

UDC 502.2:681.324:355.3

**Serhii M. Chumachenko**<sup>1</sup>, Dr.Sc. (Tech), Professor  
ORCID ID: 0000-0002-8894-4262 *e-mail*: sergiy23.chumachenko@gmail.com

**Yevhenii O. Yakovliev**<sup>2</sup>, Dr.Sc. (Tech), Chief Research Scientist  
ORCID ID: 0000-0001-6934-618X *e-mail*: yakovlevhydro@gmail.com

**Oleksiy V. Pyrykov**<sup>3</sup>, PhD (Tech), Associate Professor  
ORCID ID: 0000-0002-7077-3645 *e-mail*: 0506463222av@gmail.com

**Andrey S. Partalyan**<sup>4</sup>, PhD (Tech)  
ORCID ID: 0000-0001-7149-8975 *e-mail*: partandrej@gmail.com

<sup>1</sup> National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Institute of Telecommunication and Global Information Space of NASU, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup> The Foundation of development of environmental and energy markets NGO, Lviv, Ukraine

<sup>4</sup> Ministry of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine

## **PECULIARITIES OF IMPLEMENTATION OF THE NETWORK OF ECOLOGICAL MONITORING OF COMBAT ACTION FOR THE ARMED FORCES OF UKRAINE**

**Abstract.** *The current ecological state of Ukraine's natural environment is largely determined by the consequences of hostilities taking place almost throughout its territory. The article considers the peculiarities of the implementation of the concept of a single network of environmental monitoring of hostilities for prompt response and preventive measures to prevent irreversible damage to the components of the environment, personnel and the population living in the vicinity of hostilities.*

*The analysis of the structural and logical model of the system of ecological monitoring of military-man-made objects and its adaptation to the monitoring of hostilities is carried out. A structural and functional scheme of the environmental monitoring system of hostilities has been developed, which allows to obtain detailed information from all four levels of subordination for the Armed Forces of Ukraine.*

*The types and nature of environmental information processed in the system of environmental monitoring of hostilities are determined. The architecture of the information-measuring system of ecological monitoring of combat operations and the peculiarities of the interaction of its components through the information-communication system of the Armed Forces of Ukraine have been developed.*

*Requirements to the information-measuring system of ecological monitoring of military operations are formed and the architecture of ecological-information systems on the basis of the effective concept of a data warehouse which generalizes all ecological information on influence of military actions on an ecological condition of environment of Ukraine is offered.*

*The structural and functional scheme of the information-analytical system of ecological monitoring of military operations is offered, which will allow to successfully implement the tasks listed in the article and to achieve high efficiency of ecological information use.*

**Key words:** *ecological monitoring; ecological military information; environment; armed forces; information and measuring system*

С.М. Чумаченко<sup>1</sup>, Є.О. Яковлев<sup>2</sup>, О.В. Пиріков<sup>3</sup>, А.С. Парталян<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

<sup>2</sup> Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, Україна

<sup>3</sup> Експерт ГО «Фундація розвитку екологічних та енергетичних ринків», м. Львів, Україна

<sup>4</sup> Міністерство оборони України, м. Київ, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ БОЙОВИХ ДІЙ ДЛЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

***Анотація.** Нинішній екологічний стан навколишнього природного середовища України в значній мірі визначається наслідками бойових дій, що проводяться майже на всій її території. В статті розглянуто особливості реалізації мережі екологічного моніторингу бойових дій для оперативного реагування і проведення попереджувальних заходів щодо недопущення безповоротного ураження складових навколишнього природного середовища, особового складу та населення, що проживає на прилеглих до зони бойових дій.*

*Проведено аналіз структурно-логічної моделі системи екологічного моніторингу воєнно-техногенних об'єктів та адаптація її до моніторингу бойових дій. Розроблено структурно-функціональну схему системи екологічного моніторингу бойових дій, яка дозволяє отримати детальну інформацію з усіх чотирьох рівнів підпорядкування для Збройних Сил України. Визначено види і характер екологічної інформації, що обробляється в системі екологічного моніторингу бойових дій. Розроблено архітектуру інформаційно-вимірювальної системи екологічного моніторингу бойових дій та особливості взаємодії її складових через інформаційно-комунікаційну систему Збройних Сил України.*

*Сформовано вимоги до інформаційно-вимірювальної системи екологічного моніторингу бойових дій та запропоновано архітектуру еколого-інформаційної системи на основі ефективної концепції сховища даних, що узагальнює всю екологічну інформацію про вплив бойових дій на екологічний стан навколишнього природного середовища України.*

*Запропоновано структурно-функціональну схему інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу бойових дій, що дозволить успішно реалізувати перелічені в статті завдання та досягнути високої ефективності використання екологічної інформації.*

