



**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**

**IV міжнародна
науково-практична конференція**

**«ПРОБЛЕМАТИКА ОЦІНКИ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ,
МОНІТОРИНГ І ЗАХИСТ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ
ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ В СУЧАСНИХ
УМОВАХ ГЛОБАЛІЗАЦІЇ»**

Наукові праці

6–7 листопада 2019 р.

Київ – Брюссель - Краків, Польща - 2019

Наукові праці IV міжнар. наук.-практ. конф. «Проблематика оцінки гібридних загроз, моніторинг і захист критичної інфраструктури для попередження надзвичайних ситуацій в сучасних умовах глобалізації», 6–7 листопада 2019 р. (Київ – Брюссель - Краків, Польща). – К. : НУХТ-TIEMS, 2019. – 36 с.

У матеріалах конференції наведено доповіді за напрямками:

- світові тенденції в розробленні інформаційних систем для оцінки гібридних загроз надзвичайних ситуацій в умовах глобалізації;
- міжнародні стандарти у галузі інформаційних і телекомунікаційних технологій та кіберзахисту під час надзвичайних ситуацій;
- захист критичної інфраструктури від гібридних загроз;
- моделювання та симуляція 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 978-83-956296-2-4

© TIEMS UKRAINE CHAPTER, 2018

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. <i>Andre Samberg</i> Проблеми забруднення питних вод в умовах військового конфлікту на Донбасі.....	5
2. <i>Андріюк О.П.</i> Використання сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій в інформаційних системах моніторингу надзвичайних ситуацій.....	6
3. <i>Романюк В. П.</i> Застосування імітаційної макроекономічної моделі для оцінки економічної шкоди від надзвичайних ситуацій на території України	7
4. <i>Даценко І.П., Самарай В.П.</i> Синтез організаційно-технічних систем управління якістю виробництва у машинобудуванні з урахуванням сучасних тенденцій	13
5. <i>Нікітін А. А.</i> Аналіз існуючого методичного апарату з оцінювання ефективності функціонування системи ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій	15
6. <i>Хомік М. М.</i> Методика оцінювання ризику особового складу на основі коефіцієнту мінної небезпеки	17
7. <i>Мещеряков І. С.</i> Методика обґрунтування раціонального складу сил і засобів РХБ захисту, призначених для аерозольного маскування.....	19
8. <i>Мориц Є.В.</i> Структурно-функціональну модель попередження не техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури.....	20
9. <i>Хрущов Д.П., Сплодитель А.О.</i> Основи теорії інформаційного забезпечення досліджень щодо поводження з геологічною складовою територій військової діяльності.....	25
10. <i>Чумаченко С.М., Яковлев Є.О., Єрмаков В.М.</i> Системний підхід до визначення еколого-техногенних загроз в зоні проведення операції об'єднаних Сил на Сході України.....	30

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО КОНФЛІКТУ НА ДОНБАСІ

Андре Самберг

TIEMS UKR CHAPTER, Брюссель, Бельгія

E-mail: info@tiemsukr.org

В доповіді розглянуто питання розвитку природно-техногенних загроз та надзвичайних ситуацій в умовах проведення операції об'єднаних Сил на Донбасі. Проведено огляд можливих напрямків досліджень та обґрунтована необхідність відновлення екологічного моніторингу цих територій на базі сучасних геоінформаційних технологій та математичного моделювання.

В Південно-східному регіоні України, який є найбільшим у світі вуглевидобувним регіоном, уже п'ять років точиться військовий конфлікт. Країна несе великі матеріальні і людські втрати з одночасним розвитком катастрофічних екологічних змін для довкілля Донбасу.

Слід зазначити, що за оцінками експертів Донбас є однією з найбільших і найнебезпечніших природних-техногенних геосистем у світі з високою щільністю потенційно небезпечних об'єктів, які несуть значні екологічні небезпеки для людей і навколишнього середовища. Синергетична дія збройного конфлікту, екологічно незбалансованої експлуатації природних ресурсів цього регіону (підземна виїмка вугілля з повним обрушенням порід, складування токсичних відходів без фільтрозахисту, великі обсяги скидів забруднених шахтних вод і т. ін.), та неефективні управлінські рішення колишньої та нинішньої влади призвели до виникнення нових природно-техногенних загроз, які не мали аналогів у світовій історії. Найбільш уразливими ланками в системі життєзабезпечуючих чинників для місцевого населення, які є критичними для забезпечення екологічної безпеки та безпеки життєдіяльності в цьому регіоні є верхня зона геологічного середовища (техногенно змінена верхня зона надр до глибини формування прісних вод - зона активного водообміну) та гідросфера.

На сьогодні для Донбасу ресурси прісних вод питної якості є ключовим індикатором екологічного стану навколишнього середовища. Формулювання проблеми забруднення питних вод в умовах військового конфлікту на Донбасі обумовлюється наступними тезами:

- 800 млн. м³ / рік стоків мінералізованих шахтних вод (зараз за умов некерованого закриття та затоплення численних шахт до 400-500 млн. м³ / рік);
- 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), до 48 є частково забрудненими переважно природними сполуками (залізо, марганець, жорсткість і т. ін.);
- забруднення токсикантами підземного простору Горлівського хімзаводу;
- загроза некерованого підтоплення Микітівського ртутного рудника.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Андріюк О.П.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: nuht_andriuk@ukr.net

Use of modern information and telecommunication technologies in information systems of emergency monitoring

The article considers the problems of application of modern information and telecommunication technologies for emergency monitoring. Emergency monitoring information systems allow to make sound management and, accordingly, to improve engineering decisions to protect human and material values and reduce the negative impact of emergencies.

Key words: *information and telecommunication technologies, emergency situation, organizational and technical system, emergency monitoring*

Вступ. Сучасні інформаційно-телекомунікаційні системи є важливим інструментом оцінки наслідків надзвичайних ситуацій і засобом для проведення аналізу впливу вражаючих чинників та процесів формування таких чинників внаслідок надзвичайних ситуацій.

Результати. Інформаційні системи моніторингу довколишнього середовища дозволяють приймати обґрунтовані управлінські, і відповідно, вдосконалювати інженерні рішення щодо захисту людських і матеріальних цінностей і зменшення негативного впливу внаслідок надзвичайних ситуацій.

Основними завданнями суб'єктів системи моніторингу є:

- довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;
- інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;
- інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення інформацією про стан довкілля (екологічною інформацією) населення країни і міжнародних організацій.

Важливим етапом є етап вимірювання та контроль за якістю результатів. Тому важливим є формування загальної інформаційної бази, систематизація, аналіз та узагальнення даних, виявлення тенденцій змін якісного стану об'єктів моніторингу, на основі чого можна приймати управлінські рішення та надавати рекомендації.

Основні завданнями системи моніторингу:

- виявлення та аналіз ступеня антропогенного впливу та джерел такого впливу на довкілля та здоров'я населення;
- виявлення зон екологічної небезпеки;
- розробка критеріїв допустимих та критичних рівнів впливу на природне середовище;
- оцінка екологічного, економічного та естетичного збитків внаслідок

техногенного та антропогенного навантаження;

- обґрунтування та розробка природоохоронних управлінських рішень.

Інформаційно-телекомунікаційні технології - це сукупність методів, програмно-технічних засобів і виробничих процесів, інтегрованих з метою збирання, опрацювання, зберігання, розповсюдження, показу і використання інформації в інтересах користувачів.

Основні напрямки розвитку сучасних інформаційних-телекомунікаційних систем:

- системи моніторингу НС;
- програмно-моделюючі комплекси для оцінки масштабів і прогнозування розвитку НС;
- інформаційно-аналітичні системи;
- системи оповіщення про НС;
- системи підтримки прийняття рішень щодо реагування на НС.

Sopernicus EMS складається з Картографічної служби та Системи раннього попередження. Environmental Benefits Mapping and Analysis Program – це загальнодоступна програма з відкритим кодом на базі ПК для відображення та аналізу екологічних вигод, Community Edition (BenMAP-CE), інструмент для оцінки здоров'я та економічних переваг скорочення забруднення повітря в будь-якій точці світу. Програма працює на платформі C #, вихідний код доступний у GitHub, що дає можливість інтеграції в інші програми екологічного моделювання. SAMEO (Computer-Aided Management of Emergency Operations) - це система програмних додатків, що використовуються для планування та реагування на надзвичайні ситуації з хімічними речовинами, розроблена EPA та Національною адміністрацією з питань океанічних і атмосферних умов для надання допомоги планувальникам та експертам з надзвичайних ситуацій.

Висновки. Таким чином, сучасні інформаційні-телекомунікаційні технології повинні забезпечувати мобільність, точність визначення, стійкість передачі даних, високу надійність носіїв інформації, зручність інтерфейсів, простоту в обслуговуванні. Пріоритетом також є зберігання і обробка великих потоків інформації в режимі реального часу.

УДК 519.7: 335.58(075.8)

ЗАСТОСУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МАКРОЕКОНОМІЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ШКОДИ ВІД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Романюк В.П.

*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ,
Україна*

E-mail: romm@gmail.com

За оцінками експертів провідних аналітичних центрів (World Economic Forum) [1] країни світу входять у довготривалу стадію посилення нестабільності

розвитку у глобальному масштабі. 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). 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.

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.

Через усе це виникла потреба здійснення комплексного дослідження для системного поєднання всіх аспектів проблеми, спрямованого на розробку інформаційного інструментарія для імітаційного моделювання економічної шкоди від НС на об'єктах критичної інфраструктури, що сприятиме збільшенню рівня безпеки життєдіяльності (БЖД) населення в зоні проведення ООС.

