкою природно-техногенних загроз і ризиків, визначенням ймовірних сценаріїв розгортання надзвичайних ситуацій (НС) воєнно-техногенного характеру на ПХНО, моделювання економічної шкоди та соціо-еколого-економічних збитків.

В останні роки до розв'язання цих задач залучаються методи ризик орієнтованого підходу до забезпечення безпеки [3], імовірнісного аналізу ризиків [4], аналізу та моделювання еколого-економічних збитків [4, 5, 6], моделювання функцій безпеки і систем [7], тощо. Водночас ці підходи і здійснені на їх основі дослідження відзначаються фрагментарністю, оскільки в них не розглядається весь комплекс чинників, що спричиняють аварії; не враховуються довготривалі тенденції розвитку цих чинників та негативних наслідків аварій; не розробляються відповідні прогнози на регіональному (національному) та об'єктовому рівнях; різні наслідки аварій розглядаються відокремлено.

На початку 2000-х рр. колишнє МНС України замовило і почало фінансувати створення Урядової інформаційно-аналітичної системи з надзвичайних ситуацій (УІАС НС). Технічний проект створення цієї системи розробив Інститут проблем реєстрації інформації НАН України, а головним конструктором призначено О.Г. Додонова. У складі системи для реалізації групи функцій «Аналіз і прогнозування» було розроблено програмно-моделюючий комплекс надзвичайних ситуацій (ПМК НС).

Причому тоді ж виявилася необхідність розширити предмет прогнозування за рахунок врахування: по-перше, НС на підприємствах ядерної промисловості та внаслідок виливу нафтопродуктів (із розробкою відповідних ПМК); по-друге - впливу небезпечних природних явищ і процесів на імовірність виникнення НС техногенного походження; оцінки ймовірних негативних наслідків техногенних НС тощо.

Тому в 2004 р. у Інституті проблем національної безпеки при РНБО України було створено дослідний зразок інформаційно-аналітичної підсистеми оцінки та прогнозування ризиків життєдіяльності і господарювання на територіях підвищеної природно-антропогенної безпеки (ІАПОР) у складі ПМК НС. Серед її розробників були С.П. Іванюта, М.М.Биченок, М.Б. Кодацький, О.Г. Рогожин, Є.О. Яковлев. ІАПОР була реалізована як додаток до ПМК «Хімія» (визначав можливу зону хімічного забруднення) і остаточно передана в експлуатацію у департамент прогнозування надзвичайних ситуацій МНС в 2006 р. У складі ІАПОР функціонувало два програмні блоки: «ризики

життєдіяльності» та «ризики господарювання». Перший з них забезпечував прогнозування і аналіз ризиків загибелі чи втрати здоров'я людей від природно-техногенних небезпек, а другий – прогнозування і аналіз ризиків матеріально-фінансових втрат для господарських комплексів на територіях підвищеної природно-техногенної небезпеки.

Таким чином метою є створення науково-методичної основи для системного вирішення проблеми оцінки та прогнозування економічних наслідків масштабних техногенних аварій і катастроф на об'єктах критично інфраструктури підвищеної ХВПН, а також для визначення заходів протидії таким аваріям.

Прискорений розвиток хімічної індустрії, що триває в азійських країнах, які модернізуються (особливо масштабний в Китаї), призвів до збільшення частоти аварій із викидом токсичних речовин та втрат від них – на фоні запровадження ефективних систем безпеки, зменшення чисельності і щільності персоналу або закриття аналогічних небезпечних підприємств у «постіндустріальних» розвинених країнах. Це не могло не збільшити «внесок» аварій із викидом токсичних речовин у структурі світових людських втрат від промислових і транспортних аварій. На жаль, його важко оцінити кількісно через закритість статистики втрат від техногенних аварій.

У зв'язку з ліквідацією МНС України, після 2011 р. департамент прогнозування НС було розформовано, а програмне забезпечення УІАС НС – втрачене. Тому, для виконання розрахунку еколого-економічних збитків від імовірних НС із викидом токсичних речовин в атмосферу, довелося в першу чергу відновити функції просторового прогнозування за методикою МНС зон можливого хімічного забруднення та прогнозованого хімічного забруднення (які у складі УІАС НС забезпечував ПМК «Хімія»).

Згідно з методикою МНС [8], визначаються (вихідний результат):

- геометричні характеристики зони можливого хімічного забруднення (утвореної за перші 4 години з часу аварії):

- глибина розповсюдження хмари забруднення (G , км),
- кут сектора зони можливого хімічного забруднення (град);
- площа зони можливого хімічного забруднення ($S_{зmxз}$, км²);
- геометричні характеристики прогнозованої зони хімічного забруднення (контур еліпса та його осі – глибина і ширина прогнозованої зони забруднення);
- площа прогнозованої зони хімічного забруднення ($S_{пзхз}$, км²);
- площа забруднених територій у цій зоні за типами: міст, сіл, лісів (км²);
- чисельність населення у зоні можливого хімічного забруднення: всього, міського, сільського (осіб).

Вхідними даними для розрахунку зазначених величин є:

- просторові координати джерела викиду отруйної речовини (СДОР);
- вид СДОР (в нашому випадку хлор або аміак);
- обсяг викиду СДОР (тонн);
- характер викиду (вільно, у піддон)
- метеоумови на час викиду:
 - сезон, час, хмарність, стан атмосфери (ізотермія, інверсія, конвекція),

- температура повітря ($T^{\circ}\text{C}$),
- напрямок вітру (із точністю до румба 45°),
- швидкість вітру (м/сек);
- топографічні особливості зони забруднення, геометричні характеристики:
 - населених пунктів, окремо міських та сільських,
 - лісових масивів у напрямі поширення фронту забруднення;
- кількість населення в міських і сільських поселеннях (за переписом 2001 р.).

Результати розрахунків виводяться на екран (геометричні та числові), приклад наведено на рис. 1.

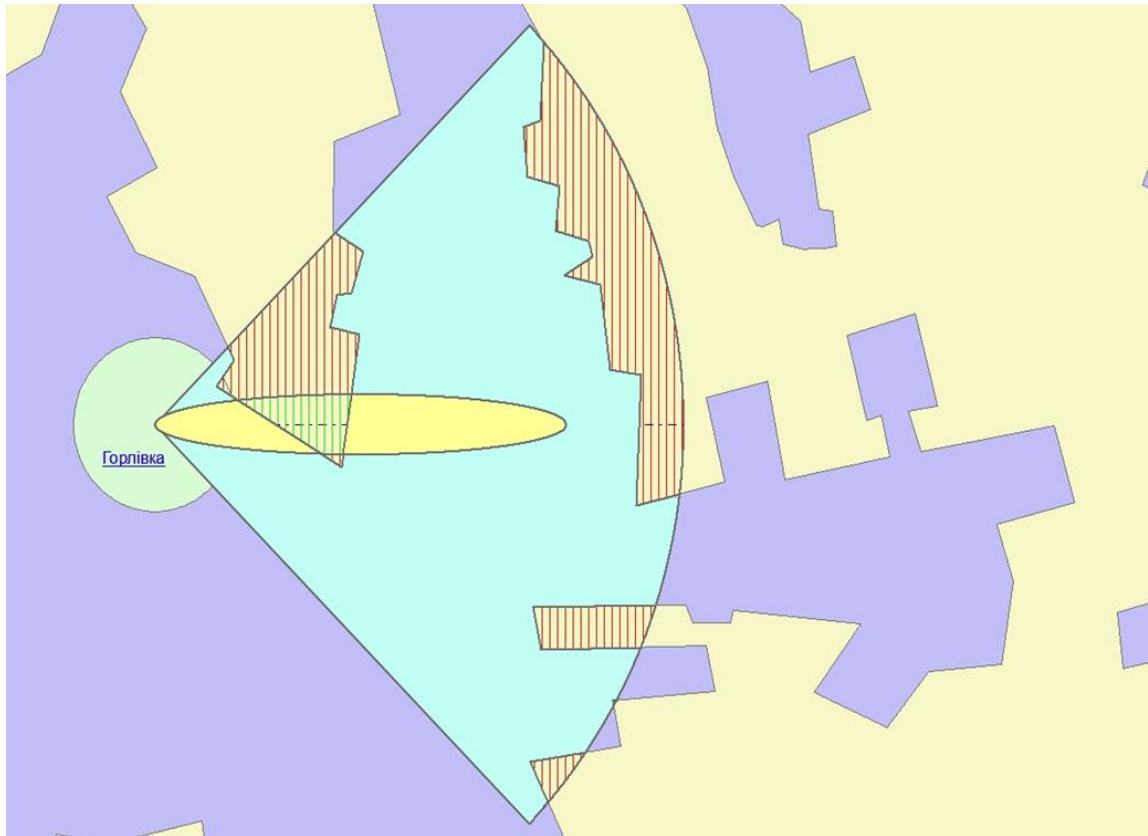


Рис. 1. Результати ГІС-прогнозування зон можливого і прогнозованого хімічного забруднення: локальний рівень (Донецька область; Горлівка)

Числові дані також зберігаються у вигляді Excel-таблиці. Даними для передачі у блок ГІС-оцінки еколого-економічних збитків є:

- площа прогнозованої зони хімічного забруднення за категоріями земель (всього, території міст, сіл, лісові угіддя);
- кількість населення у прогнозованій зоні хімічного забруднення (всього, міське, сільське);
- обсяг викиду НХР певного виду.