***Ключові слова:** екологічний моніторинг; екологічна військова інформація; навколишнє середовище; збройні сили; інформаційно-вимірювальна система*

**DOI:** <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.2.23-34>

### Вступ

**Актуальність.** Успішна реалізація завдань Збройних Сил України з оборони держави в умовах неоголошеної війни з Російською Федерацією сьогодні можлива лише за рахунок науково обґрунтованої та балансової оптимізації використання наявних людських, матеріальних та еколого-природних ресурсів. В умовах ескалації збройного конфлікту з Росією необхідний темп досягнення і підтримки рівня оборонної спроможності визначається активністю ведення бойових дій Збройних Сил України (ЗСУ). Одночасно при

вирішенні цієї задачі виникає протиріччя між забезпеченням достатнього рівня інтенсивності бойових дій частин і підрозділів Збройних Сил України і необхідністю забезпечення відповідного рівня екологічної безпеки, який може бути досягнутий тільки за рахунок відповідних заходів щодо її забезпечення у військах з урахуванням асиміляційного потенціалу навколишнього природного середовища для театру воєнних дій [1].

На теперішній час система державного екологічного контролю має низьку інформаційну повноту, враховуючи велику насиченість території України потенційно небезпечними об'єктами (ПНО) та загрозу катастрофічного збільшення екологічних наслідків при їх руйнуванні. Недостатнє фінансування природоохоронних заходів та майже повна відсутність їх фінансування з 2014 року не дозволяють в повній мірі отримувати вірогідні екологічні оцінки та проводити заходи зі збереження та відновлення навколишнього природного середовища (НПС) в галузі екологічної безпеки. В цих умовах значно зростає роль екологічного моніторингу (ЕМ), як дієвого заходу для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження і контролю забруднення територій в районах ведення бойових дій [2, 3].

**Аналіз останніх публікацій** вітчизняних та зарубіжних авторів [3–9], присвячених проблематиці удосконалення системи екологічного контролю та моніторингу доквілля потенційно небезпечних об'єктів критичної інфраструктури (і, зокрема, в Збройних Силах), не дозволяє повною мірою провести систематизацію проблемних методологічних питань щодо побудови єдиної мережі ЕМ в ЗСУ.

З точки зору системного підходу до зменшення воєнно-техногенного навантаження на територіях ведення бойових дій можуть бути застосовані заходи за наступними напрямками: законодавчим; нормативно-правовим; фінансово-економічним; адміністративним; моніторингово-прогностичним; технологічним профілактично-попереджувальним; технологічним ліквідаційно-захисним; навчально-просвітницьким.

Різноманітність вищенаведених напрямків щодо розробки заходів для зменшення техногенного навантаження територій ведення бойових дій потребує розробки комплексних методик, для відпрацювання яких необхідно мати достовірну інформацію про екологічний стан цих територій. Тому **метою цієї публікації** є розгляд питань, пов'язаних з побудовою мережі екологічного моніторингу під час ведення бойових дій для ЗСУ.

## **Основний зміст**

На сьогоднішній день в рамках реалізації заходів із попередження надзвичайних екологічних ситуацій (НЕС) воєнно-техногенного походження при наявності об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН) та об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ) в районах ведення бойових дій існує напрямок щодо розробки екологічного портрету зони ведення бойових дій, метою якого є створення бази даних для системи екологічного моніторингу, визначення рівня екологічних загроз від бойових дій та розробка заходів для зменшення ризику виникнення НЕС воєнно-техногенного походження [11, 12].

Відповідно з покладеними на нього функціями (див. рис. 1) *екологічний моніторинг зони ведення бойових дій включає в себе три основних напрямки –*

спостереження за факторами воєнно-техногенного впливу і станом навколишнього середовища в районах ведення бойових дій, екологічну оцінку фактичного стану навколишнього середовища під час ведення бойових дій та прогноз і оцінку прогнозованого стану після їх закінчення.