Як зазначається у класичній роботі В. Маршалла [8, с. 358-359], до початку 1980-х років токсичні викиди під час аварій на ПНО не розглядалася як основна загроза для персоналу і населення. Згідно із тодішньою статистикою втрат абсолютно переважали ураження, спричинені пожежами і вибухами (особливо від об'ємних вибухів: пилових хмар; повітряно-газових хмар газоподібних вуглеводнів – метана та подібних; парових хмар летючих вуглеводнів – циклогексана та подібних). Частка втрат, пов'язаних із токсичними викидами, серед усіх промислових і транспортних аварій становила: 8% смертельних і 32% не смертельних уражень. Хоч саме аварії з викидом токсичних речовин викликали найбільший суспільний резонанс. Однак ситуація змінилася після хімічної аварії в м. Бхопал (Індія) у 1984 р.

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 (НХР);
- вид НХР (в нашому випадку хлор або аміак);
- обсяг викиду НХР (тонн);
- характер викиду (вільно, у піддон)
- метеоумови на час викиду:
 - сезон, час, хмарність, стан атмосфери (ізотермія, інверсія, конвекція),
 - температура повітря (Т°С),
 - 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.).

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.

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 збитків від наслідків реальних НС в Україні практикують так званий «експертний» підхід, коли відповідні фахівці на свій розсуд (тобто значною мірою суб'єктивно) оцінюють їх для основних реципієнтів негативного впливу (суб'єктів господарювання, персоналу і населення, об'єктів навколишнього середовища), фактично не використовуючи призначену для цього офіційну методику, розроблену колишнім МНС України [8-12], мотивуючи свою відмову тим, що в багатьох випадках її необхідно додатково адаптувати до конкретних ситуацій.

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.

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. 1), пропонується підхід до моделювання, що ґрунтується на взаємопов'язаних статтях національних рахунків у цінах поточного періоду при збереженні необхідного балансу між основними секторами економіки.

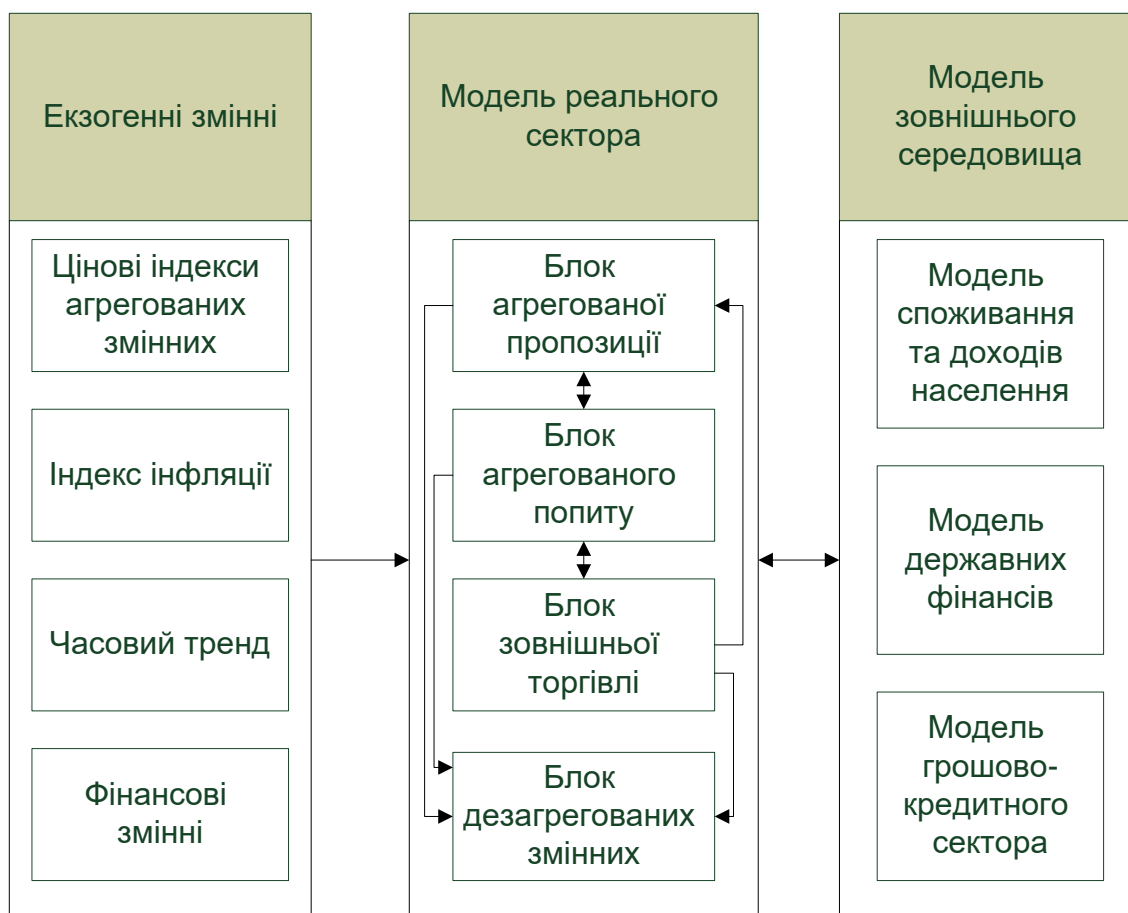


Рис. 1. Структура моделі прогнозування реального сектора

Структурно загальна макромодель економіки України складається з системи відповідних макромоделей: реального сектора, споживання та доходів населення, зовнішньоекономічного, фіскального та грошово-кредитного секторів. Виділяються також сектори бюджетного та платіжного балансів.

В роботі при вирішенні задачі оптимального управління в якості критерію був обраний один з найважливіших застосовуваних в практиці макроекономічних показників – валовий внутрішній продукт. Формування його здійснюється в реальному секторі, тому більш детально розглядається саме ця модель.

Наведена модель реального сектора разом з іншими може використовуватися як для середньо-, так і довгострокового прогнозування розвитку економіки в цілому та її агрегованих галузях. У моделях закладені можливості імітаційного прогнозування економіки за формалізованим описом моделі, а також альтернативними сценаріями розвитку макроекономічної ситуації, кожен з яких характеризується відповідним набором екзогенних та ендогенних змінних.

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 (табл. 1).

Таблиця 1. Загальна характеристика моделі прогнозування економічної шкоди від надзвичайних ситуацій техногенного характеру для реального сектора економіки України

Блок	Кількість рівнянь			Кількість змінних		
	Всього	У тому числі		Всього	У тому числі	
		регресійних стохастичних	тотожностей		ендо-генних	екзо-генних
1	2	3	4	5	6	7
агрегованої пропозиції	5	2	3	8	4	4
агрегованого попиту	15	4	11	18	12	6
зовнішньої торгівлі	12	4	8	17	11	6
дезагрегованих змінних	56	24	32	65	51	14

При виконанні досліджень процес ідентифікації макроекономічної моделі здійснювався з використанням програмних засобів пакету для статистичної обробки інформації EViews 4.

Для проведення експериментальних досліджень конструювання імітаційної макроекономічної моделі здійснювалось на ПЕОМ в спеціалізованому середовищі імітаційного моделювання Vensim PLE. Дане середовище ґрунтується на широко відомій системно-динамічній парадигмі, розробленій ще наприкінці 50-х років ХХ століття професором Массачусетського інституту технологій Дж. Форестером. Слід зазначити наступні переваги пакету імітаційного моделювання Vensim:

- 1) Простота в роботі. Робота з пакетом Vensim не вимагає спеціальних навичок і знання мови програмування. Модель розробляється шляхом розміщення на робочому аркуші вбудованих будівельних блоків, з'єднаних стрілками. Стрілки вказують напрямок фінансових і матеріальних потоків, а також відображають структурні взаємозв'язки моделі;
- 2) Унікальний ефект візуалізації. При будь-якій зміні схеми моделі автоматично змінюються алгоритм і програмний код, що генерується автоматично.
- 3) Відсутність "жорсткої прив'язки" до якого-небудь кола завдань.

4) Розвинені засоби аналізу чутливості, що забезпечують автоматичне багаторазове виконання моделі з різними вхідними даними.

5) Підтримка безлічі форматів вхідних даних.

Моделювання здійснювалося в двох режимах: в режимі нормального функціонування економіки і в режимі надзвичайної ситуації воєнно-техногенного характеру. Для цього структура макроекономічної моделі була модифікована – в рівняння, що задає загальну пропозицію були введені змінні, які визначають вплив зовнішніх чинників від дії надзвичайних ситуацій – ΔP та ΔI . Різниця одержаних в результаті моделювання оцінок валового внутрішнього продукту в обох режимах складає економічну шкоду внаслідок надзвичайних ситуацій і використовується для розрахунку критерію ефективності в задачах оптимального управління під час здійснення аварійно-рятувальних робіт.

Таким чином, розроблений 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.

Здійснено обґрунтування і вибір методів для прогнозування макроекономічних наслідків надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження на об'єктах критичної інфраструктури:

1. Уточнені поняття економічної шкоди на регіональному рівні від наслідків аварій (руйнувань) на об'єктах критичної інфраструктури і механізм її формування на основі натуральних втрат. Економічна шкода на рівні регіону Донбасу визначається як сума втрат валового внутрішнього продукту через пряму дію наслідків аварії на об'єктах критичної інфраструктури та через дію інвестиційного механізму.

2. Модифіковано структуру математичної моделі макроекономіки України і на цій основі розроблено комп'ютерну імітаційну модель для оцінки економічної шкоди від виникнення надзвичайних ситуацій на території України з використанням підходів ПС-аналізу та системної динаміки. Нова структура макроекономічної моделі дозволяє досліджувати вплив на економіку країни не тільки традиційних регулюючих чинників, але й таких, що мають характер зовнішніх збурень. До таких чинників і відносяться, зокрема еколого-економічні збитки та втрати від аварій і катастроф (руйнувань) на ХПНО. Ідентифікація параметрів моделі була виконана з використанням методу найменших квадратів. Адекватність і точність розробленої моделі підтверджується її статистичними характеристиками.