Оскільки в розробленій програмі для прогнозування зони забруднення без змін реалізована методика МНС [8-12], вона може бути використана для виконання штатних задач довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування при аваріях на ХПНО. Тобто для розрахунку сил і засобів, які

залучатимуться для ліквідації наслідків аварій різного масштабу, складення планів роботи та інших матеріалів, визначення можливих наслідків аварії і порядку дій в зоні можливого забруднення.

Функцією зазначеного програмного блоку є безпосередня оцінка засобами ГІС еколого-економічних збитків, які виникають внаслідок реалізації НС з викидом токсичних речовин в атмосферу на ХПНО. Як тих НС, що реально відбулися, так і за їх гіпотетичними сценаріями.

Для визначення економічної шкоди в зоні проведення ООС, що обумовлені негативними наслідками від НС воєнно-техногенного характеру було розроблено комплексну комп'ютерну імітаційну модель. Вхідними даними для цієї моделі є результати ГІС – аналізу, отримані за методикою МНС.

В якості теоретичної макроекономічної моделі в статті було обрано макроекономічну секторну модель розвитку економіки, розроблену в Інституті економічного прогнозування НАН України. Вона пройшла апробацію в рамках міжнародного проекту Project LINK-ООН (Система національних макроекономічних моделей прогнозування світової економіки та міжнародної торгівлі) як базова модель для прогнозування розвитку економічного стану в державі.

Модель розроблено на основі існуючих у світовій практиці підходів відповідно до методології побудови економетричних моделей з метою отримання середньострокових оцінок розвитку національної економіки і пошуку можливостей регулювання її розвитку за допомогою набору управляючих змінних в умовах економічної рівноваги. При побудові макроекономічної моделі, структура якої наведена в [13] (див. рис. 2), пропонується підхід до моделювання, що ґрунтується на взаємопов'язаних статтях національних рахунків у цінах поточного періоду при збереженні необхідного балансу між основними секторами економіки.

Високий ступінь агрегації моделі обумовлений відсутністю необхідних статистичних даних або неможливістю показати їх у співставних цінах. Брак необхідної статистичної інформації пов'язаний також з офіційним відходом від статистики балансу народного господарства й переходом на статистику національних розрахунків, що змінює методологію розрахунків і впливає на точність оцінки часових рядів ретроспективного періоду як в постійних цінах, так і в цінах поточного періоду.

Модель економіки України складається із регресійних рівнянь і тотожностей та належить, згідно з критеріями класифікації економіко-математичних моделей, до нелінійної, агрегованої, змішаної (що містить одночасові блоки), імітаційно-стохастичної, прикладної, в реальних і номінальних величинах та приростах змінних моделі.

Серед чотирьох блоків моделі реального сектора ступінь взаємозалежності регресійних рівнянь неоднакова. Блок агрегованої пропозиції складає 3 регресійних рівняння і 2 тотожності, блок агрегованого попиту розраховує 4 регресійних рівняння і 11 тотожностей, блок зовнішньої торгівлі — відповідно 4 і 8, а блок дезагрегації змінних — 24 регресійні рівняння і 32

тотожності. Таким чином, розроблений в статті науково-методичний апарат дозволяє отримувати всі необхідні вихідні дані для вирішення задач ресурсної оптимізації при запобіганні і ліквідації наслідків НС на об'єктах критичної інфраструктури.

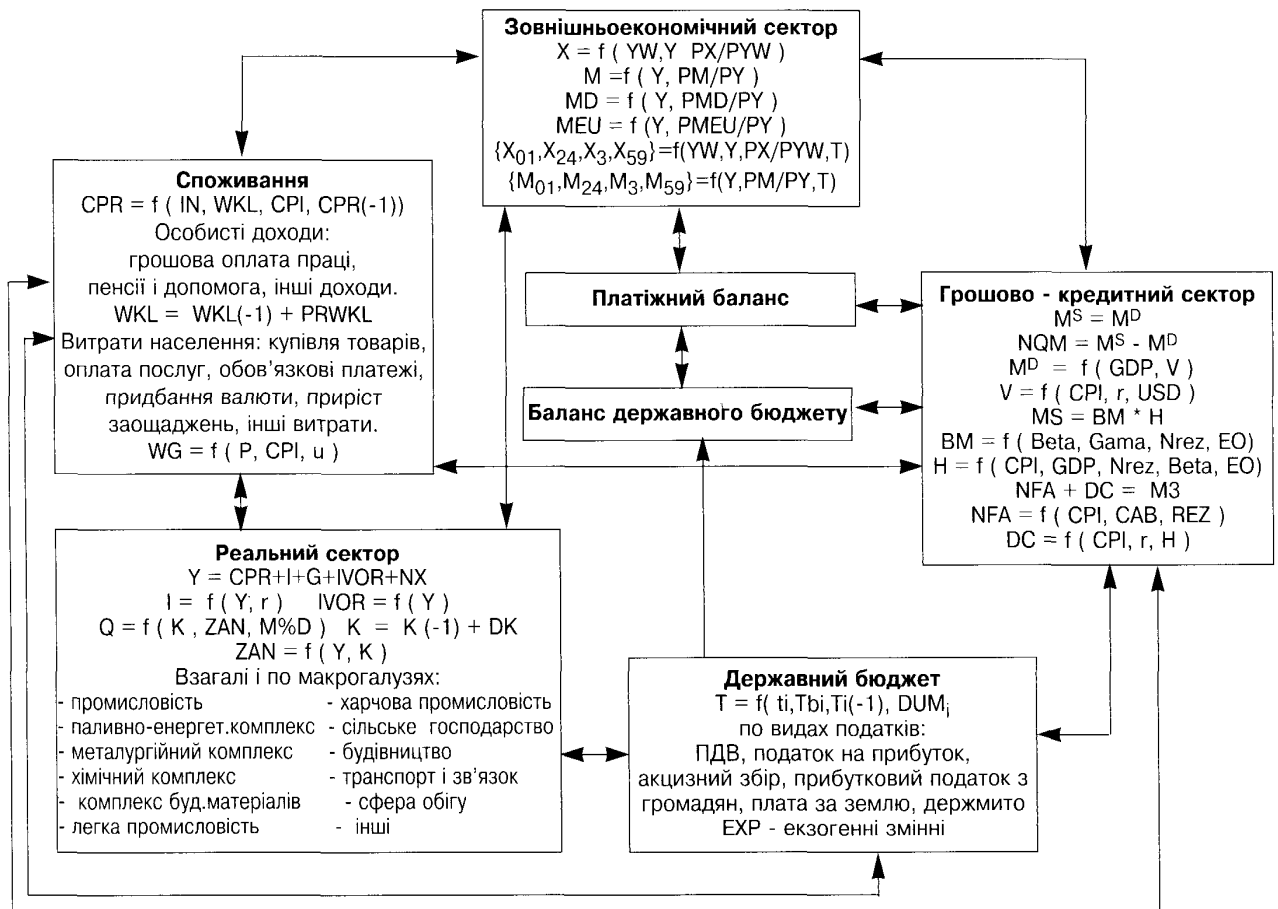


Рис. 2. Секторальні макромоделі для економічного прогнозування

Список використаних джерел

1. Глобальні тенденції і перспективи: світова економіка та Україна. / Наук. ред. В.Юрчишин. – Київ: Заповіт, 2018. – 202 с.
2. . Roco M. C., Bainbridge W. S., Tonn B., Whitesides G. Convergence of Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies [Electronic resource]. – Accessed mode: <http://www.wtec.org/NBIC2/Docs/FinalReport/Pdf-secured/NBIC2-FinalReport-WEB.pdf>
3. . Гречанінов В.Ф., Бегун В.В. Функції управління і нагляду в ризик-орієнтованому підході до управління безпекою. Математичні машини і системи. 2014. № 1. С. 159—170
4. ГВ Лисиченко, ЮЛ Забулонов, ГА Хміль Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління - К.: Наукова думка, 2008. – 543 с.
5. Бридун Є.В. Моделювання системи компенсації еколого-економічних збитків // Інститут економічного прогнозування НАН України, Київ, 2002. – forINSURER.com

6. Лисенко О.І., Чумаченко С.М., Бодрик Ю.Г. Комплексний підхід до аналізу і прогнозування розвитку еколого-економічних систем в надзвичайних ситуаціях // Журнал Арсенал-2000. 2000.- № 2. - С. 59-61.

УДК 504:519.7

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СИНТЕЗУ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБНИЦТВА У МАШИНОБУДУВАННІ

Даценко І. П., Коцюрба В.І.

Національний університет оборони України

імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,

E-mail: ivandocenko@ukr.net

Останні десятиліття велика кількість машинобудівельних підприємств України виходить на світовий ринок зі своєю продукцією, яка за своїми технічними та експлуатаційними властивостями в деяких випадках є унікальною і якій немає аналогів. Але досвід експлуатації даної техніки свідчить що за рівнем якості виготовлення вона назавжди відповідає світовим стандартам. Це пов'язано з тим що промислові підприємства держави відстають у своєму технологічному та технічному оснащенні. Ця тенденція також стосується і систем управління якістю на виробництві.

В нашій держав діють міжнародні стандарти в галузі управління якістю серії ISO 9001 редакції 2015 року. Відповідно до законодавства всі промислові підприємства України, які орієнтуються на випуск якісної продукції повинні будувати на виробництві систему управління якістю відповідно до даних стандартів.

Але як свідчить аналіз систем управління якістю на машинобудівних підприємствах вони не змінювались декілька десятиліть. Всі зміни в більшості формальні навидь на тих підприємствах, які отримали сертифікати ISO 9001.