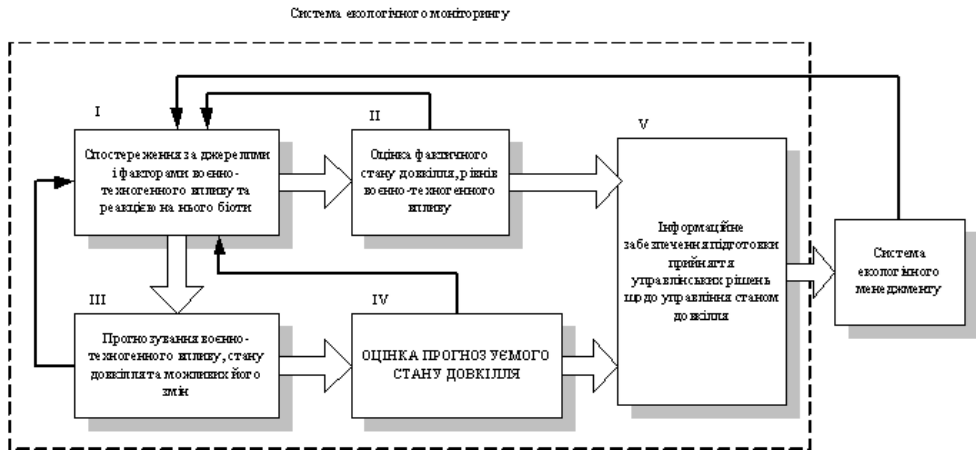


Рис. 1. Структурно-логічна модель системи екологічного моніторингу воєнно-техногенних об'єктів

Структурними одиницями, що підлягають безпосередньому екологічному моніторингу, є війська, що перебувають в районах дислокації, зосередження, на марші, на вихідних, стартових і вогневих позиціях, та інші військові об'єкти: аеродроми, військово-морські і військово-повітряні бази, військові кораблі і транспорт, пункти управління, вузли зв'язку, радіотехнічні системи виявлення, наведення і керування зброєю, органи логістики, вузли доріг, гідротехнічні споруди, трубопроводи, об'єкти критичної інфраструктури, підприємства, пов'язані з військовим виробництвом тощо.

Для забезпечення високої ефективності системи екологічного моніторингу в ЗСУ розробка її концепції повинна базуватися на системних принципах раціональної децентралізації, керованості, швидкого інформаційно-аналітичного реагування та автоматизації усіх процесів збору і обробки екологічної інформації.

Для розподілу рівнів сенсорного поля в системі екологічного моніторингу екологічних параметрів НПС зони інтенсивного воєнно-техногенного навантаження необхідно виходити із функцій ієрархічної системи управління екологічною безпекою ЗСУ на відповідних рівнях.

Узагальнена структурна схема відомчого екологічного моніторингу ЗСУ, що в певній мірі забезпечує ці вимоги, може бути представлена чотирьохрівневою ієрархічною структурою, наведеною на рис. 2.

Одним із ключових компонентів СЕМ є інформаційно-вимірювальна система екологічного моніторингу (ІВСЕМ), яка на сьогодні являється єдиним джерелом просторово-часової інформації про динаміку змін екологічного стану довкілля в районах ведення бойових дій. Вона представляє собою розподілену систему контролю ключових параметрів навколишнього природного середовища (НПС) у різних його складових (забруднення приземного повітря, поверхневих та ґрунтових вод, ландшафтів) і об'єктах екосистеми з метою збору, обробки даних

моніторингу і представлення результатів для особи, що приймає рішення в системі управління екологічною безпекою ЗСУ.