3. Отриманий основний науковий результат, що має прикладне значення – методика оптимізації за макrorівневим критерієм управління ресурсами, призначеними для запобігання і ліквідації наслідків аварій (руйнувань) на об'єктах критичної інфраструктури. Окреме прикладне значення мають складові цієї методики: методика прогнозування макроекономічних наслідків аварій (руйнувань) на об'єктах критичної інфраструктури та алгоритми вирішення задач оптимального управління ресурсами при запобіганні і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження. Сутність розробленої методики полягає:

– в оцінці техногенного ризику у випадках руйнувань (аварій) хімічних

потенційно небезпечних об'єктів, вираженого в прогнозованому зниженні валового внутрішнього продукту регіону;

– розрахунку оптимального розподілу ресурсів по об'єктах на основі цієї оцінки і нормативних витрат ресурсів;

– розробці оптимальної програми (сценарію) застосування ресурсів.

Список використаних джерел

1. Глобальні тенденції і перспективи: світова економіка та Україна. / Наук. ред. В.Юрчишин. – Київ: Заповіт, 2018. – 202 с.

2. Бридун Є.В. Моделювання системи компенсації еколого-економічних збитків // Інститут економічного прогнозування НАН України, Київ, 2002. – forINSURER.com

3. 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.

4. Risk Excellence Notes U.S. Department of Energy. Argonne, 2010. – 127 с.

5. Методика оцінки збитків від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру (Затверджена Постановами Кабінету Міністрів України № 175 від 15.02.2002 р. та №862 від 04.06.2003 р.).

6. Геєць В., Скрипниченко М., Соколик М., Шумська С. Секторальні макромоделі прогнозування економіки України // Економіст. – 1998. – №5. – С. 58-67

УДК 504:519.7

СИНТЕЗ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБНИЦТВА У МАШИНОБУДУВАННІ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ

Даценко І. П.

*Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,
E-mail: ivandocenko@ukr.net*

Самарай В. П.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна,
E-mail: samray1964@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.

Основними завданнями впровадження системи якості у виробництво є:

- забезпечення необхідного рівня якості готової продукції;
- автоматизація проектування оптимальних технологій виготовлення з мінімальною дефектністю за допомогою систем автоматичного проектування (САПР) і спеціалізованих програм.

- прогнозування появи в процесі виробництва окремих дефектів, їх груп та можливого відсотку браку готової продукції.

- діагностика всіх видів дефектності і браку всіма доступними способами.

- оптимізація технологічних процесів виробництва, вибору обладнання та підбору матеріалів та сировини.

- тотальний контроль якості, а саме: якості продукції, якості організації всіх процесів на виробництві та рівня кваліфікації персоналу.

- збір та узагальнення статистичних даних реального стану виробництва, рівня кваліфікації персоналу і трудової дисципліни та інформації щодо якості готової продукції (статистичне спостереження).

- обробка отриманих статистичних даних і моделювання всіх процесів, які проходять на виробництві при виготовленні продукції.

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 першому етапі проводиться статистична оцінка наявної інформації, аналізується реальний рівень якості продукції та досліджуються дефекти та причини їх виникнення.

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

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЛІКВІДАЦІ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Нікітін А. А.

*Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,
E-mail: tolik-nikitin@ukr.net*

В сучасних умовах в процесі цілеспрямованого функціонування систем різного призначення необхідно розуміти тенденції їх розвитку, взаємодії і зв'язки між їх елементами для того, щоб приймати обґрунтовані рішення щодо управління. Аналізуючи такі системи, ми бачимо, що вони є логічним об'єднанням різних елементів (явищ, процесів) з суворо визначеними складними причинно-залежними зв'язками. Вихід з ладу деякого елемента неминуче відбивається на якості роботи всієї системи.

Система ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (далі ЛННС) – складна

система інформаційних і управляючих підсистем, технічних і організаційних підсистем воєнного і цивільного призначення.

Для вивчення питання планування, конструювання і поведження системи ЛННС необхідно провести наукове дослідження складної системи ЛННС із застосуванням системного підходу.

Розглядати систему ЛННС потрібно не тільки як самостійну систему, але і як підсистему більш складних систем: єдиної державної системи цивільного захисту; система застосування Збройних Сил – тобто простежити як можна більше число зв'язків не тільки внутрішніх, але і зовнішніх, для того щоб не пропустити дійсно суттєвих зв'язків і факторів, та оцінити їх ефективність.

Ефективність застосування та інші показники, що визначаються під час планування завдань ліквідації наслідків НС оцінюються за допомогою відповідних методик. На сьогодні відомі поодинокі методики оцінювання ефективності різнорідних сил в заходах з ліквідації наслідків НС.

Більшість з таких методик створені на підґрунті теорій цивільного захисту, захисту від зброї масового ураження та оперативного (бойового) забезпечення і не враховують особливості НС, їх відмінність від впливу зброї масового ураження, стан та можливості сил в НС та ризик виконання завдань.

Доцільно оцінку спроможності сил в НС пропонуємо проводити за наступними групами показників: функціональна відповідність ($P_{ФВ}$), мобільна відповідність ($P_{МВ}$), структурна відповідність ($P_{СВ}$) та економічна доцільність ($P_{ЕД}$):

В свою чергу значення параметричних коефіцієнтів можуть складатися з низки інших показників, що враховують інші аспекти ефективності сил в НС.

Одним з найбільш загальних критеріїв оцінки ефективності дій сил в НС є спроможність виконання комплексу спеціальних робіт під час ліквідації наслідків НС $E_{ЛН}$, його кількісне значення доцільно визначати залежністю:

$$E_{ЛН_j} = \sum_{j=1}^R \mu_i (B_{ЕЗ_j} + P_{ЕД_j}), \quad \sum_{i=1}^4 \mu_i = 1, \quad (1)$$

де $B_{ЕЗ}$ - показник ефективності застосування сил під час ліквідації наслідків НС по функціональним, мобільним і структурним групах показників;

μ_i – коефіцієнт пріоритетності параметрів ($\sum_{j=1}^R \mu_j = 1$), для його визначення

застосовуємо метод ранжирування.

Отже, основним показником спроможності є сума часткових показників.

Розмірності параметрів підбираються таким чином, щоб їх співвідношення було безрозмірним.

Показник ефективності варто визначати наступним виразом:

$$B_{ЕЗ} = P_{ФВ} \cdot P_{МВ} \cdot P_{СВ}, \quad (2)$$

Доцільно вважати, що ліквідація наслідків НС є процес послідовних дії сил, у наслідок яких, з одного боку, наслідки НС ліквідуються, а з іншого – сили, під впливом небезпечних факторів, накопичують ризик, тобто уражаються. Ці

рівняння використовують оцінку ризику через математичне очікування втрат у силах, що залучені до виконання спеціальних завдань.

В рамках створення моделі застосування сил під час ліквідації наслідків НС слід враховувати, що втрати) можуть бути безповоротними, санітарними та відтермінованими в часі відповідно до рівня ризику.

В свою чергу, оцінка й приймання адекватних, з огляду на ризик завдань та заходів, управлінських рішень щодо організації ефективною та обґрунтованою ліквідації наслідків НС, насамперед, залежить від наявності адекватного методологічного апарату, здатного заздалегідь оцінювати ризик завдань, ефективність наявних сил в обстановці, що складається, та корегувати її відповідно обстановки, зокрема, обґрунтовувати та обирати найменш ризикований варіант дій.

Для вирішення цієї проблеми слід розглянути застосування методів та методик дослідження, які, на наш погляд, найбільш підходять для всебічної оцінки ефективності та планування застосування з урахуванням ризику для сил в НС.

УДК 588:15

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ НА ОСНОВІ КОЕФІЦІЄНТА БІОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Хомік М. М.

*Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,
E-mail: nkhomik@ukr.net*

Оцінка біологічної небезпеки відноситься до найбільш складних і недосліджених аспектів оцінювання ризиків. Слід зазначити, що загалом в Збройних Силах України, в тому числі і Командуванні медичних сил Збройних Сил України, на сьогодні не має узгоджених і реалізованих в процесі прийняття управлінських рішень методів і методик оцінювання біологічної небезпеки військ (сил).

Основними біологічними загрозами є:

модифікація властивостей і форм патогенних біологічних агентів, властивостей їх переносників, зміна місця проживання переносників в зв'язку зі зміною клімату і в результаті природних катастроф;

можливість подолання мікроорганізмами міжвидових бар'єрів в поєднанні з виникаючими під впливом зовнішнього середовища змінами генотипу і фенотипу організму людини, тварин і рослин;

поява нових інфекцій, що викликаються невідомими патогенами, занос з території Російської Федерації рідкісних, або які раніше не зустрічалися, інфекційних і паразитарних захворювань, виникнення і поширення природно-вогнищевих інфекцій, спонтанна зараженість збудниками інфекцій, повернення

зниклих інфекцій;

проектування і створення патогенів за допомогою технологій синтетичної біології;

порушення нормальної мікробіоти людини, сільськогосподарських тварин і рослин, що несе за собою виникнення захворювань і їх поширення;

відсутність специфічного імунітету до окремих інфекцій;

поширення антимікробної резистентності, зростання епідеміологічної значимості умовно-патогенних мікроорганізмів, збільшення частоти захворювань, що викликаються інфекціями, у осіб з імунодефіцитними станами, поширення інфекцій, пов'язаних з наданням медичної допомоги;

аварії на об'єктах, на яких знаходяться джерела біологічної небезпеки та (або) проводяться роботи з патогенними біологічними агентами, а також диверсії і (або) терористичні акти на цих об'єктах;

терористичні акти, пов'язані з використанням небезпечних біологічних речовин;

застосування біологічних та інших суміжних технологій для розробки, виробництва і використання потенційно небезпечних біологічних агентів в якості біологічної зброї в цілях здійснення диверсій і (або) терористичних актів;

безконтрольне здійснення небезпечної техногенної діяльності, в тому числі з використанням генно-інженерних технологій і технологій синтетичної біології.