Зважаючи на вищезазначена виникає нагальна науково-прикладна проблема синтезу організаційно-технічних систем управління якістю виробництва у машинобудуванні.

Загальна концепція методологічних основ синтезу організаційно-технічних систем управління якістю виробництва ґрунтується на принципах системного підходу та включає в себе декілька етапів.

Вихідними даними для синтезу є опис існуючої системи виробництва, наявної системи управління якістю та фактичні дані щодо якості готової продукції.

На другому етапі проводиться функціональний та параметричний аналіз системи управління якістю, виконується декомпозиція та здійснюється морфологічний опис системи. Потім будується прогностично-діагностична

модель формування якісних властивостей продукції. За результатами вищезазначених заходів пропонується обрис перспективної організаційно-технічної системи управління якістю виробництва у машинобудуванні.

На третьому етапі здійснюється дослідження функціонування організаційно-технічної системи управління якістю виробництва. Суть якого полягає в імітаційному моделюванні процесі які проходять в системі. За результатами узагальнюються отримані результати та проводиться їх оцінка після чого будується математична модель функціонування організаційно-технічної системи управління якістю виробництва.

На четвертому етапі уточняється будова та властивості запропонованої організаційно-технічної системи управління якістю виробництва. Причому здійснюється коректування функціональних та параметричних властивостей системи, визначаються вимоги до методів та способів контролю якості продукції, уточняється структура та зв'язки в системі та в кінцевому вигляді пропонується організаційно-технічна система управління якістю виробництва в машинобудуванні.

На заключному етапі розробляються рекомендації щодо впровадження отриманих результатів в практику виробництва, які дозволять підвищити ефективність функціонування організаційно-технічної системи управління якістю.

Застосування запропонованого методологічного підходу при модернізації виробництва в машинобудуванні дозволить обґрунтувати раціональні рішення щодо синтезу організаційно-технічної системи управління якістю виробництва та в кінцевому результаті дозволить випускати машинобудівельним підприємствам конкурентно здатну продукцію високої якості, яка відповідає світовим стандартам.

УДК 588:15

КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Хомік М. М.

Національний університет оборони України

імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,

E-mail: nkhomik@ukr.net

Комплексна методика оцінювання ризику особового складу на основі показників техногенної небезпеки військ (сил) складається з чотирьох методик оцінювання ризику особового складу на основі коефіцієнтів мінної, радіаційної, хімічної та біологічної небезпеки військ (сил) відповідно.

Аналізуючи різні небезпеки, які можуть виникнути під час надзвичайних

ситуацій була висунута гіпотеза про те, що їхній внесок в рівень сумарної небезпеки однаковий. Доведення цього припущення спирається на той факт, що усі події, які виникають під час оцінювання ризику особового складу на основі показників техногенної небезпеки військ (сил) носять імовірнісний характер, і, відповідно, коефіцієнти мінної, радіаційної, хімічної та біологічної небезпеки військ (сил) також носять імовірнісний характер. І оскільки ці події сумісні і незалежні, використовуючи підходи щодо усереднення та нормування вагових коефіцієнтів впливаючих факторів можна стверджувати, що вага коефіцієнтів мінної, радіаційної, хімічної, біологічної небезпеки військ (сил) в значення сумарної небезпеки приблизно однакова. На користь цього доведення свідчить також і результати експертного опитування.

Враховуючи вищезазначені міркування постає можливість визначати коефіцієнт техногенної небезпеки як :

$$\mu_n = 1 - \prod_{i=1}^n (\bar{\mu}_{n_i}),$$

де: μ_n – коефіцієнт техногенної небезпеки; $\bar{\mu}_{n_i}$ – зворотне значення коефіцієнту відповідної небезпеки (мінної, радіаційної, хімічної, біологічної).

УДК 588:15

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Нікітін А. А.

Національний університет оборони України

імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,

E-mail: tolik-nikitin@ukr.net

Вирішення задачі щодо розроблення методики оцінювання ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій полягає у кількісній оцінці ефективності її функціонування щодо запобігання ризику втрат та порівняння її з оціночними показниками за критеріями ефективності.

Методика оцінювання ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій побудована на підставі:

обґрунтованих показників і критерію оцінювання ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;

імітаційно-аналітичної моделі функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в умовах зараження небезпечними хімічними речовинами;

удосконаленої методики визначення ймовірного ризику втрат внаслідок

зараження небезпечними хімічними речовинами.

Процес запобігання наслідкам надзвичайних ситуацій хімічного характеру розглядається, як сукупність послідовних відповідних етапів обчислення.

На першому етапі проводиться визначення часткових показників для розрахунку допустимого ризику та часткових показників для розрахунку ймовірного ризику втрат в умовах зараження небезпечними хімічними речовинами.

На другому етапі проводяться обчислення допустимого та ймовірного ризиків втрат в умовах зараження небезпечними хімічними речовинами.

На третьому етапі проводиться обчислення кількісного значення ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та визначення її оціночного показника за критерієм ефективності.

Запропонована методика оцінювання ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій дозволяє в умовах невизначеності оцінювати ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Оцінювання проводиться під час зараження небезпечними хімічними речовинами з умовою не перевищення допустимого ризику втрат внаслідок зараження небезпечними хімічними речовинами. Методика надає можливість ефективно планувати виконання завдань в умовах зараження небезпечними хімічними речовинами, встановлювати доцільні форми і способи виконання завдань та більш обґрунтовано приймати управлінські рішення.

УДК 588:15

МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ СИЛ І ЗАСОБІВ РХБ ЗАХИСТУ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ РХБ ОБСТАНОВКИ

Мещеряков І. С.

Національний університет оборони України

імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,

E-mail: mesheris1979@ukr.net

Структурна схема методики обґрунтування раціонального складу сил і засобів РХБз, призначених для оцінювання РХБ обстановки можливо представити у вигляді семи блоків:

блок 1 – підготовка вихідних даних для проведення досліджень обґрунтування раціонального складу сил і засобів РХБ захисту, призначених для оцінювання РХБ обстановки. На цьому етапі формується множина вихідних даних, необхідних для проведення подальших розрахунків: дані про можливості

противника та характер його дій; дані про свої війська, їх склад та можливості; дані щодо характеристик району виконання завдання; чинники, які впливають на виконання завдання;

блок 2 – вибір показника оцінювання ефективності виконання завдань силами і засобами РХБ захисту, призначеними для оцінювання РХБ обстановки.

Основним показником оцінювання ефективності, який визначається у блоці 3, можна вважати ймовірність своєчасного одержання повної, точної та достовірної інформації про РХБ обстановку від підрозділів РХБ розвідки;

блок 4 – блок порівняльного оцінювання відповідності ймовірності своєчасного одержання повної, точної та достовірної інформації про РХБ обстановку від частин (підрозділів) РХБ розвідки вимогам;

блок 5 – на цьому етапі проводиться аналіз даних та здійснюється обґрунтування потрібного значення показника.

Якщо порівняльне оцінювання не відповідає вимогам, то здійснюється перехід до блоку 6, де проводиться уточнення складу сил і засобів РХБ захисту, призначених для оцінювання РХБ обстановки.

У разі відповідності вимогам потрібного значення показника здійснюється перехід до блоку 7.

У результаті застосування запропонованої методики може бути визначений склад сил і засобів РХБ захисту, призначених для оцінювання РХБ обстановки.

УДК 351.861

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИЙ МЕТОД ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА З ВИКОРИСТАННЯМ АЕРОПЛАТФОРМ НА БАЗІ БПЛА

Морщ Є. В.

*Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Київ, Україна,
E-mail: mev1@i.ua*

Розглянемо приклад практичного застосування методу для обґрунтування потрібної кількості сил та засобів екологічного моніторингу районів ведення бойових дій.

Вихідні дані: множина аеродромів ЗС України для базування БПЛА екологічного моніторингу операційних зон і районів ведення бойових дій $\bar{Z} = \{z_i\}, i = \overline{1, Z}$, де Z – кількість аеродромів, z_i – кількість БПЛА на i -му аеродромі, $(x, y)_i$ – координати i -ого аеродрому; множина операційних зон і районів ведення БД $\bar{R} = \{r_j\}, j = \overline{1, R}$, де R – кількість операційних зон і районів

ведення БД, r_i – площа j -ого району моніторингу, $(x, y)_j$ – координати j -ого району моніторингу, звідки починається екологічний моніторинг операційних зон і районів ведення бойових дій; ТТХ характеристики БПЛА екологічного моніторингу (швидкість V , максимальна тривалість польоту $T_{\max}$, моніторингова продуктивність N), що визначають максимальну площу j -ого району моніторингу, яку може обстежити один БПЛА i -ого аеродрому $S_{\text{обст } ji}$.

Постановка задачі (загальний вигляд): знайти такий план $\bar{Z} = \{z_i\}$, $i = \overline{1, Z}$ застосування моніторингових сил і засобів ЗС України, розміщених на множині заданих аеродромів $\bar{Z}$ із ресурсом z_i , що мінімізує наряд БПЛА на виконання екологічного моніторингу операційних зон і районів ведення бойових дій та дозволить виконати повний обсяг моніторингових робіт Ω (дослідити множину заданих районів моніторингу $\bar{R}$).