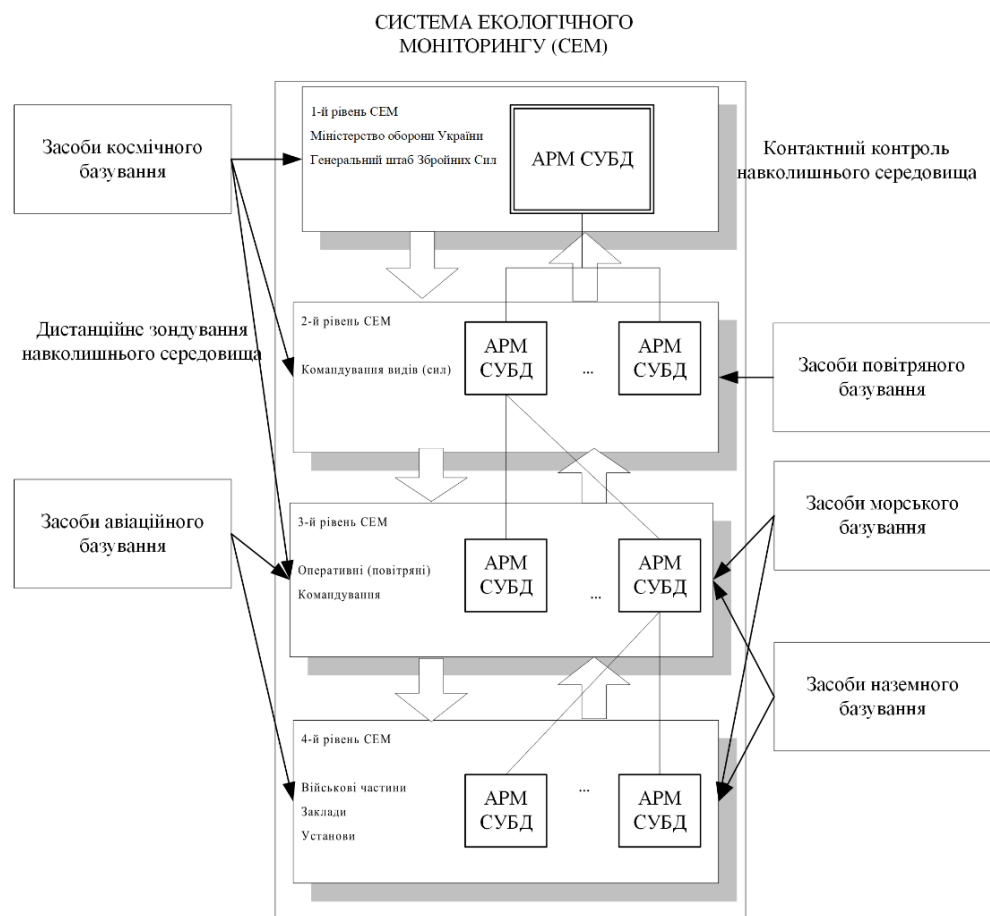


Рис. 2. Структурно-функціональна схема системи екологічного моніторингу (СЕМ) ЗСУ

ІВСЕМ призначена для спостереження за параметрами екологічної обстановки, попередньої обробки отриманих даних і передачі їх в Управління екологічної безпеки та протимісної діяльності Міністерства оборони України для формування узагальнених військово-екологічних відомостей з метою розробки рекомендацій для вищого керівного складу.

ІВСЕМ складається з системи зовнішніх спостережень зони ведення бойових дій, каналів зв'язку, автоматизованої інформаційно-аналітичної системи.

Для вирішення поставлених для неї завдань ІВСЕМ повинна:

- охоплювати всі техногенно-небезпечні об'єкти;
- виявляти і вимірювати інтенсивність усіх значимих чинників ВТН, пов'язаних з бойовими діями;
- мати мінімальний час доведення інформації про виникнення критичного ВТН;
- забезпечувати допустимі похибки вимірів параметрів стану НПС з метою розпізнавання слабких, сильних і надзвичайно сильних чинників ВТН.

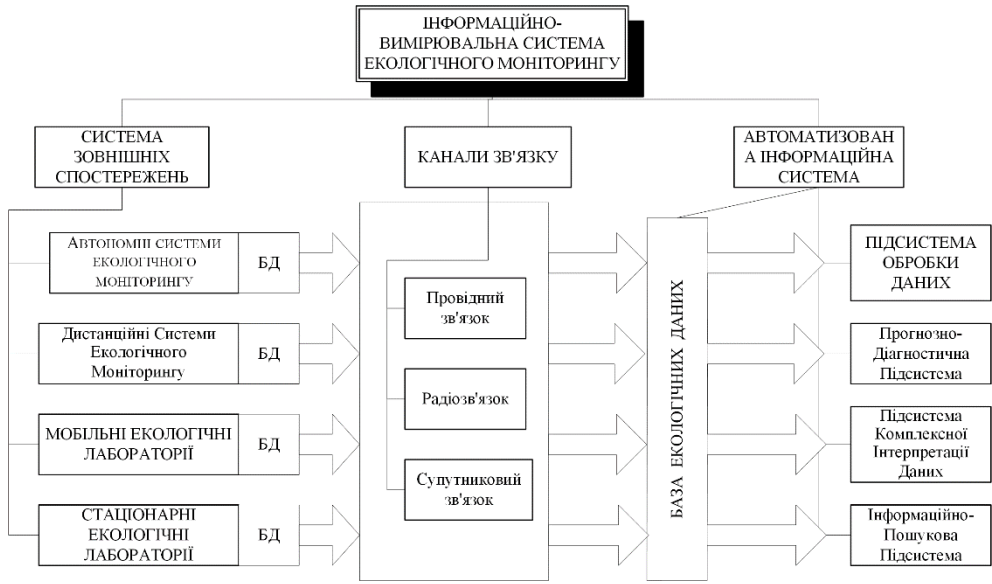


Рис. 3. Архітектура інформаційно-вимірювальної системи екологічного моніторингу [9]

Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій роблять нераціональними трудовитрати кожного конкретного користувача на розробку власних версій СУБД, ПС або прикладного програмного забезпечення, оскільки на ринку існують численні варіанти відповідних пакетів і інструментальних середовищ, що розрізняються тільки функціональністю, технікою внутрішньої реалізації і вартістю. Більшість перерахованих продуктів має внутрішні мови програмування і інструментальні засоби візуалізації інформації, імпорту/експорту даних, тому технологія створення еколого-інформаційної системи (ЕІС) зводиться до вибору найбільш відповідних програмних продуктів, їх придбання і подальшої адаптації з метою створення дійсно інтегрованої системи для ЗСУ. На сьогоднішній день однією з самих важко вирішуваних проблем при розробці інтелектуальних додатків, подібних ЕІС, є формалізація наочної області у вигляді N-мірної інформаційної моделі.