Під час дослідження були уважно вивчені підходи оцінки епідемічної загрози, у тому числі при коронавірусі COVID-19, щодо прогнозування активності вогнищ, в яких ризики зараження людини і можливість виникнення епідемії або пандемії мають кількісну оцінку.

Частково використовуючи зазначені підходи була розроблена методика оцінювання ризику особового складу на основі показника біологічної небезпеки військ (сил), яка робить спробу врахувати їх різноманітність і нечітку структурованість вхідної інформації.

Застосування методу експертних оцінок дозволило окреслити основні показники біологічної небезпеки, а саме:

фактор ризику;

контагіозність;

імунізація особового складу на момент виникнення надзвичайної ситуації;

захищеність особового складу;

комплексний показник предикторів району спалаху хвороби.

Слід зазначити, що, як виявилось, значний вплив на розповсюдження небезпечних хвороб здійснюють саме особливості місцевості, тому запропонований окремий підхід щодо розрахунку його предикторів.

У якості показника названої методики пропонується використання коефіцієнта біологічної небезпеки військ (сил), який дозволяє визначити ступінь ризику особового складу військ (сил) $\mu_{\text{он}}$.

Отже, розроблена методика оцінювання ризику особового складу на основі коефіцієнта біологічної небезпеки військ (сил), в основу якої, на відміну від існуючих, покладений підхід щодо комплексного врахування предикторів оцінки

епідемічної ситуації, імовірності захворювання, оцінки контагіозності та імунного захисту особового складу дозволяє комплексно оцінити процес зараження особового складу небезпечною хворобою з врахуванням способів виконання ним завдань в зоні біологічного забруднення та здійснити оперативні і адекватні розрахунки під час виникнення біологічно небезпечних надзвичайних ситуацій.

УДК 588:15

МЕТОДИКА ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ СИЛ І ЗАСОБІВ РХБ ЗАХИСТУ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ АЕРОЗОЛЬНОГО МАСКУВАННЯ

Мещеряков І. С.

*Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського, Київ, Україна,
E-mail: mesheris1979@ukr.net*

Методику обґрунтування раціонального складу сил і засобів РХБ захисту, призначених для маскуванню дій військ (сил) та об'єктів із застосуванням аерозолів можливо представити у вигляді десяти блоків:

блок 1 передбачає підготовку вихідних даних, необхідних для обґрунтування раціонального складу сил і засобів РХБ захисту щодо виконання завдань із маскуванню дій військ (сил) та об'єктів із застосуванням аерозолів
Вихідними у блоці є дані:

про можливості противника щодо ураження об'єктів високоточною зброєю (ВТЗ) з оптико-електронними засобами розвідки та наведення зброї, а також характер його дій;

щодо військ РХБ захисту, їх складу та можливостей з аерозольного маскуванню об'єктів, а також щодо типів димових засобів;

дані щодо характеристик району виконання завдання аерозольного маскуванню;

про чинники, які впливають на виконання заходів маскуванню дій військ (сил) та об'єктів із застосуванням аерозолів;

блок 2 – визначення необхідного складу для виконання завдання щодо аерозольного маскуванню дій військ (сил) та військових об'єктів;

у блоці 3 – вибір показника оцінювання ефективності виконання завдань силами і засобами РХБз, призначених для виконання завдань маскуванню дій військ (сил) та об'єктів із застосуванням аерозолів;

блок 4 – визначення імовірності ураження об'єкта ВТЗ за застосування аерозольних утворень;

блок 5 – блок, в якому задається потрібне значення імовірності неураження об'єкта. Цей показник може задаватися виходячи з бойового завдання.

блок 6 – блок порівняльного оцінювання відповідності імовірності

ураження об'єкта заданим вимогам потрібного значення показника;

якщо порівняльне оцінювання не відповідає вимогам, то здійснюється перехід до блоку 7, де проводиться уточнення типів димових засобів, складу сил та засобів РХБз, призначених для маскування дій військ (сил) та об'єктів із застосуванням аерозолів;

у разі відповідності вимогам потрібного значення показника здійснюється перехід до блоку 8 для визначення ефективності аерозольного маскування об'єктів;

блок 9 – блок визначення кількості варіантів складу засобів;

якщо буде отримано більше ніж один варіант складу димових засобів, то здійснюється перехід до блоку 10, де здійснюється вибір варіанта складу димових засобів за критерієм вартості.

У результаті застосування запропонованої методики може бути визначений склад сил та засобів РХБ захисту, призначених для маскування дій військ (сил) та об'єктів.

УДК 351.861

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНУ МОДЕЛЬ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НС ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ НА ОБ'ЄКТАХ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Морщ Є. В.

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

У разі виникнення надзвичайних ситуацій залежно від різних обставин можуть мати місце три основні сценарії (моделі) управління: традиційна, компенсаційна та комплексна [1, 2].

Отже, під **структурно-функціональною** моделлю ми будемо розуміти **модель**, яка графічно відображає **функціональні** особливості структурних елементів певного процесу. Як свідчить досвід попередження і запобігання надзвичайних ситуацій (НС) на об'єктах критичної інфраструктури (ОКІ), схема попередження надзвичайної ситуації однакова при всіх її видах:

- створюється урядова комісія;
- розробляються плани мобілізації сил і засобів цивільного захисту;
- розробляються плани і першочергові заходи з локалізація аварії або катастрофи;
- визначаються першочергові заходи щодо оповіщення про загрозу або виникнення НС, плани евакуації та рятування населення і його життєзабезпечення.

При цьому повна інформація щодо масштабів НС на ОКІ та соціо-еколого-економічних збитків, особливо на початковому етапі, відсутня або дуже недостовірна, тому виникає потреба в попередньому прогнозуванні можливих наслідків НС на ОКІ та нанесених нею збитків.

Тому найбільш доцільним на сьогоднішній день є розробка попереджувально-компенсаційної структурно-функціональної моделі НС на ОКІ. Цей варіант пов'язаний з попередньою комплексною оцінкою техногенної безпеки регіону. При цьому оцінюється рівень загрози і ступінь ризику виникнення НС на ОКІ, розміри можливих соціо-еколого-економічних збитків та потенціал відновлення. На основі цієї інформації розглядаються можливості попередження таких збитків у ланці ОКІ підвищеної загрози. Оцінка витрат на попередження збитків порівнюється з величиною необхідних компенсаційних витрат з врахуванням необхідності захисту людей і критичної інфраструктури. Під час вибору стратегії безпеки необхідно мати єдиний центр та розвинену систему управління в регіонах, а також можливе включення до процесу розробки програм і контролю будь-яких неурядових громадських організацій (союз підприємців, профспілки, органи охорони здоров'я та страхування, правові органи тощо).

Нині у нашій державі склалася ситуація, коли розрив економічних зв'язків і руйнування управлінських структур не дозволяють застосувати ні другий ні третій варіанти управління в надзвичайних ситуаціях, з'являються випадки коли платити за ризик та безпеку примушують сусідні регіони. Проте ці дії неконструктивні та не сприяють підвищенню безпеки населення у надзвичайних ситуаціях. Тому, необхідно на міждержавному (регіональному) рівні реалізувати таку стратегію управління діями в надзвичайних ситуаціях, яка б включала заходи щодо:

- запобігання виникненню НС на ОКІ, включаючи відмову від продукції небезпечних виробництв, закриття аварійних об'єктів;
- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій у випадку, коли неможливо усунути причини їх виникнення;
- пом'якшення наслідків надзвичайних ситуацій, здійснення стабілізаційних та компенсаційних заходів. Ця стратегія повинна спиратися на відповідну правову, організаційну, інформаційну, економічну та технічну основу.

В роботах [3, 4] визначено, що відповідна модель повинна являти собою сукупність шести множин, елементи яких зв'язані структурними, функціональними та структурно-функціональними базисами взаємодії і складають структурно-функціонально-цільовий простір взаємодії. Цільовий простір взаємодії надається в семантичній формі і представлений переліком надзвичайних ситуацій та завдань, що направлені на їх попередження.

У зв'язку з введенням такого поняття як структурно-функціонально - цільовий простір взаємодії стає необхідним сформулювати кінцевий варіант математичної моделі, яка буде описувати структурно-функціональні складові як окремої організаційно-технічної системи так і їх угруповання та організацію взаємодії структурних підрозділів такого угруповання.

Організаційно-технічна система (ОТС) складається із штатних та оперативних підрозділів. Вони називаються *структурними елементами* ОТС і позначаються літерою $S=s$.

При функціонуванні ОТС послідовно чи одночасно виконуються окремі дії, кожна з яких виконується спеціальним способом. Ці способи (функції) назовемо

функціональними елементами ОТС і позначимо $\Phi=f$.

Організаційно-технічна система призначається для виконання цілком певної сукупності службово-бойових завдань (СБЗ). Окреме таке завдання назовемо *цільовим елементом* ОТС і позначимо через $\mathcal{C}=c$.

Структурний елемент, що діє певним способом називається *структурно-функціональним елементом* ОТС. Він позначається $S\Phi = s \cap f$.

Структурний елемент, що приймає участь у виконанні певного службово-бойового завдання називається *структурно-цільовим елементом* ОТС і позначається $S\mathcal{C} = s \cap c$.