Приклад. Нехай у розпорядженні ЗС України є 5 аеродромів з наступним ресурсом БПЛА та координатами розташування: $Z_1 = 5, (100, 500)_1$; $Z_2 = 4, (200, 100)_2$; $Z_3 = 6, (300, 400)_3$; $Z_4 = 5, (500, 300)_4$; $Z_5 = 4, (500, 600)_5$ (рис. 1).

Необхідно обстежити 3 району пошуку із наступними координатами початкової точки $(200, 300)_1$; $(400, 200)_2$; $(400, 400)_3$ та площами 100 тис. км² кожен. Знайти мінімальний наряд БПЛА з наступними пошуковими характеристиками:

$T_{\max} = 4,045 \text{ год}$ (при повній заправці паливного баку); $V = 220 \frac{\text{км}}{\text{год}}$; $N = 4,95 \frac{10^3 \text{ км}^2}{\text{год}}$
(при застосуванні моніторингового обладнання АРК-У2 на висоті 100м)

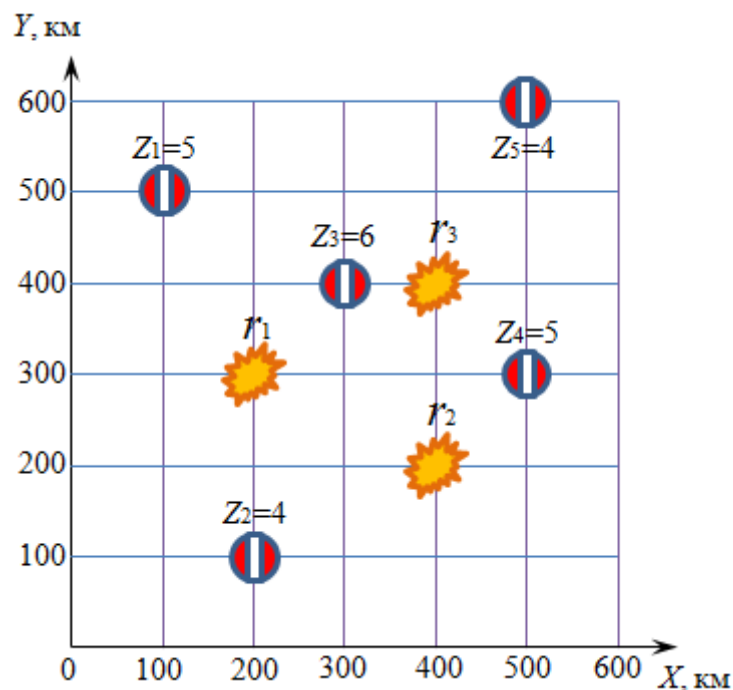


Рис. 1. Розміщення аеродромів ЗС України та районів ведення бойових дій

Введення даних до комп'ютерної програми "TORA" (рис. 2) та обчислення результатів (рис. 3).



Рис. 2 – Введення даних до комп'ютерної програми "TORA"

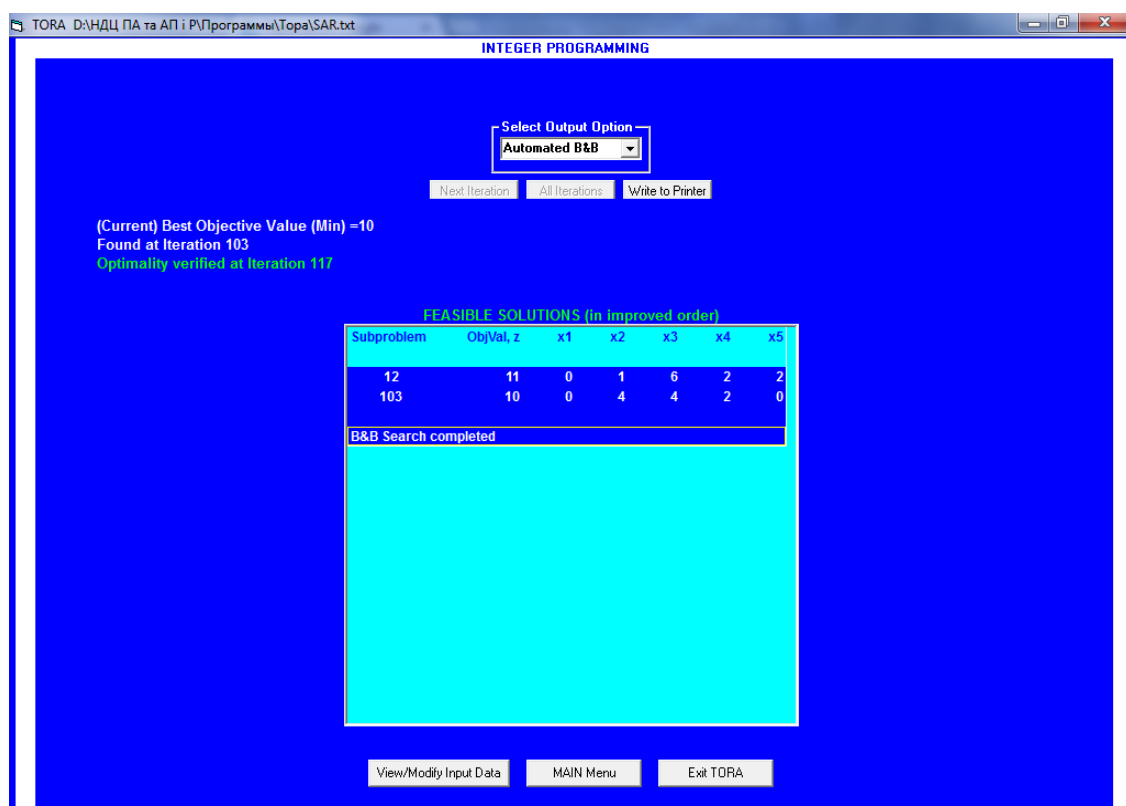


Рис. 3 – Обчислення результатів в комп'ютерній програмі "TORA"

Згідно обчислень в комп'ютерній програмі "TORA" (рис. 3), отримаємо наступні результати:

на 12-й ітерації пошуку: $F=11$, $x_1 = 0$; $x_2 = 1$; $x_3 = 6$; $x_4 = 2$; $x_5 = 2$;

на 103-й ітерації пошуку: $F=10$, $x_1 = 0$; $x_2 = 4$; $x_3 = 4$; $x_4 = 2$; $x_5 = 0$.

Таким чином, приклад практичного застосування методу обґрунтування потрібної кількості сил та засобів екологічного моніторингу операційних зон і районів ведення бойових дій виконується за критерієм мінімуму кількості задіяних сил і засобів за умови виконання повного обсягу моніторингових робіт. Недоліком розв'язку є те, що отримане рішення дає інформацію лише щодо кількості задіяних засобів з кожного аеродрому ЗС України, але не дає відповідь на те, в якій пропорції вони будуть задіяні для обстеження того чи іншого району ведення БД. Однак отриманні дані можуть надати інформацію щодо кількості повітряних засобів моніторингу (БПЛА літакового, гелікоптерного чи мультикоптерного типу) на кожному аеродромі, які треба привести в готовність до польоту.

Головними критеріями ефективності системи екологічного моніторингу є оперативність та економічність, тобто мінімізація витрат часу та ресурсів на здійснення екологічного моніторингу в зоні ведення бойових дій, виявлення та локалізацію потенційно небезпечних об'єктів тощо. Це можна здійснити шляхом розгортання мобільних епізодичних мереж (МЕМ) із використанням телекомунікаційних аероплатформ (ТА) (рис. 4), які здійснюватимуть збір, часткову обробку та передачу інформації в спеціалізовані координаційні центри екологічного моніторингу [1]. Абоненти таких мереж (військові екологи, рятувальники, екологічні сенсори чи транспортні засоби) можуть з'єднуватись між собою (або з координаційним центром) на основі тимчасових зв'язків із ретрансляцією через проміжні вузли наземного чи повітряного базування. В якості повітряних ретрансляторів можуть використовуватися не тільки засоби авіації ДСНС (літаки Ан-32П, гелікоптери Мі-8 та ЕС-145), а й безпілотні авіаційні комплекси міні- та мікро класу.

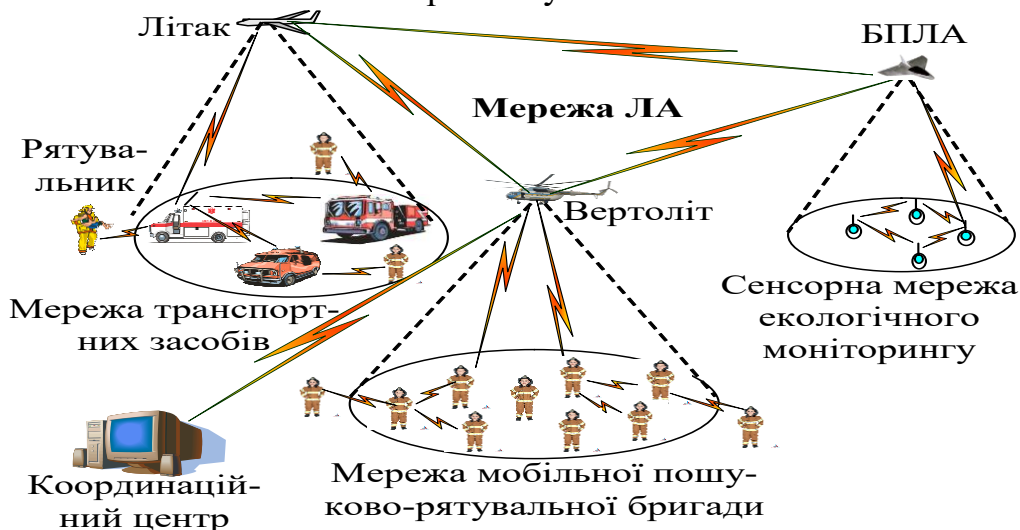


Рис. 4. Приклад організації мобільної епізодичної мережі із використанням повітряних ретрансляторів

Однак функціонування таких МЕМ неможливе без ефективної системи управління (СУ), яка б дозволяла швидко реагувати на структурні та

функціональні зміни, пов'язані із веденням бойових дій, забезпечуючи ті чи інші цілі управління, зокрема підвищення продуктивності мережі, зв'язності абонентів, надійності, живучості тощо.