Повна архітектура ЕІС на основі ефективної концепції сховища даних показана на рис. 4.

Наведена архітектура пояснює місце і роль різних технологій обробки екологічних даних в АРМ еколога ЗСУ.

Адаптивна система екологічного моніторингу ЗСУ та визначення параметрів її функціонування у структурі НПС потребує створення єдиної інформаційно-аналітичної системи на основі розподіленої ієрархічної системи управління базами даних екологічного моніторингу районів ведення бойових дій.

Основними завданнями інформаційно-аналітичної системи є:

- облік екологічно небезпечних джерел забруднення військових об'єктів (ПНО, полігони токсичних відходів і т. ін.);
- прогнозування значень масового викиду забруднюючих речовин від потенційно небезпечних об'єктів критичної інфраструктури та джерел забруднення за відповідний період експлуатації;

- визначення фоновому стану навколишнього природного середовища на період початку моніторингу в районі розміщення військових об'єктів та ведення бойових дій;
- оцінка площі первинного та вторинного забруднення;
- складання спектрів основних забруднювачів за групами небезпеки;
- актуалізація бази даних викидів забруднюючих речовин від типових джерел забруднення;
- здійснення аналізу та прогнозування величини забруднення і соціо-еколого-економічного збитку на територіях ведення бойових дій.

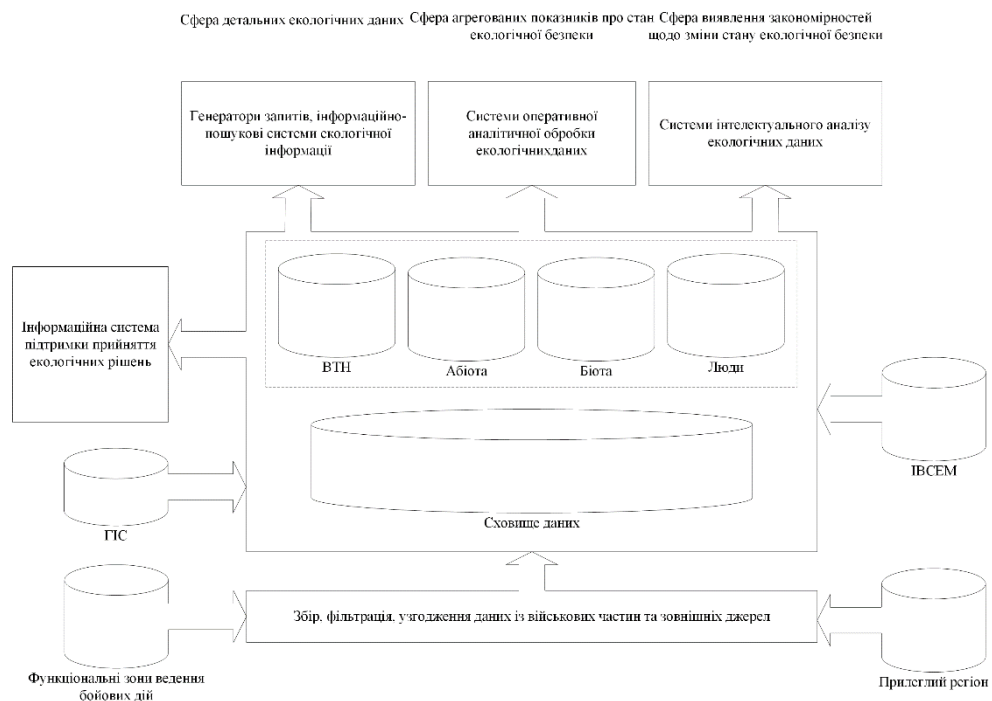


Рис. 4. Загальна архітектура ЕІС ЗСУ

Система екологічного моніторингу до зони ведення бойових дій як військової природно-техногенної геосистеми (ВПТГС) ("комплекс військових об'єктів – НПС") ґрунтується на інформаційно-аналітичній системі, що об'єднує і узагальнює розширену екологічну інформацію про стан всіх потенційно небезпечних об'єктів критичної інфраструктури та воєнно-техногенних об'єктів ЗСУ, проводить статистичний аналіз екологічного стану об'єктів, як поодиночі, так і по регіонах та в цілому за Збройні Сили, за рахунок вбудованої системи логіки та математичних процедур прогнозування дає можливість формувати запити і звіти для забезпечення своєчасного та обґрунтованого прийняття рішень з екологічних питань.