Аналогічно, спосіб (функція), що використовується ОТС при виконанні певного СБЗ названо *функціонально-цільовим елементом* і позначено $\Phi\mathcal{C} = f \cap c$.

Структурний елемент ОТС, що виконує певну функцію при вирішенні певного службово-бойового завдання називається *структурно-функціонально-цільовим елементом* ОТС. Він має таке позначення: $S\Phi\mathcal{C} = s \cap f \cap c$.

За своїми можливостями кожний структурний елемент може виконувати певну сукупність функцій і приймати участь у виконанні певної сукупності завдань, навпроти, кожний спосіб чи завдання (функціональний чи цільовий елемент), може виконуватися структурним елементом із певної їх сукупності. Множину структурних елементів, що входять до складу чи можуть бути сформовані у складі службово-бойової системи будемо називати *структурним базисом* ОТС і позначати $СБ=(s_1, s_2, \dots, s_m)$.

При функціонуванні ОТС послідовно чи одночасно виконуються окремі дії, кожна з яких виконується спеціальним способом. Множину цих способів (функцій) назовемо *функціональним базисом* ОТС і позначимо $\PhiБ=(f_1, f_2, \dots, f_n)$. Сукупність завдань ОТС будемо називати *цільовим базисом* ОТС і позначати $\mathcal{CБ}=(c_1, c_2, \dots, c_k, \dots, c_p)$.

Множина усіх застосовуваних структурно-функціональних елементів називається *структурно-функціональним базисом* (СФБ) ОТС. СФБ являє собою матрицю розмірності (m_o, n_o) : $S\PhiБ(X) = S X F^T$, $X=(x_{i,j})_{m,n}$, де $x_{i,j}=1$ і $S\Phi_{i,j} = s_i \cap f_j$ якщо структурний елемент s_i за своїми можливостями може діяти способом f_j ; $x_{i,j}=0$ і $S\Phi_{i,j} = 0$ у протилежному випадку.

Множина усіх застосовуваних структурно-цільових елементів називається *структурно-цільовим базисом* (СЦБ) ОТС. СЦБ являє собою матрицю розмірності (m,p) : $S\mathcal{CБ}(Y) = S Y^T C$, $Y=(y_{i,k})_{m,p}$, де $y_{i,k}=1$ і $S\mathcal{C}_{i,k} = s_i \cap c_k$ якщо структурний елемент s_i приймає участь у виконанні СБЗ c_k ; $y_{i,k}=0$ та $S\mathcal{C}_{i,k}=0$ у протилежному випадку.

Аналогічно, множина усіх застосовуваних функціонально-цільових елементів ОТС називається *функціонально-цільовим базисом* (ФЦБ). ФЦБ являє собою матрицю розмірності (n,p) : $\Phi\mathcal{CБ}(Z) = F Z^T C$, $Z=\{z_{j,k}\}$, де $z_{j,k}=1$ і $\Phi\mathcal{C} = f_j \cap c_k$, якщо спосіб (функція) f_j використовується ОТС при виконанні службово-бойового завдання c_k ; $z_{j,k}=0$ і $\Phi\mathcal{C}_{j,k}=0$ у протилежному випадку.

І, нарешті, повну сукупність структурно-функціонально-цільових елементів назовемо *структурно-функціонально-цільовим базисом* (СФЦБ) службово-бойової системи. СФЦБ являє собою трьохіндексну матрицю розмірністю (m_o, n_o, p_o) : $W=(w_{i_o, j_o, k_o})=(x_{i_o, j_o}, y_{i_o, k_o}, z_{j_o, k_o})$. Якщо $w_{i_o, j_o, k_o}=1$, то це означає, що структурний

елемент s_{io} , виконуючи завдання c_{ko} . за своїми можливостями може діяти способом f_{jo} , а відповідний структурно-функціональний елемент дорівнює $C\Phi\Omega_{iojoko} = s_{so} \cap f_{jo} \cap c_{ko}$. У протилежному випадку ($w_{io,jo,ko}=0$) $C\Phi\Omega_{iojoko} = 0$.

Визначення елементів та базисів ОТС, та їх мнемонічні позначення надані у таблиці 1.

Таблиця 1 - Визначення елементів та базисів організаційної системи

Елементи ОС	Позначення
структурний	s
функціональний	f
цільовий	c
структурно-функціональний	$C\Phi = s \cap f$
структурно-цільовий	$C\Omega = s \cap c$
функціонально-цільовий	$\Phi\Omega = f \cap c$
структурно-функціонально-цільовий	$C\Phi\Omega = s \cap f \cap c$
Базиси ОС	Позначення
структурний	$CБ = (s_1, s_2, \dots, s_j, \dots, s_m) = S$
функціональний	$\PhiБ = (f_1, f_2, \dots, f_j, \dots, f_n) = F$
цільовий	$\OmegaБ = (c_1, c_2, \dots, c_k, \dots, c_p) = C$
структурно-функціональний	$C\PhiБ(X) = S^T X F$, $X = (x_{ij})_{m,n}$, $x_{ij} \in \{0; 1\}$
структурно-цільовий	$C\OmegaБ(Y) = S^T Y C$, $Y = (y_{ik})_{m,p}$, $y_{ik} \in \{0; 1\}$
функціонально-цільовий	$\Phi\OmegaБ(Z) = F^T Z C$, $Z = (z_{jk})_{n,p}$, $z_{jk} \in \{0; 1\}$
структурно-функціонально-цільовий	$C\Phi\OmegaБ_{ijk} = (s_s \cap f_j \cap c_k) w_{ijk} w_{ij}$ $k = x_{ij} y_{ik} z_{jk}$

Структурно-функціонально-цільовий базис ОТС, що містить по два структурних, функціональних та цілових елемента графічно представлено рисунком 1, а його складові - таблицею 2.

Таблиця 2 - Складові структурно-функціонально-цільовий базису ОТС

CΦБ(X)		CΩБ(Y)		ΦΩБ(Z)				
	f ₁	f ₂		c ₁	c ₂		c ₁	c ₂
s ₁	1	1	s ₁	0	1	f ₁	1	1
s ₂	1	0	s ₂	1	1	f ₂	0	1
CΦΩБ(XYZ)								
$C\Phi\Omega_{112} = (s_1 \cap f_1 \cap c_2)$				$C\Phi\Omega_{211} = (s_2 \cap f_1 \cap c_1)$				
$C\Phi\Omega_{122} = (s_1 \cap f_2 \cap c_2)$				$C\Phi\Omega_{212} = (s_2 \cap f_1 \cap c_2)$				

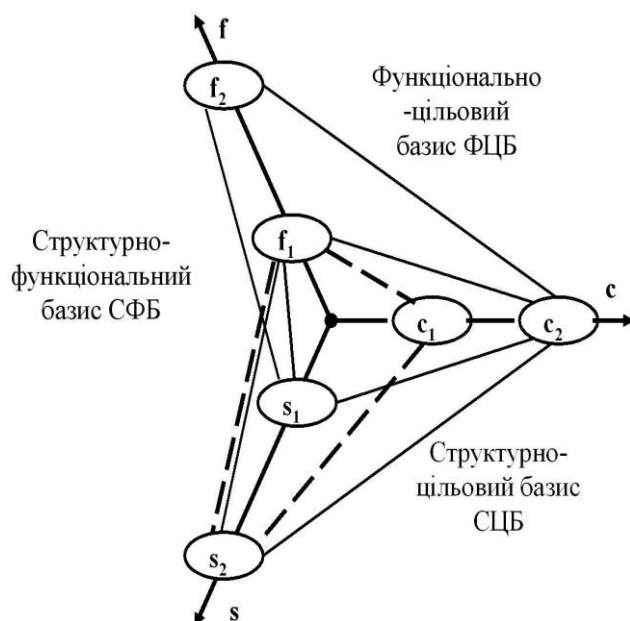


Рис. 1. Структурно-функціонально-цільовий базис ОТС та його складові

Таким чином, як видно, організаційна система є складною багатофункціональною динамічною системою, яка при виконанні усієї сукупності покладених на неї завдань в залежності від часу та оперативно-тактичної обстановки може змінювати оперативний склад як набір функцій, за допомогою яких послідовно чи одночасно виконуються притаманні їй оперативні завдання.

Визначення структурно-функціональної моделі окремої організаційно-технічної системи, що здійснене, допускає аналогічне моделювання декількох ОТС, тобто угруповання сил та засобів як ОТС більш високого рівня.

Список використаних джерел

1. Левчук К. О. Цивільний захист: навчальний посібник / К.О. Левчук, Р.Я. Романюк, А.О. Толок — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016 р. — 325 с.
2. Цивільний захист та попередження надзвичайних ситуацій, в тому числі на залізничному транспорті: Навч. посібник / М.І. Ворожбіян, О.В. Костиркін, Б.К. Гармаш, М.О. Мороз – Харків: УкрДУЗТ, 2015. – 250 с.
3. Кириченко І. О. Підбір вихідних даних для визначення пріоритетних напрямів взаємодії між формуваннями сил цивільного захисту МНС України та підрозділами внутрішніх військ МВС України у разі виникнення надзвичайних ситуацій / Кириченко І.О., Неклонський І.М. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. 2011. - Вип. 13 С. 77-84.
4. Кириченко І. О. Методологічні засади розробки механізму взаємодії між рятувальними формуваннями сил цивільного захисту МНС України та підрозділами внутрішніх військ МВС України при виникненні надзвичайних ситуацій. / Кириченко І.О., Неклонський І.М. // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. 2011. - Вип. 14. С. 84 - 97.

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ПОВОДЖЕННЯ З ГЕОЛОГІЧНОЮ СКЛАДОВОЮ ТЕРИТОРІЙ ВІЙСЬКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Хрущов Д. П.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна,

Сплодитель А.О.