Над проблемою підвищення зв'язності працювало багато відомих вітчизняних та іноземних науковців [1]. Зокрема проф. Романюком В.А. була запропонована функціональна модель системи оперативного управління мережею БПЛА, головними складовими якої є підсистема управління топологією та підсистема керування польотом. Підсистема управління топологією визначає оптимальне положення множини ТА відповідно до обраного критерію та скеровує підсистему управління польотом для виконання заданої цілі, наприклад, підвищення продуктивності мережі.

У роботі [1] було запропоновано метод управління топологією MEM, що являє собою обчислювальну процедуру, яка дозволяє оперативно визначати близьке до оптимального місцезнаходження множини БПЛА за критерієм максимуму продуктивності мережі. Однак на практиці є необхідним не тільки оперативне обчислення місцезнаходження аероплатформ для прив'язки до електронної карти місцевості моніторингової інформації, а й оперативне відпрацювання цього рішення системою керування польотом за обмеження паливних витрат в умовах дії інтенсивних стохастичних зовнішніх збурень. У цьому аспекті зазначений метод дістане подальшого розвитку в даній роботі.

Серед сучасних підходів до побудови систем керування польотом БПЛА, що здійснюють екологічний моніторинг у зоні ведення бойових дій, зустрічаються багато різноманітних теоретичних посилок і технічних прийомів. Аналіз публікацій дозволяє зробити деякі висновки про сучасний стан та досліджувані шляхи побудови систем керування польотом ЛА.

1. Концепція побудови адаптивних систем керування польотом на основі поєднання процесів ідентифікації і власне керування є домінуючою.

2. У всіх відомих дослідженнях у якості моделей керованого процесу приймаються лінеаризовані математичні моделі ізольованих повздовжнього і бокового рухів.

3. Оцінювання стану керованого процесу виконується на основі фільтра Калмана (або питання оцінювання стану не обговорюється – можна зробити припущення, що в цих випадках точність вимірювання змінних руху ЛА вважається допустимою для розв'язання задачі).

4. Найбільш поширена ідентифікація параметрів вибраної моделі руху ЛА за допомогою алгоритмів, які реалізують метод найменших квадратів (МНК). Водночас досліджуються і такі методи, як узагальнений метод найменших квадратів; метод максимальної правдоподібності; метод, заснований на фільтрації Калмана; методи, які використовують граничні цикли; метод слідкуючої моделі.

5. До числа вимірюваних сигналів включаються практично всі пілотажні змінні, традиційно вимірювані на ЛА, з тенденцією виключення сигналів аерометричних датчиків (під час вимірювання такі датчики використовують набігаючий потік повітря).

6. Вимоги до бажаного руху ЛА формуються або заданням еталонних

моделей з фіксованими чи змінюваними в залежності від швидкісного напору параметрами, або заданням квадратичних функціоналів з відповідним вибором вагових коефіцієнтів.

Заслужують на увагу ідеї комбінації різних принципів автоматичного налаштування систем керування польотом. Так, об'єднання налаштувань за параметрами середовища з параметричною адаптацією дозволяє поєднувати переваги цих підходів за умови виключення недоліків, притаманних по окремої кожному з них. Програмне налаштування за параметрами середовища забезпечує високу швидкодію адаптації системи керування польотом до умов, що змінюються, і спрощує виникаючі проблеми стійкості, а самонастроювання забезпечує високу точність керування.

Спочатку сформулюємо загальну постановку задачі. Нехай задано такі вихідні дані: поточні координати положення та швидкість переміщення мобільних абонентів (МА) $X_i = [x_i, y_i, z_i], \vec{v}_i, i = \overline{1, N}$, де N – кількість МА в мережі (будемо вважати, що всі МА переміщуються в одній площині на рівні моря, тобто $z_i = 0$); поточні координати положення та швидкість переміщення БПЛА $X_{0k} = [x_{0k}, y_{0k}, z_{0k}], \vec{V}_{0k}, k = \overline{1, K}$, де K – кількість БПЛА в мережі (будемо вважати, що всі БПЛА баражують на однаковій висоті над рівнем моря, тобто $z_{0k} = h$); максимальні радіуси передачі (приймання) МА d^0 та БПЛА D^0 (в площині БПЛА), R^0 (в площині МА) (однакові для всіх вузлів); параметри радіоканалів: V – швидкість передачі, L – довжина пакету даних (однакові для всіх каналів); вимоги до трафіку – мінімальна продуктивність s^0 та максимальна затримка передачі t_z^0 ; протоколи множинного доступу – із контролем несучої та виключенням колізій (для каналів МА-МА, МА-БПЛА), із частотним розділенням (для каналів БПЛА-БПЛА); метод маршрутизації – гібридний (наприклад, ZRP), алгоритм пошуку найкоротших шляхів – Дейкстри; всі абоненти без пріоритету в обслуговуванні, тобто матриця розподілу трафіку Γ – однорідна; тип трафіку – однорідний пуасонівський (без пріоритету в обслуговуванні); тип обслуговування пакетів у вузлах мережі – з очікуванням без обмеження довжини черги.

Тоді загальну постановку задачі можна сформулювати таким чином: визначити розміщення X групи телекомунікаційних аероплатформ (БПЛА) для максимізації продуктивності мережі S , тобто

$$S = f(X) \rightarrow \max_{X \in \Omega}, \quad (1)$$

де Ω – ОДЗ, що визначається вимогами до зв'язності та показників функціонування МЕМ; $X = [X_{01}, \dots, X_{0K}]$, де $X_{01} = [x_{01}, y_{01}, z_{01}]$, $X_{0k} = [x_{0k}, y_{0k}, z_{0k}]$, $k = \overline{1, K}$.

Для вирішення задачі підвищення продуктивності мобільних епізодичних мереж запропоновано процедуру на основі управління положенням телекомунікаційних аероплатформ. В основу процедури покладено ідею підвищення продуктивності мобільних радіомереж на основі управління

положенням телекомунікаційних аероплатформ.

Суть ідеї полягає в тому, що оптимальне розміщення телекомунікаційних аероплатформ у просторі дозволяє створити таку структуру мережі, що має більшу кількість незалежних маршрутів передачі даних між абонентами, а згідно теореми Форда-Фалкерсона це дозволяє збільшити мінімальний перетин та максимальний потік, що мережа може пропустити в одиницю часу, тобто підвищити її продуктивність.

Суть методології, що втілює запропоновану ідею, полягає в тому, що пропонується об'єднати в єдину обчислювальну процедуру удосконалені математичні моделі оцінки структурно-функціональної зв'язності МА та удосконалений алгоритм пошуку квазіоптимального положення ТА (детально розглядаються в [1], що дозволить досягати близьких до екстремальних значень продуктивності мобільних радіомереж в умовах швидкого та непередбачуваного переміщення мобільних абонентів.

Схема-алгоритм розробленого методу представлена на рис. 5. Вона включає такі етапи: збір інформації про стан та параметри функціонування мережі (блок 1); розрахунок та оцінка параметрів її структури та функціонування (блоки 4,7); знаходження нового місцеположення БПЛА у випадку відхилення параметрів функціонування від допустимих значень, що реалізує задану ціль управління (максимум продуктивності) (блоки 6,9,10); виконання отриманого рішення (вивід або переміщення БПЛА у задану точку простору) (блок 11) та адаптація до реальних умов функціонування (блок 12). Даний цикл реалізується послідовно й оперативно для кожного БПЛА в залежності від того, наскільки суттєво змінилася топологія мережі відносно до її попереднього стану (визначається характером та рівнем мобільності абонентів).

Алгоритм знаходження нового положення БПЛА у загальному випадку зводиться до перебору всіх можливих варіантів розміщення БПЛА. Однак ця задача належить до класу NP-повних, тому для скорочення повного перебору варіантів розміщення БПЛА запропоновано використовувати попередньо розроблену сукупність правил відбору варіантів такої зміни зв'язності мережі, що підвищують її пропускну здатність, а також зменшують час обчислень. Це дозволяє отримати в режимі реального часу близькі до оптимальних рішення і використовувати алгоритм для оперативного управління положенням телекомунікаційних аероплатформ.