В процесі функціонування системи екологічного моніторингу поповнення баз даних проводиться безпосередньо через мережу обміну інформаційних даних відповідальними особами в сфері екологічної безпеки ЗСУ, які мають доступ до заповнення конкретної аналітичної інформації тільки відповідно до свого рівня ієрархії.

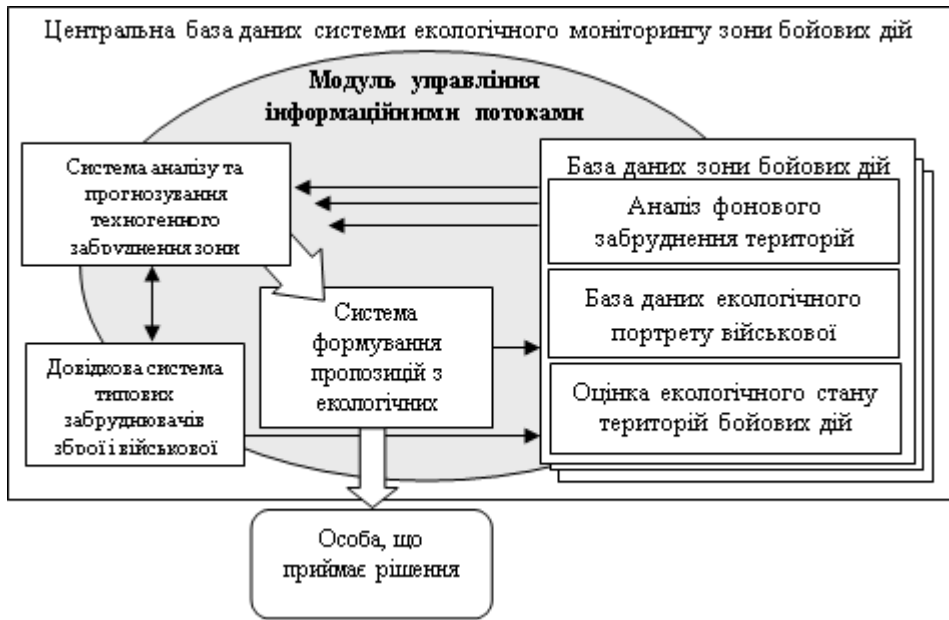


Рис. 5. Структурно-функціональна схема інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу ЗСУ

Органом інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу ЗСУ має бути структурний підрозділ, основними завданнями якого є:

- контроль своєчасності та повноти заповнення відповідних баз даних екологічного моніторингу, оцінка його інформаційної повноти та вірогідності;
- аналітично-статистичний супровід інформації;
- розподіл інформаційних доступів, обмежень, переадресації в системі;
- дозвіл на створення нових інформаційних ресурсів;
- направлення запитів щодо інформаційних ресурсів;
- кіберзахист інформаційних ресурсів.

Система аналізу та прогнозування техногенного та військово-техногенного забруднення – це система спеціального математичного забезпечення і логіки, яка за рахунок гнучких алгоритмів обробки інформації дозволяє отримати систематизовану інформацію про стан як окремого джерела забруднення військового об'єкта, так і загальний екологічний стан у ЗСУ за низкою параметричних чинників оцінки воєнно-техногенних впливів бойових дій на довкілля. На основі їх математичної обробки та отримання комплексних параметрів стану НПС генеруються пропозиції щодо реалізації відповідних напрямків екологічної безпеки в різних ланках управління ЗСУ.

Основними завданнями системи аналізу та прогнозування екологічного забруднення є:

- формування аналітичних вибірок за обраними критеріями та категоріями;
- вибірка вхідних даних для проведення аналітичних розрахунків;
- розрахунок ступенів забруднення певних територій вибраними зі списку групами забруднювачів;
- розрахунок комплексного показника екологічного стану ВПТГС;



- розробка за допомогою геоінформаційних систем карт екологічного забруднення територій ведення бойових дій;
- прогнозування можливого забруднення на певних територіях за визначений період часу;
- розрахунок еколого-економічного збитку на визначених територіях ведення бойових дій.

Довідкова система бази даних екологічного моніторингу ЗСУ дає можливість доступу до необхідної інформації про валові викиди забруднюючих речовин від типових військових об'єктів, доступ до аналітичних матеріалів, дозволених адміністратором системи. Основними завданнями системи є доступ до:

- інформації про екологічні властивості типових об'єктів – джерел негативних змін екологічних параметрів НПС та ВПТГС;
- довідкових даних про забруднюючі речовини;
- інформаційно-нормативних даних ГДК забруднюючих речовин;
- аналітичних даних відомчої системи екологічного моніторингу ЗСУ з урахуванням ступеня доступу відповідних користувачів;
- інформації про методики, методи та заходи зниження техногенного забруднення територій військових об'єктів;
- бази даних нормативно-правової інформації;
- розсилки нової аналітичної інформації до відповідних абонентів системи.