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН
України, м. Київ, Україна,
E-mail: asplodytel@gmail.com*

Актуальність, постановка проблеми. Військові дії (ВД) протягом сучасного етапу новітньої історії ведуться безперервно. Однак всупереч всім екологічним гаслам, які проголошуються світовою спільнотою (в тому числі ООН), комплексної теорії відновлення навколишнього природного середовища порушених в результаті військової діяльності практично не існує. Насамперед, це стосується геологічної компоненти, яка є важливою складовою геосистем.

При аналізі впливу військової діяльності на стан геосистем переважають, головним чином, оцінки розмірів порушення геологічного середовища та концентрації забруднюючих речовин у тих чи інших біотичних та абиотичних складових. Для отримання первинної еколого-геологічної інформації останнім часом широко застосовуються прецизійні технічні засоби дистанційного та контактного зондування стану природного середовища, методи математичного моделювання.

Інформація, отримана завдяки цим засобам є базовою для еколого-геологічної оцінки масштабів реального впливу військової діяльності на навколишнє природне середовище. Але на сьогодні ці підходи не дають змоги реально оцінити екологічний стан територій ВД, тому що орієнтовані головним чином на екологічну оцінку впливу забруднення навколишнього середовища для людської популяції, а не комплексну оцінку еколого-геологічного стану геосистем.

У зв'язку з цим постановка проблеми науково обґрунтованої теорії інформаційного забезпечення досліджень щодо поведінки з геологічною складовою територій військової діяльності (ІЗДПГСТВД) особливо в умовах збройного конфлікту на південному сході України є надзвичайно актуальною.

Мета роботи – представлення концепції інформаційного забезпечення досліджень щодо поведінки з геологічною складовою територій військової діяльності (на прикладі територій України).

Основні завдання:

- аналітичне узагальнення вітчизняного та світового досвіду досліджень територій військової діяльності;

- розробка методологічних основ інформаційного забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД;

- розробка методичних підходів інформаційного забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД (принципів інформаційного моделювання);

- демонстрація прикладів інформаційного моделювання конкретних геологічних об'єктів (ГО);

- узагальнення отриманих результатів, позначення основних напрямків подальшого розвитку теорії інформаційного забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД (ІЗДПГСТВД) як самостійного прикладного напрямку геоінформатики та інфогеології.

1. Стан проблеми. При перманентних військових конфліктах з відповідними негативними наслідками на навколишнє природне середовище системні наукові розробки в області екологічної оцінки стану геосистем (т.ч. геологічної складової) носять фрагментарний характер. Це зумовлено кількома причинами: екологічні (і еколого-геологічні) оцінки територій не завжди проводилися і не публікувалися, а програмні дії по екологічному відновленню проводилися в рідкісних випадках з фінансуванням за залишковим принципом. Природно, за таких умов постановка проблеми загальної теорії інформаційного забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД (ІЗДРПГСТВД) досі не привертала інтересу вчених близьких предметних напрямків.

Відсутність відповідальності за наслідки впливу на функціонування геосистем, що викликане збройними конфліктами та військовою діяльністю, підриває глобальні зусилля в обранні релевантних шляхів відновлення територій ВД. Дослідження ряду країн продемонструвало, що небезпечні токсичні речовини з військових відходів, такі як важкі метали, радіоактивні матеріали, боєприпаси, що не розірвалися мають довготривалий вплив на здоров'я цивільного населення.

Держави, збройні сили та міжнародні організації все ширше визнають вплив збройних конфліктів і військових дій на навколишнє середовище. Наприклад, під час вторгнення в Ірак в 2003 році ряд промислових об'єктів були пошкоджені в результаті конфлікту або просто покинуті. Ці занедбані території залишилися незахищеними та згодом були розграбовані, наражаючи людей на небезпеку високотоксичних речовин. Екологічні збитки від ВД мають прямі гуманітарні наслідки. Потрібне визнання цієї проблеми як першого кроку до вдосконалення систем моніторингу в конфліктний та постконфліктний період та зосередження уваги на вразливих складових геосистем.

У 2009 році програма ООН з довкілля (ЮНЕП) провела інвентаризацію та аналіз міжнародного права щодо захисту навколишнього середовища під час ВД. У висновках підкреслюється, що незважаючи на ряд норм міжнародного гуманітарного права, що прямо або побічно захищають навколишнє середовище під час ВД, відсутня ефективна реалізація та забезпечення їх дотримання. Наприклад, після тривалої окупації Іраку, аналітичний центр США провів екологічну експертизу, що включала: утилізацію базових відходів, утилізацію боєприпасів, захоронення бойових відходів тощо.

Компенсаційна комісія ООН створила корисний прецедент для

забезпечення дотримання екологічних зобов'язань під час війни. Не тільки процедурні аспекти оцінки вимог і проведення оцінки про екологічний збиток, а також встановлення, що Рада Безпеки ООН має підстави вимагати від держав відповідальності за основні екологічні збиток військового часу.

Міжнародне гуманітарне право двояко оцінює рівень порушень міжнародно-правових договорів. Важливо відзначити, що жодна з справ щодо порушення міжнародно-правових зобов'язань внаслідок ведення військової діяльності не розглядалася в міжнародному суді. Ірак залишається єдиною державою, яка була притягнута до відповідальності. Дотримання принципу «забруднювач платить» стало можливим у зв'язку зі здатністю Іраку виплатити заявникам компенсації від продажу нафти.

Ігнорування необхідності будь-яких дій щодо відновлення навколишнього середовища (не розглядаючи стихійних спроб відновлення частини соціальної інфраструктури), а також відсутність системних наукових розробок в області екологічної геохімії щодо ренатуралізації порушених в результаті ВД територій є першопричиною формування основ теорії інформаційного забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій військової діяльності. Реалізації пропонованої концепції потребує розуміння військових дослідників, органів державної влади, правозахисників, геологів та геохіміків, а також унікального поєднання мережевої взаємодії міждисциплінарних досліджень.

2. Методологія та методи

2.1. Методологія

Основні визначення і поняття. Відновлення геологічного середовища (ГС) є комплексом заходів щодо ліквідації наслідків ВД та відновлення територій збройних конфліктів, ініційованих ними. Методологія теорії інформаційного забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД базується на оцінці всієї системи порушеного ГС, як певного геологічного об'єкта (ГО).

Предмет досліджень: механічні та фізико-хімічні характеристики порушень ГС в зв'язку з ландшафтно-формаційними та структурно-літологічними параметрами ГС.

Одним з найбільш важливих питань в теорії інформаційного забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД є розробка методології, орієнтовану на оцінку різних типів впливів та загроз.

2.2. Методика

Основним робочим інструментом забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД є інформаційне моделювання. З огляду на переважно локальний рівень масштабності територій ВД, головним методичним прийомом може слугувати комплексна еколого-геологічна модель (КЕГМ). Зміст інформаційних моделей для вищенаведених видів ВД різняться.

Розробка моделей проводиться на основі підходів інфогеології. Методичним апаратом структурування об'єктів для моделювання є принцип фреймової організації ГС.

Основні принципи виділення територій:

1) Функціональний тип об'єктів ВД: території активних військових дій, військові бази сухопутних військ, сховища боєприпасів, несанкціоновані об'єкти, звалища тощо. Наприклад, території активних бойових дій, полігонів, військових баз тощо.

2) Структурування ГС.

Ландшафтний принцип, формаційний-структурно речовинний принцип.

- Види та рівні забруднення.

- Фазові принципи, породи, підземні води та інші флюїди.

Аналіз вимог до методів екологічної оцінки впливів антропогенної діяльності на геосистеми демонструє, що для задоволення існуючих вимог до методів оцінки впливу заходів бойової підготовки на ГС мають відповідати наступним вимогам:

– забезпечувати можливість ідентифікації первинних впливів і впливів більш високого порядку;

– визначати величину і значимість впливу;

– визначати взаємодії між впливами, включаючи синергетичні ефекти та ефекти нейтралізації;

– забезпечувати можливості розрахунку агрегованих оцінок;

– прогнозувати впливи;

– здійснювати адаптацію оцінок у процесі прийняття рішення.

Критерії оцінки об'єктів ВД. Різні методології оцінки об'єктів ВД переслідують спільну мету – оцінити системні характеристики об'єктів ВД, які простежуються за допомогою різних типів впливів. Тому вибір критеріїв або груп факторів для використання в оцінці має вирішальне значення. Більшість критеріїв, показують консенсус щодо оцінюваних характеристик. В області наукової цінності ми підкреслюємо такі три групи факторів:

1. Первинна структурно-речова матриця ГС (Породний масив - твердофазна матрична основа і підземні води, флюїдна динамічна складова).

2. Первинні фактори впливу ВД (Механічні деформації і фізико-хімічні порушення ГС).

3. Явища та процеси порушення ГС, просторово-часові аспекти:

- первинні: деформації ґрунтового шару і структури породного масиву;

- вторинні: фізико-хімічне забруднення ґрунтів та порід забруднюючими речовинами, процеси самовідновлення ГС).

Кожен з них характеризується відбором об'єктів на основі досвіду експертів і якісних процедур. Цей підхід використовується в різних типах інвентаризацій і також пов'язаний з необхідністю ранжування впливу на геологічну складову територій ВД.

На нашу думку, інформаційне забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД має розпочинатися з виявлення потенційних об'єктів ВД, перш ніж переходити до більш точної кількісної оцінки. У цьому в нашій пропонованій методології було здійснено пошук цілісного підходу, що поєднує якісні та кількісні процедури для інвентаризації та кількісної оцінки об'єктів ВД.

Типи об'єктів ВД, що розглядаються для встановлення типів трансформацій:

- території активних військових дій;
- військові бази сухопутних військ;
- сховища військових боєприпасів;
- несанкціоновані об'єкти.