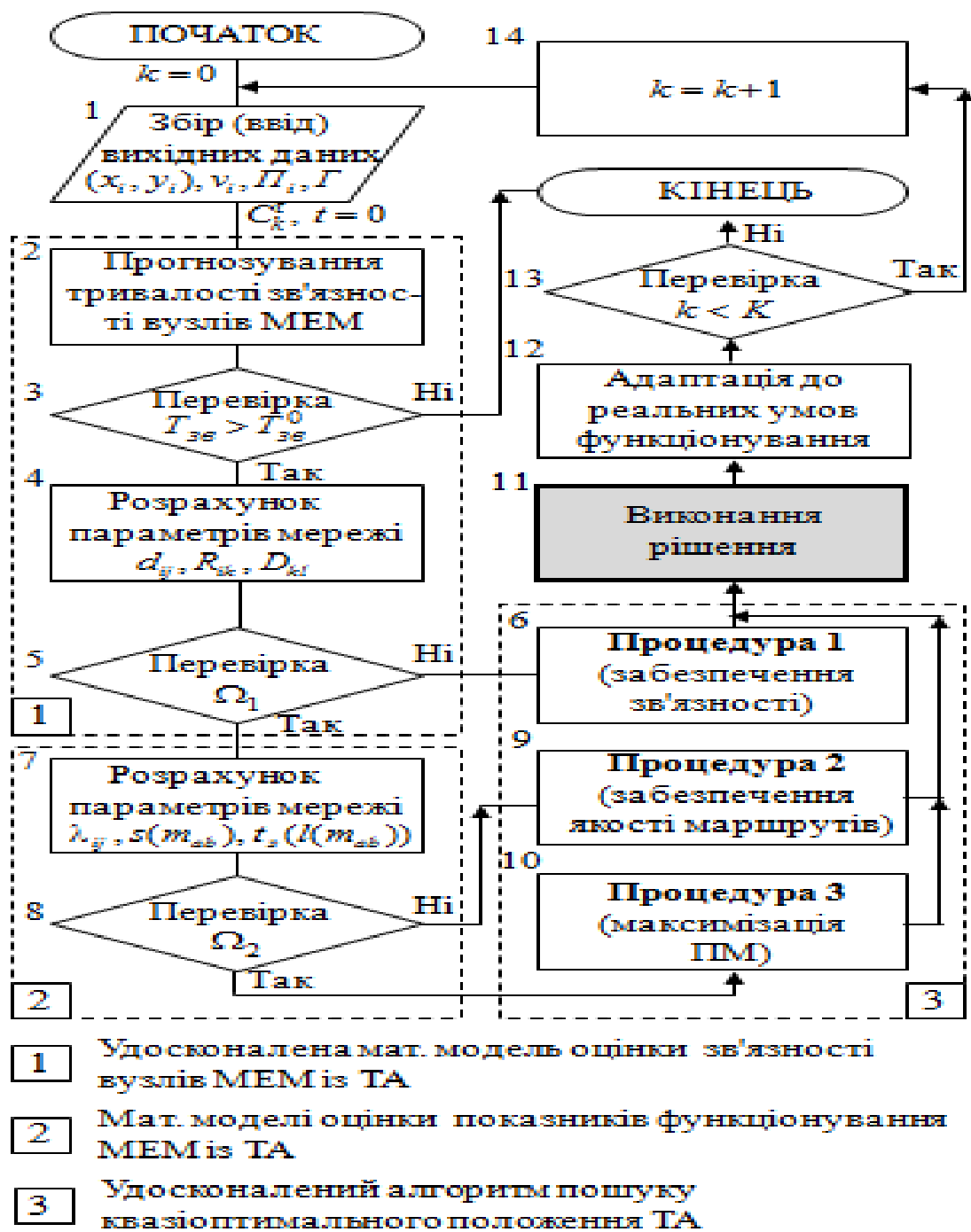


Рис. 5. Схема-алгоритм методу підвищення продуктивності MEM із ТА

Проведене оцінювання ефективності запропонованого методу дозволяє зробити такі висновки.

1. Середній вииграш запропонованого методу порівняно з існуючими становить 15–20 %;

2. Середнє відхилення продуктивності відносно методу повного перебору становить 5–7 %;

3. Середній час отримання рішення для запропонованого методу становить од./дес. секунд на відміну від десятків хвилин для існуючих методів, що дозволяє виконувати управління положенням ЛА (БПЛА) в режимі реального часу.

Проте визначення оптимального положення в режимі реального часу ще

не гарантує негайного його відпрацювання, тому предметом подальшого розвитку методу є вирішення задачі синтезу оптимального закону керування польотом БПЛА для виконання отриманого рішення у найкоротший час і з найменшими енергозатратами на керування. Тобто здійснено деталізацію блоку 11 схеми на рис. 5.

Використовуючи метод комп'ютерного моделювання, було визначено оптимальний період часу між проведенням процедури ідентифікації, що становить 20 с для даного об'єкта керування, який задовольняє поставленим вимогам до якості процесів керування.

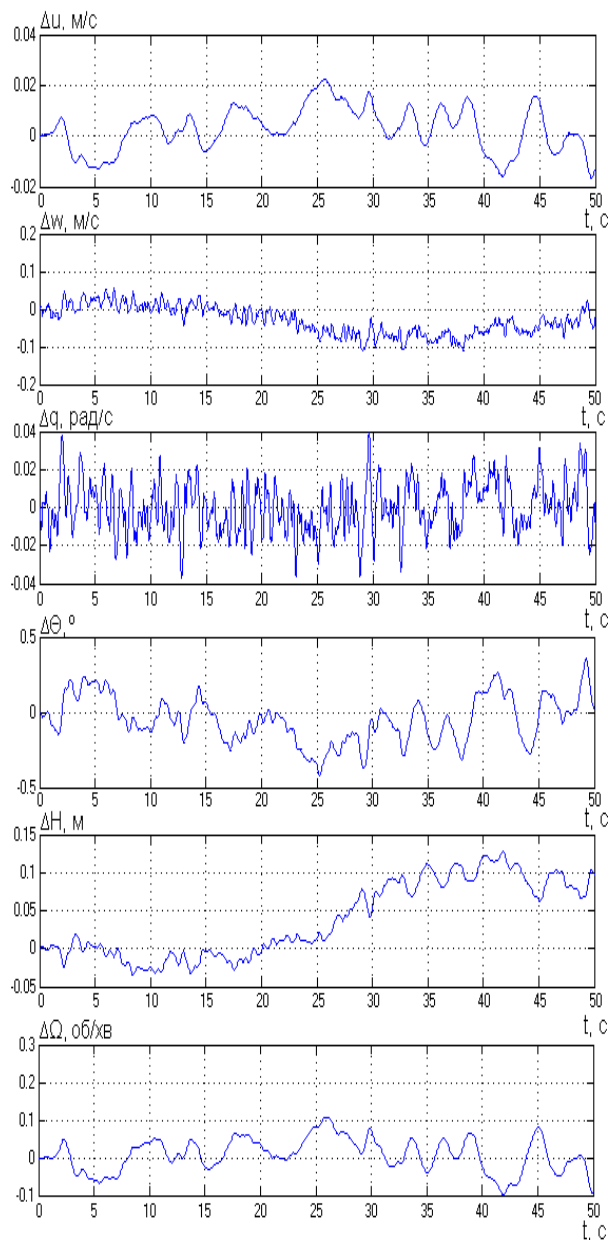


Рис. 6. Похибка комбінованої нелінійної дискретної адаптивної САК у повздовжньому каналі $E_i = \Delta X_i = X_i - X_{im}$

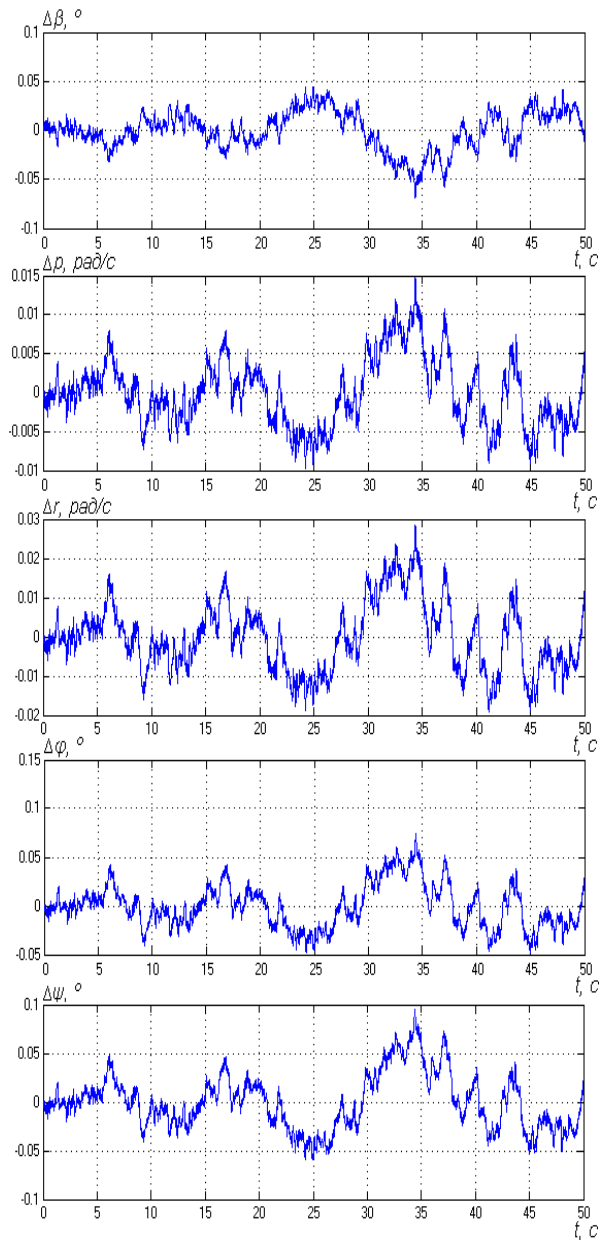


Рис. 7. Похибка комбінованої нелінійної дискретної адаптивної САК у боковому каналі $E_i = \Delta Y_i = Y_i - Y_{im}$