Система формування стандартних пропозицій, рекомендацій та рішень за рахунок алгоритмів нечіткої логіки, сформованих таблиць вихідних даних та заданих інтервалів значень для моделювання ступенів забруднень вибирає стандартно закладені пропозиції та рекомендації із бази знань. Пропозиції відпрацьовуються на базі аналітичних і експертних досліджень, з урахуванням впливу на навколишнє середовище чинників екзогенного та антропогенного характеру, класифікуються у балах. Кожній з них присвоюється свій специфічний код. В коді шифруються відповідності пропозицій до класифікаційних відношень (групи забруднювачів, агресивності забруднювачів, ступені забруднення тощо).

## **Висновки**

Для функціонування системи екологічного моніторингу необхідним є вирішення наступних завдань:

- розробка методики визначення ступеня забруднення територій від певних джерел забруднення систем зброї і військової техніки;
- законодавче визначення ступенів рівня забруднення речовинами для специфічних територій, під час бойових дій з наступним формуванням ВПТГС та загрозою критичних змін безпеки функціонування ОПН (ОКІ) та життєдіяльності населення;
- побудови алгоритмів вирішення задач прогнозування та моделювання рівня забруднення з урахуванням антропогенних та екзогенних чинників.

Для подальшого дослідження необхідно провести пошук оптимальних методів проектування складових відомчої системи екологічного моніторингу ЗСУ та її функціонального узгодження з системою державного екологічного

моніторингу, розробку експертно-моделюючих систем оцінки та прогнозування стану довкілля на територіях ведення бойових дій. Проблемною задачею є розробка методики проведення оцінки впливів на навколишнє середовище бойових дій. Ці наукові задачі потребують найбільшої уваги і термінового вирішення у галузі воєнної екології.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Довгий, С.О., Іванченко, В.В., Коржнев, М.М., Курило, М.М., Трофимчук, О.М., Чумаченко, С.М., Яковлев, Є.О., Беліцька, М.В. (2016). Асиміляційний потенціал геологічного середовища України та його оцінка. Київ: Ніка-Центр.
2. Чумаченко, С.М., Морщ, Є.В., Михайлова, А.В., Парталян, А.С. (2020). Методика комплексного оперативного експертного оцінювання військово-техногенних загроз в зоні проведення Операції об'єднаних сил, Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека, 1 (9), 23-33. doi: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.1.23-33>.
3. Яковлев, Є., & Чумаченко, С. (2017). Екологічні загрози у Донбасі, Україна. Женева: Центр Гуманітарного Діалогу.
4. Піріков, О.В. (2013). Індикатори та системи сталого розвитку: теорія та практика. Ефективна економіка, 11, 42-51.
5. Романченко, І.С., Сбітнев, А.І., Чумаченко, С.М. (2004). Проектування бази даних для системи моніторингу навколишнього середовища в Збройних Силах України. Наука і оборона, 1, 47-53.
6. Казмірчук, В.О., Саврун, Б.Є., & Цибуля, С.А. (2015). Система екологічного забезпечення Збройних Сил України, шляхи та напрями її трансформування в систему управління екологічною безпекою. Військово-технічний збірник, (13), 120–126. doi: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.13.2015.120-126>.
7. Айдаров, И.П., Алексеев, Б.Н., Бударрагин, А.В. (2000). Военная экология. Москва: Русь-СВ.
8. Григоров, С.И., Родионов, А.С. (1994). Военная экология и экологическое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации. Военная мысль, 2, 44-49.
9. Романенко, І.С., Данилюк, С.Л. (2014) Особливості концепції побудови єдиної мережі адаптивного екологічного моніторингу надзвичайних ситуацій для Збройних Сил України. ЗНП ЦНДІ ЗСУ, 1(67), 3–14.
10. Hans Lundholm, Ava Sovijärvi, Annica Waleij, Hans Flyman (2008). Environmental Guidebook for Military Operations.
11. Козуля, Т.В., Петрухін, С.Ю. (2007). Місце екологічного портрету території в інформаційному забезпеченні систем екологічного моніторингу. Вестник Херсонського національного технічного університету, 4 (27), 230-233.
12. The US Air Force Handbook. (2007).
13. Environmental Guide for Contingency Operations. (2007).
14. Hazardous Material / Hazardous Waste Management Guidance for Maneuver Units During Field and Deployment Operations. (2000). US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
15. <https://www.denix.osd.mil>.
16. US-Republic of South Africa Environmental Security Working Group Project, Guidebook on Environmental Considerations during Military Operations. (2006).