Всі ці об'єкти характеризуються різними типами порушень ГС, що вимагають відповідної трансформації вмісту інформаційних моделей.

Найбільш корисними для прогнозування і оцінки впливів є кількісні імітаційні моделі. Моделювання в процедурах екологічної оцінки впливів ВД поки що не набуло широкого розвитку. Однак, застосування системного підходу, при якому розглядаються інтегральні властивості військових об'єктів, їхня цілісність стосовно навколишнього світу і їхні реакції на зовнішні впливи, дозволяють говорити про перспективу застосування методів імітаційного моделювання. При цьому передбачається три рівні розгляду: сама екосистема, структура взаємозв'язків окремих її складових і нарешті її місце в системі більш високого рівня. Важливою особливістю таких складних екологічних систем є обмежена можливість проведення натурних експериментів, що можуть бути замінені експериментами на імітаційних моделях. При такому підході цілком природним буде перехід від поняття складних систем до поняття системи їх моделей. Необхідним етапом процедури оцінок впливу є шкалування і зважування, що дозволяє перевести оцінки в кількісну форму. У деяких методах (контрольних списків, матриця Петерсена) чисельні оцінки окремих показників впливу агрегуються в єдиний індекс. Застосування агрегованих показників дозволяє робити оцінку впливу у формі більш зручній для прийняття рішень. А це дозволяє спростити процес прийняття рішення, тому що основні впливи вдається підсумувати і передати одним чисельним показником. З іншого боку, необхідно залишити також оцінку індивідуальних впливів на певному етапі прийняття рішення, тому що це дозволяє виявити більшу гнучкість при прийнятті рішень.

Критеріям, які висувуються перед методами оцінок впливу ВД на стан навколишнього природного середовища, в найбільшій мірі з усіх розглянутих методів, відповідають методи адаптивних оцінок Холлінга в сполученні з методами моделювання. Але методи Холлінга і моделювання можуть застосовуватися уже в тих випадках, коли проведено ідентифікацію впливів джерел і факторів воєнно-техногенного навантаження. З метою ідентифікації впливів джерел ВД можуть бути застосовані більш прості методи, наприклад матриця Леопольда, східчаста діаграма Соренсена, мережна діаграма, метод сполученого аналізу карт, факторний аналіз.

На основі висновків оцінок, вимог до подальших робіт для вдосконалення визначаються прогнозні можливості або розуміння базових умов. Програми моніторингу буде впроваджуватися протягом усього періоду проекту для оцінки ефективності пом'якшення наслідків заходи та керівництво подальшими управлінськими діями, які також визначені відповідно до поставлених цілей.

Інформаційне забезпечення досліджень та робіт щодо поводження з геологічною складовою територій ВД, як правило, базуються на спостереженнях і дані наземних розслідувань для конкретного об'єкту. Ці наземні дослідження мають бути розроблені з використанням концептуальних моделей і, зокрема,

перевіркою основних компонентів цих моделей, що націлені на визначені ними невизначеності.

Пропоновані моделі щодо досліджень геологічної складової включає двостадійний процес. Перший етап передбачає визначення найважливіших геологічних інфогеофреймів та визначення відповідних геологічних процесів з використанням концептуального підходу. Інфогеофрейми мають бути згруповані в класи зі схожими характеристиками. Поділ на змістовні блоки є необхідно виконувати для того, щоб модель спостереження була ефективною. Якщо інфогеофрейми, які визначені є невідповідними або нелогічними тоді результуюча модель буде неправильною або проблематичною, внаслідок чого у збільшеній, а не зменшеній невизначеності.

Другий етап передбачає аналіз спостережень та вимірювання даних, що інтерпретують розподіл визначеного інфогеофрейму у трьох вимірах, встановлення процесу оцінки, і обмеження моделі в просторі чи часі реальними даними.

УДК 341.232.7

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

Чумаченко С.М.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: s_chum@ukr.net

Єрмаков В.М.

Центр еколого-ресурсного відновлення Донбасу, Київ, Україна

E-mail: evn54@ukr.net

Яковлєв Є.О.

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

E-mail: yakovlevhydro@gmail.com

Слід зазначити, що існує певна невизначеність щодо рівнів забруднення ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод важкими металами, паливно-мастильними матеріалами та іншими небезпечними речовинами, що продукуються в ході військового конфлікту. Якщо виокремити джерела і фактори впливу бойових дій, то ієрархічне дерево екологічного порушення рівноваги небезпечних природно-техногенних геосистем (ПТГС) в умовах ООС матиме вигляд наведений на рис. 1.

В умовах ведення бойових дій на території Донбасу утворилася військова природно-техногенна геосистема, яка характеризується застосуванням всіх видів

стрілецької та артилерійської зброї, ураженням і геохімічним забрудненням верхнього шару ґрунтового покриву від утворення великої кількості воронки (до 50-60 об'єктів/км²), окопів, фортифікаційних споруд, знищення рослинності та біорізноманіття внаслідок пожеж та активних бойових дій (розвиток пожеж у 50 об'єктах природно-заповідного фонду із 134).