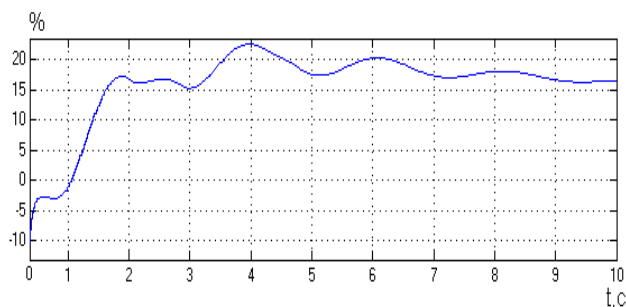


Рис. 8 – Зміна миттєвого відносного зниження паливних витрат

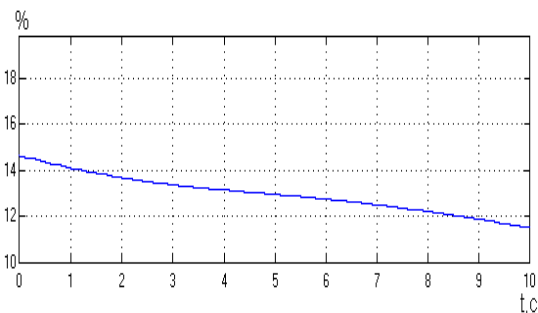


Рис. 9 – Зміна миттєвого відносного зниження енерговитрат на управління керованими поверхнями

Результати роботи комбінованої нелінійної дискретної адаптивної системи автоматичного керування БПЛА, що знаходиться під впливом зовнішніх стохастичних збурень, представлені на рис. 6 та рис. 7. На рис. 8 та рис. 9 представлені графіки зміни миттєвого відносного зменшення паливних витрат та енерговитрат на управління керованими поверхнями для режиму керування швидкістю за стабілізації висоти. Наведені залежності відображають відносне зменшення енерговитрат на керування та паливних витрат під час застосування еталонної моделі, побудованої на основі оптимального квадратичного регулятора, по відношенню до закону керування, побудованого на методі стандартних коефіцієнтів.

Загальне середнє зниження паливних витрат становить 15,47 %, а загальне середнє зниження енерговитрат на управління керованими поверхнями становить 13,24 %.

Список використаних джерел

1. Романченко, І. С. Моделі застосування інформаційно-телекомунікаційних технологій на основі безпілотних авіаційних комплексів у надзвичайних ситуаціях [Текст]: Моногр. / І. С. Романченко, С. Л. Данилюк, С. М. Чумаченко. – К.: НАУ, 2016. – 335 с.

**СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ
ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО
ХАРАКТЕРУ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

Чумаченко С.М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: s_chum@ukr.net

Яковлєв Є.О.

*Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ,
Київ, Україна*

E-mail: yakovlevhydro@gmail.com

Морщ Є. В.

Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Київ, Україна,

E-mail: tev1@i.ua

Савченко І.О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: mailfornuft@gmail.com

Ми повинні пам'ятати, що наша місія на Донбасі є важливою з багатьох причин. В цьому регіоні точиться військовий конфлікт, який несе небезпеку для людей і оточуючого середовища. Виникають нові природно-техногенні загрози, які не мали аналогів у світовій історії.

Військовий конфлікт відбувається в найбільшому в світі вуглевидобувному техногенно насиченому регіоні, який є однією з найбільших і найнебезпечніших природних-техногенних геосистем у світі з високою щільністю потенційно небезпечних об'єктів Його площа складає до 53 тис. км².

На цій території проживає від 7 до 4 млн. людей. На території промислово-міських агломерацій Донбасу розміщено більш ніж 4000 потенційно небезпечних об'єктів, що включають до свого складу шахти, металургійні, хімічні, енергетичні виробництва, полігони високотоксичних відходів, терикони, шламонакопичувачі та шламосховища, руйнування яких створює додаткові загрози та ризики для безпеки життєдіяльності населення, що проживає на цих територіях.

Враховуючи вищезазначені умови, що склалися в цьому регіоні було розроблено індикативну схему проведення експрес-досліджень, які б дали змогу оцінити, найбільш уражаєму ланку, яка є критичною для забезпечення екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності в цьому регіоні.

На наш погляд – це вода. Для Донбасу вода є інтегральним індикатором екологічного стану навколишнього середовища. Слід зазначити, що на сьогодні в умовах проведення операції об'єднаних Сил (ООС) існує певна невизначеність щодо рівнів забруднення ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод важкими металами, мастильними матеріалами та іншими небезпечними речовинами через відсутність планомірного екологічного моніторингу в зоні ООС.

Відповідно до плану проведення польових досліджень в 2016 році були відпрацьовані маршрути руху і відбору проб води та ґрунту в найбільш небезпечних районах Донецької та Луганської області на підконтрольній та непідконтрольній територіях України.

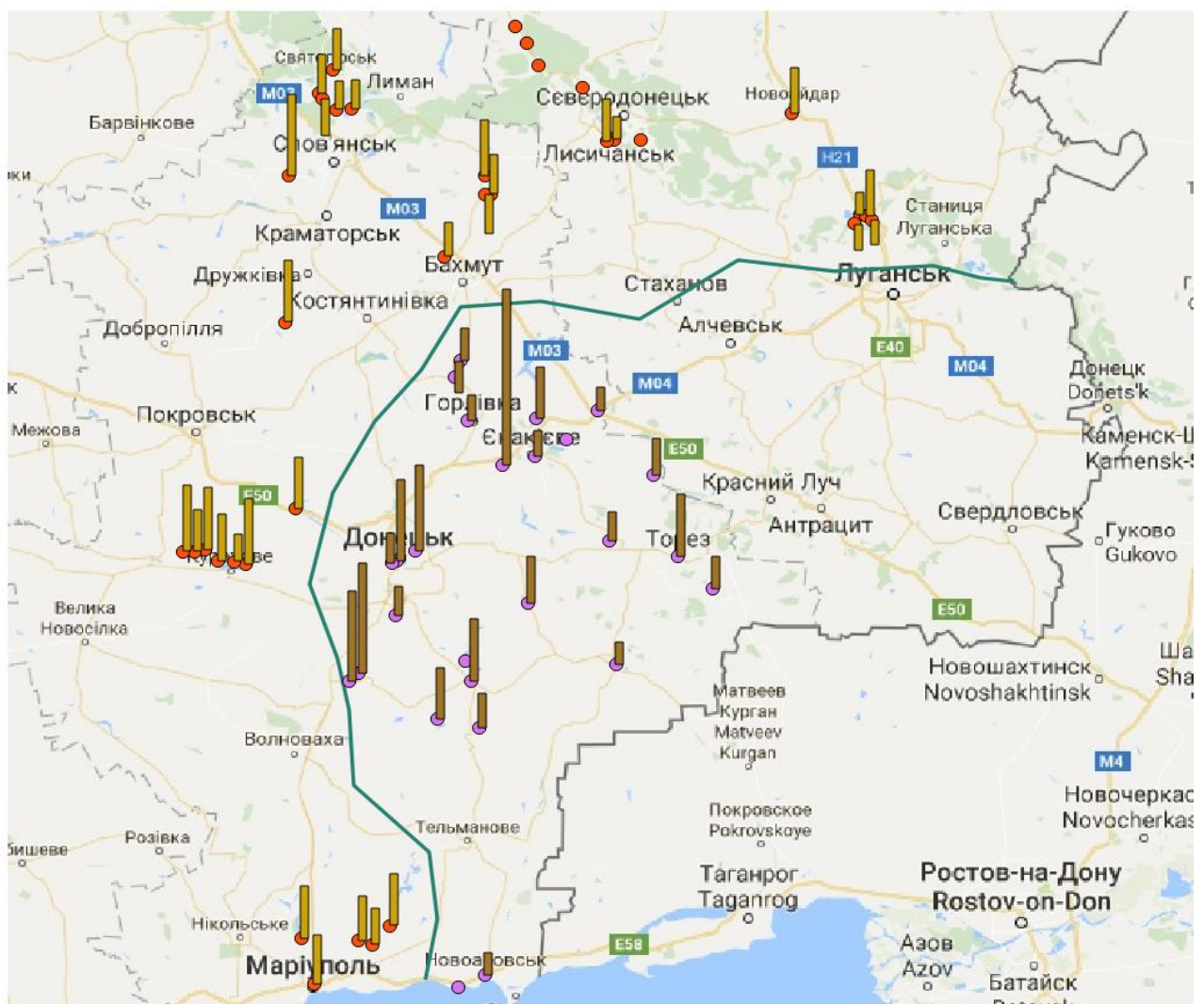


Рис. 1. Результати відбору проб води на підконтрольній та непідконтрольній територіях Донбасу

Формулювання проблеми забруднення питних вод в умовах військового конфлікту на Донбасі обумовлюється наступними тезами:

- Від 400 до 800 млн. м³ / рік стоків мінералізованих шахтних вод;
- до ООС в цьому регіоні було до 59 000 км водопровідно-каналізаційних тепломереж з втратами від (50-60) до (90-100) % вод та рідких комунальних відходів;
- щорічний викид до 6 млрд м³ / рік вибухонебезпечних і токсичних газів (метан, радон);
- з 113 водозаборів підземних вод, що діють (1.8 млн. м³ / добу), 48 є забрудненими;
- шахта Юнком з підземним атомним вибухом на глибині 860 м;
- забруднення токсикантами підземного простору Горлівського хімзаводу;
- загроза некерованого підтоплення Микитівського ртутного рудника;
- наявність більше 2500 "копанок" (стихійних шахт), як джерел неконтрольованого витоку забруднень на денну поверхню.