*Стаття надійшла до редакції 28.01.2022 і прийнята до друку після рецензування 31.05.2022*

## REFERENCES

1. Dovgy, S.O., Ivanchenko, V.V., Korzhnev, M.M., Kurilo, M.M., Trofimchuk, O.M., Chumachenko, S.M., Yakovlev, E.O., & Belitskaya, M.V. (2016). Assimilation potential of the geological environment of Ukraine and its assessment. Kyiv: Nika-Center [in Ukrainian].
2. Chumachenko, S.M., Morshch, E.V., Mikhailova, A.V., & Partalyan, A.S. (2020). Methods of comprehensive operational expert assessment of military-man-made threats in the area of the Joint Force Operation. *Scientific Bulletin: Civil Protection and Fire Safety*, 1(9), 23-33. doi: <https://doi.org/10.33269/nvcz.2020.1.23-33> [in Ukrainian].
3. Yakovlev, Ye., & Chumachenko, S. (2017). Environmental threats in Donbass, Ukraine. Geneva: Embassy of the United Kingdom and Canada, Center for Humanitarian Dialogue.
4. Pirikov, O.V. (2013). Indicators and systems of sustainable development: theory and practice. *Effective Economics*, 11, 42-51 [in Ukrainian].
5. Romanchenko, I.S., Sbitnev, A.I., & Chumachenko, S.M. (2004). Designing a database for the environmental monitoring system in the Armed Forces of Ukraine. *Science and Defense*, 1, 47-53 [in Ukrainian].
6. Kazmirchuk, V.O., Savrun, B.Y., & Tsybulia S.A. (2015). The system of ecological support of the Armed Forces of Ukraine, ways and directions of its transformation into the system of ecological safety management. *Military-Technical Collection*, (13), 120-126. doi: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.13.2015.120-126> [in Ukrainian].
7. Aidarov, I.P., Alekseev, B.N., & Budaragin, A.V. (2000). Military ecology. Moscow: Rus-SV [in Russian].
8. Grigorov, S.I., & Rodionov, A.S. (1994). Military ecology and ecological support of the Armed Forces of the Russian Federation. *Military Thought*, 2, 44-49 [in Russian].
9. Romanenko, I.S., & Danilyuk, S.L. (2014). Features of the concept of building a single network of adaptive environmental monitoring of emergencies for the Armed Forces of Ukraine. *ZNP CNDI ZSU*, 1(67), 3-14 [in Ukrainian].
10. Lundholm, H., Sovijärvi, A., Waleij, A., & Flyman, H. (2008). Environmental Guidebook for Military Operations.
11. Kozulya, T.V., & Petrukhin, S.Yu. (2007). The place of ecological portrait of the territory in the information support of ecological monitoring systems. *Bulletin of Kherson National Technical University*, 4(27), 230-233 [in Ukrainian].
12. The US Air Force Handbook. (2007).
13. Environmental Guide for Contingency Operations. (2007).
14. Hazardous Material / Hazardous Waste Management Guidance for Maneuver Units During Field and Deployment Operations. (2000). US Army Center for Health Promotion and Preventive Medicine.
15. Retrieved from: <https://www.denix.osd.mil>.
16. US-Republic of South Africa Environmental Security Working Group Project, Guidebook on Environmental Considerations during Military Operations. (2006).

*The article was received 28.01.2022 and was accepted after revision 31.05.2022*

### **Чумаченко Сергій Миколайович**

доктор технічних наук, с.н.с., завідувач кафедри інформаційних систем Національного університету харчових технологій

Адреса робоча: 01601 Україна, м. Київ, вул. Володимирська, 68

ORCID ID: 0000-0002-8894-4262 *e-mail*: [sergiy23.chumachenko@gmail.com](mailto:sergiy23.chumachenko@gmail.com)

### **Яковлев Євгеній Олександрович**

доктор технічних наук, головний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Адреса робоча: 03186 Україна, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13

ORCID ID: 0000-0001-6934-618X *e-mail*: [yakovlevhydro@gmail.com](mailto:yakovlevhydro@gmail.com)

**Пиріков Олексій Валерійович**

кандидат технічних наук, доцент, експерт ГО «Фундація розвитку екологічних та енергетичних ринків»

**Адреса робоча:** 79019 Україна, м. Львів, вул. Липинського, 36

ORCID ID: 0000-0002-7077-3645 **e-mail:** 0506463222av@gmail.com

**Паргальян Андрій Сергійович**

кандидат технічних наук, заступник начальника відділу екологічної безпеки та цивільного захисту Міністерство оборони України

**Адреса робоча:** 03168 Україна, м. Київ-168, Повітрофлотський проспект, 6

ORCID ID: 0000-0001-7149-8975 **e-mail:** partandrej@gmail.com