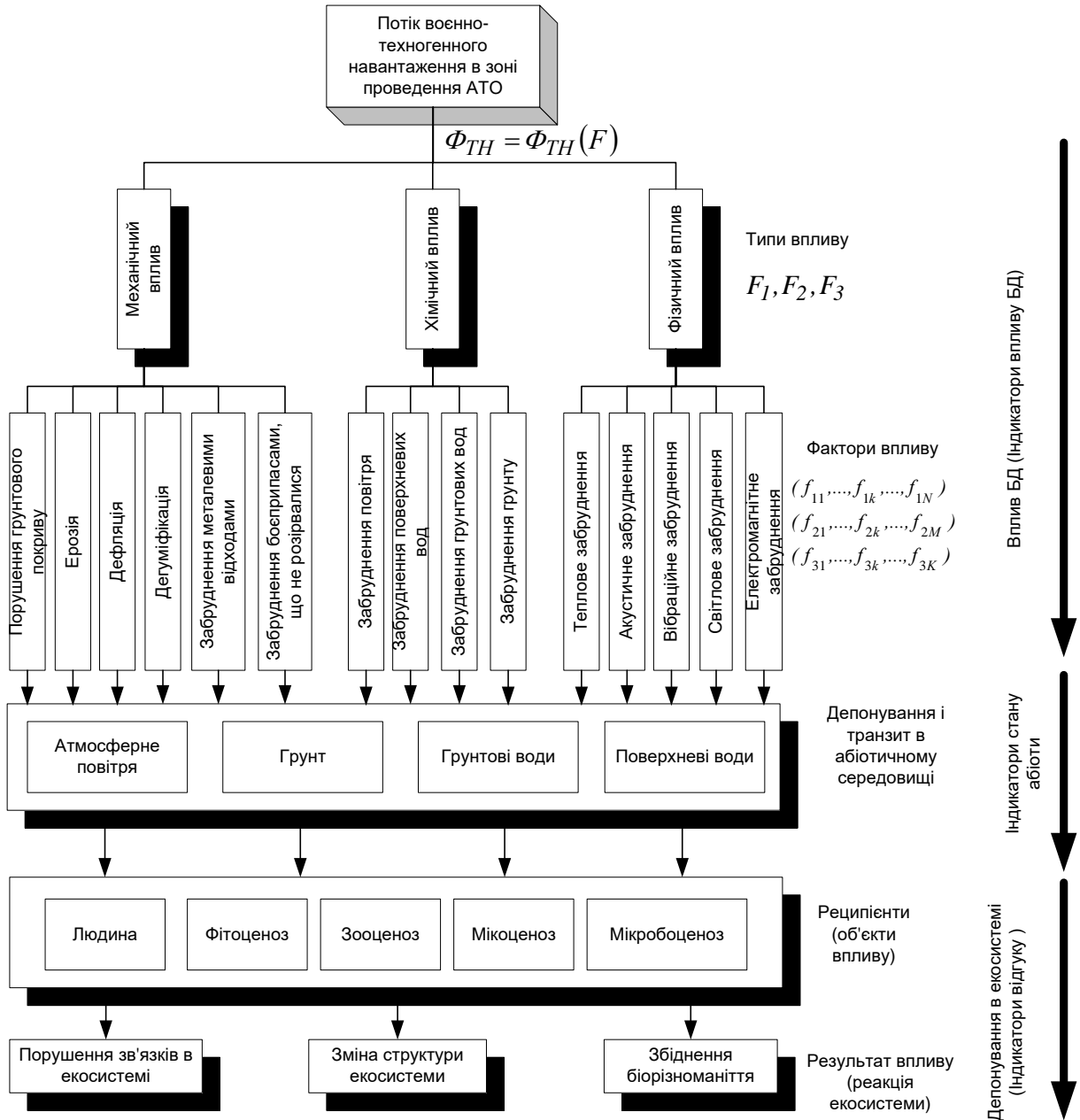


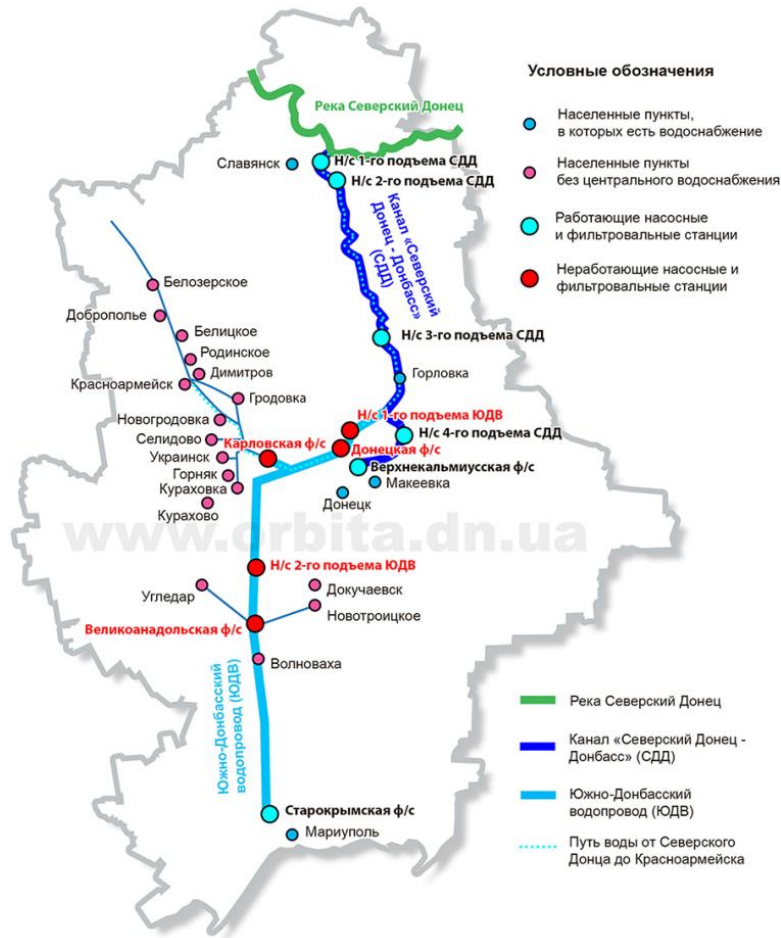
Рис. 1. Структурно-логічна модель чинників впливу техногенного навантаження від бойових дій

Найбільшого руйнування в цих умовах зазнала критична інфраструктура водопостачання цього регіону. Схема забезпечення водою Донбасу із незахищених поверхневих джерел наведена на рис. 2 у вигляді 2-х схем. Перша включає канал Дніпро-Донбас, друга включає Сіверський Донець, канал Сіверський Донець-Донбас та Південно-Донбаський водопровід.

КАНАЛ ДНІПРО - ДОНБАС



А) канал Дніпро-Донбас



Б) канал Сіверський Донець-Донбас та Південно-Донбаський водопровід

Рис. 2. Схема забезпечення водою Донбасу із незахищених поверхневих джерел

Обидві ці схеми значно уразливі до зовнішніх техногенних і військових чиників впливу, про що свідчать данні, отримані від представників аналітичних центрів у Донецькій та Луганській обласних військово-цивільних адміністраціях.

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, що внаслідок гідравлічного режиму їх експлуатації порушує стійкість роботи усього комплексу навіть при локальних руйнуваннях. В цих умовах зростає значення водопостачання з підземних джерел, які є природно захищеними від прямого забруднення. Крім того, просторове розповсюдження ресурсів питних підземних вод забезпечує можливість будівництва розподілених та наближених до споживачів експлуатаційних свердловин на воду. Останнє буде сприяти підвищенню стійкості та безпеці питно-господарського водопостачання населення Донбасу за умов ООС та зростання затоплення шахт.

В умовах впливу поверхневого забруднення зростає значення підземних розвіданих водозаборів, які є резервними для цих територій.

Узагальнені дані щодо ресурсів підземних водозаборів для Донецької області такі:

- ресурс підземних вод - 2,4 млн. м³ / добу;
- експлуатується - 1,2 млн. м³ / добу;
- споживання у 2014 р. - 0,5 млн. м³ / добу.

Узагальнені дані щодо ресурсів підземних водозаборів для Луганської області такі:

- ресурс підземних вод - 4.8 млн. м³ / добу;
- експлуатується - 1,9 млн.м³ / добу;

На сьогодні, за даними на 2015, інформацію про кількість забруднених підземних водозаборів для Донецької області – 34, для Луганської області – 12 (переважно природними сполуками заліза, марганцю, карбонатів та сульфатів). На жаль, за існуючою інформацією, моніторинг підземних вод в зоні проведення антитерористичної операції практично відсутній протягом останніх 2-х років.

За оцінками експертів, в умовах ведення бойових дій найбільшу загрозу для безпеки життєдіяльності населення і можливості відновлення виробництва формує небезпека втрати водовідливу і вентиляції шахт Донбасу при їх хаотичному затопленні, 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 .

На рис. 3. для ілюстрації наведено мінімальні рівні залягання ґрунтових вод за умови зняття з експлуатації шахт Донецько- Макіївсько-Горлівсько-

Єнакіївської та Стаханівської гірничо-міських агломерацій. Зеленим кольором наведено результати підтоплення за умови зупинення шахт в цьому регіоні.

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 несе у собі шахта Юнком, з камерою підземного атомного вибуху на глибині 860 м (у вибуховій камері за експертними оцінками знаходиться до 60-80 Кі довгоживучих радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90).

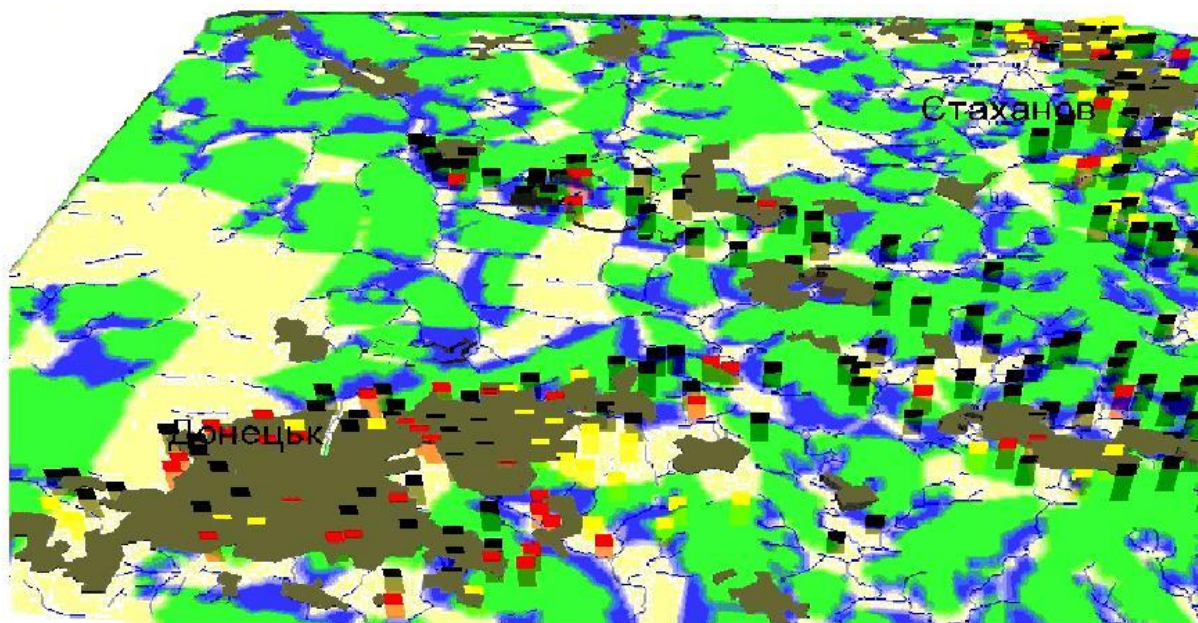


Рис. 3. Мінімальні рівні залягання ґрунтових вод за умови зняття з експлуатації шахт Донецько-Макіївсько-Горлівсько-Єнакіївської та Стаханівської гірничо-міських агломерацій.

Легенда карти:

■ Дючі шахти	■ Території, що не затоплюються	■ Міські агломерації
■ Шахти макроконсервації	■ Території, що можуть бути затоплені	
■ Шахти мікроконсервації	■ Територія зближення рівнів ґрунтових вод та денної поверхні	

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

Значна екологічна небезпека великої частини зони впливу ООС пов'язана з невизначеним станом Горлівського хімзаводу і гірничих виробок прилеглих шахт (Олександр-Захід, ім.Гайового і ін., на відстані до 15 км) .

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:

1) водопровідних;

2) каналізаційних;

3) тепло-енергопостачання.

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

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

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

Література

1. Довгий О.С., Коржнев М.М., Трофимчук О.М., Чумаченко С.М., Яковлев Є.О. та ін. Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні. - К.: Ніка-Центр, 2013. - 314 с.

2. Чумаченко С.М., Яковлев Є.О. Еколого-техногенні загрози для відновлення Донбасу на засадах збалансованого розвитку. Матеріали конференції Перспективи відновлення Сходу України на засадах збалансованого розвитку. - м. Слов'янськ, 2015 р. с. 24-25.

3. Яковлев Є.О., Чумаченко С.М. Сучасний стан геологічного середовища Донбасу. // Довгий О.С., Коржнев М.М., Трофимчук О.М., Чумаченко С.М., Яковлев Є.О. та ін. Асиміляційний потенціал геологічного середовища України. Монографія. – К: Ніка-Центр, 2016. – с. 109 - 128

4. Чумаченко С.М., Яковлев Є.О. Оцінка еколого-техногенних загроз АТО з метою відновлення Донбасу на засадах збалансованого розвитку. // Довгий О.С., Коржнев М.М., Трофимчук О.М., Чумаченко С.М., Яковлев Є.О. та ін. Асиміляційний потенціал геологічного середовища України. Монографія. – К: Ніка-Центр, 2016. – с. 143 - 155

Наукове видання

**IV МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

***ПРОБЛЕМАТИКА ОЦІНКИ ГІБРИДНИХ
ЗАГРОЗ, МОНІТОРИНГ І ЗАХИСТ
КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ
ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ В СУЧАСНИХ УМОВАХ
ГЛОБАЛІЗАЦІЇ***

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

6–7 листопада 2019 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.