На території Донбасу утворилася військова природно-техногенна геосистема, яка характеризується застосуванням всіх видів стрілецької та артилерійської зброї, ураженням верхнього шару ґрунтового покриву від утворення великої кількості воронок, окопів, фортифікаційних споруд, знищення рослинності та біорізноманіття внаслідок пожеж та активних бойових дій.

Найбільшого руйнування в цих умовах зазнала критична інфраструктура цього регіону.

Специфіка відбору проб води та ґрунту, донних відкладів, вимірювання рівня радіаційного фону дозволила зробити висновки про стан питно-господарського водопостачання з резервних джерел, що можуть бути задіяні в умовах виникнення надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнно-техногенного походження.

Під час проведення ремонтно-відновлювальних робіт на водогонах загинуло близько 12 чоловік, за свідченнями спостерігачів з розведення конфліктуючих сторін. Наземні та низько заглиблені водогони піддаються артилерійським обстрілам та диверсійним актам терористичного характеру.

В цих умовах зростає значення водопостачання з підземних джерел. На листах карти наведено розвідані підземні водозабори для водопостачання на території північної частини Донецької та Луганської областей. В умовах впливу поверхневого забруднення зростає значення підземних розвіданих водозаборів, які є резервними для цих територій.

Узагальнені дані щодо ресурсів підземних водозаборів Донецької і Луганської області наведено на цьому слайді.

Донецька область – ресурс підземних вод - 2,4 млн. м³ / добу;

Експлуатується - 1,2 млн. м³ / добу;

Споживання у 2014 р. - 0,5 млн. м³ / добу;

Луганська область - ресурс підземних вод - 4.8 млн. м³ / добу;

Експлуатується - 1,9 млн.м³ / добу;

Кількість забруднених підземних водозаборів для зони ООС:

Донецька область – - 34 (2015р.);

Луганська область - 12 (2015р.);

На жаль, за існуючою інформацією, моніторинг підземних вод практично відсутній протягом останніх 5-и років.

Найбільшу загрозу для безпеки життєдіяльності населення і можливості відновлення виробництва формує небезпека втрати водовідливу і вентиляції шахт Донбасу, значна частина яких є гідравлічно пов'язаними.

Нині зі 150 вугільних шахт 115 перебувають на окупованих територіях; повністю зруйновано 7 вугледобувних шахт Донбасу, ще 63 працюють у режимі відкачування води, працюючими є лише 24 шахти. З 90 шахт, підпорядкованих Міністерству енергетики та вугільної промисловості України, лише 35 знаходяться на контрольованій Україною території, тоді як інші 55 (у т.ч. шахти, що видобувають вугілля антрацитової групи) перебувають на території Донецької та Луганської областей, підконтрольній терористам. Із 35 контрольованих Україною шахт близько 10 працюють у режимі підтримання життєдіяльності .

Більшість шахт в цьому регіоні є гідравлічно зв'язаними і затоплення однієї шахти може призвести до затоплення інших шахт, що розташовані поруч.

Наслідком некерованого затоплення шахт буде підтоплення і затоплення великих площ прилеглих міст та селищ, забруднення підземних і поверхневих водозаборів мінералізованими шахтними водами, додаткові просідання і зрушення (деформації) денної поверхні, руйнування нафтогазопроводів, магістральних та місцевих ліній електропередач та інших об'єктів критичної інфраструктури.

Потенційну загрозу радіаційного забруднення підземних вод також несе у собі шахта Юнком, з камерою підземного атомного вибуху на глибині 860 м.

На майбутнє, очевидно до плану проведення наших досліджень слід також включити дослідження радіаційного фону на цих територіях. Так при проведенні відбору проб біля сіл Берестки та Красне було виявлено перевищення радіаційного фону у кілька разів за допомогою польового радіометру-дозиметру Терра МКС-01. На території Маріуполя були обстежені пляжі, де виявлено участки із високим рівнем радіоактивного забруднення до 103 мКр.

На території цього регіону знаходиться декілька сховищ для зберігання радіоактивних відходів. Це може призвести до радіоактивного забруднення підземних вод та прилеглих до них територій у разі порушення цілісності цих сховищ та можливого створення і задіяння брудних бомб.

Певну небезпеку несуть також терикони та теплові електростанції,, біля яких виявлено підвищений радіаційний фон з рівнями радіації до 58 Мкр.

Також для порівняння було проаналізовано кількість відхилень від норми показників СанПіну щодо якості питної води. На слайді наведена узагальнена інформація для підконтрольної території та непідконтрольної територій (див. рис. 2, 3).

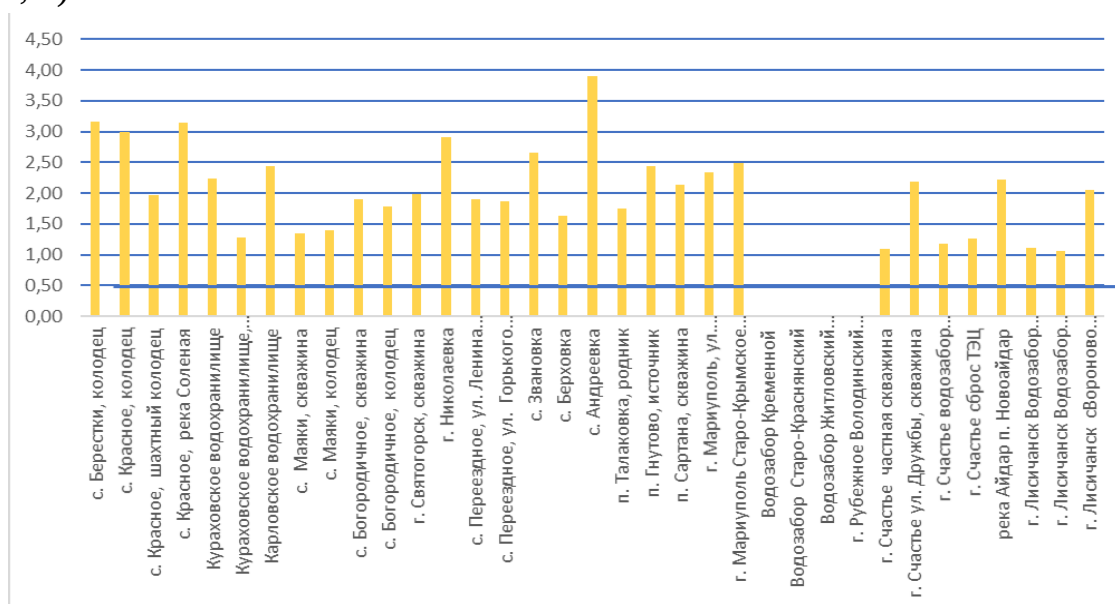


Рис. 2. Показник забруднення води на підконтрольній території



Рис. 3. Показник забруднення води на непідконтрольній території

Аналіз проб води проводився в трьох сертифікованих лабораторіях КП Води Донбасу. Для проведення оцінки інтегрального забруднення води проведено обчислення показника забруднення води, як середнього відхилень у відповідності до СанПін.

На наш погляд, першочерговими заходами зі збереження екологічної безпеки та життєздатності Донбасу є наступні:

1. Активізувати екологічний моніторинг зони ООС в першу чергу засобами дистанційного зондування Землі.

2. Визначити екологічний стан об'єктів - джерел виникнення надзвичайних ситуацій (ПНО, ХНО).

3. Організувати прискорене відновлення функціонування мереж ОКІ:

1) водопровідних;

2) каналізаційних;

3) теплоенергопостачання.

4. Збільшити використання захищених від забруднення підземних вод для питно-господарського водопостачання.

5. Розпочати дослідження новітніх факторів екологічних загроз для питно-господарського водопостачання у Донбасі за умов ООС:

5.1. Оцінка впливу некерованого затоплення шахт на активізацію небезпечних процесів підтоплення міст і селищ, забруднення водозаборів поверхневих і підземних вод, осідань поверхні і небезпечних деформацій житлових, промислових споруд та ін. об'єктів

5.2. Оцінка активізації впливу глобальних змін клімату (потепління, збільшення кількості і нерівномірності опадів, висоти і частоти повеней) на прискорення міграції забруднень, активізацію зсувів, карстових провалів та ін.

5.3. Оцінка зростання забруднюючого впливу на стік Сіверського Донця руйнування дамб і ін. гідротехнічних споруд фільтруючих накопичувачів токсичних стоків (більше 1500 об'єктів площею 10200 га)

Список використаних джерел

1. Кодрик А.І., Яковлев Є.О., Чумаченко С.М., Порталян А.С. Методичні підходи до геоінформаційного аналізу еколого-техногенних загроз для вуглепромислових районів Донбасу (на прикладі ПАО “Лисичанськвугілля” та ДП “Первомайськвугілля”) // Математичне моделювання в економіці. Міжнародний науковий журнал. № 4 (13), жовтень-грудень 2018 р. С. 5-17

Наукове видання

**V МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**V міжнародна
науково-практична конференція**

**«НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ
РОЗРОБОК ДЛЯ МОНІТОРИНГУ, ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО
ХАРАКТЕРУ»**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1–2 жовтня 2020 р.

відповідальний за випуск — А. О. Мошенський

**НУХТ 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК №1786 від 18.05.2004 р.**