

УДК 504.004.6

Чумаченко С.М., д.т.н., с.н.с.,
Сорокін А.Н.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МЕРЕЖІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В статті розглянуто системоутворюючі чинники побудови мережі екологічного моніторингу Військово-морських сил Збройних Сил України

В статье рассмотрены системообразующие факторы построения сети экологического мониторинга Военно-морских сил Вооруженных Сил Украины

In the article the following system-factors of building a network of environmental monitoring Navy Armed Forces of Ukraine

Актуальність дослідження. Успішний розвиток Військово-Морських Сил (ВМС) Збройних Сил України можливий лише за рахунок інтенсифікації використання наявних людських і матеріальних ресурсів. При цьому темп досягнення і підтримки рівня оборонної достатності визначається активністю і змістом бойової підготовки ВМС Збройних Сил (ЗС) України. При вирішенні цієї задачі виникає протиріччя між забезпеченням достатнього рівня бойової підготовки частин і підрозділів ВМС і необхідністю забезпечення відповідного рівня екологічної безпеки, який може бути досягнутий тільки за рахунок відповідних заходів щодо її забезпечення.

На теперішній час система державного екологічного контролю має ряд серйозних недоліків. Недостатнє фінансування природоохоронних заходів та повна відсутність фінансування в 2011 році цільових заходів щодо забезпечення екологічної безпеки не дозволяють в повній мірі проводити заходи збереження та відновлення навколишнього природного середовища в умовах залишкового фінансування ВМС Збройних Сил. В цих умовах значно зростає роль екологічного моніторингу, як дієвого заходу для попередження, ліквідації і контролю забруднення територій військово-морських баз та інших об'єктів ВМС [1-3].

Аналіз останніх публікацій вітчизняних та зарубіжних авторів [3-8], присвячених проблематиці удосконалення системи екологічного контролю та моніторингу навколишнього природного середовища потенційно небезпечних воєнно-техногенних об'єктів (і, зокрема, у ВМС Збройних Сил) не дозволяють в повній мірі провести систематизацію проблемних

методологічних питань щодо побудови єдиної мережі екологічного моніторингу в Збройних Силах.

Тому *метою цієї публікації* є обґрунтування підходів до побудови єдиної мережі екологічного моніторингу ВМС ЗС України.

Виклад основного матеріалу. З точки зору системного підходу до зменшення техногенного навантаження на територіях, що використовуються під потреби бойової підготовки військ, 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 воєнно-техногенного навантаження на прилеглі території та акваторії військово-морських об'єктів потребує розробки комплексних методик, для відпрацювання яких необхідно мати достовірну інформацію про екологічний стан цих територій.

На теперішній час в рамках Програми реабілітації територій, забруднених унаслідок військової діяльності, на 2002-2015 роки існує напрямок щодо екологічної паспортизації військових об'єктів та розробки екологічного паспорта, метою якого є створення бази даних для екологічного моніторингу військової частини, визначення рівня екологічних загроз від військових об'єктів та розробка заходів для зменшення екологічного ризику від військової діяльності.

Відповідно з покладеними функціями, моніторинг включає три основних напрямки діяльності - спостереження за факторами техногенного впливу і станом навколишнього середовища, оцінку фактичного стану навколишнього середовища та його прогноз і оцінку прогнозованого стану.

Основні принципи організації і здійснення екологічного моніторингу обумовлені характером його функціональних задач, а також його місцем в системі екологічної безпеки бойової підготовки (БП) ВМС.

Організація комплексного екологічного моніторингу БП ВМС спирається на системний аналіз результатів спостережень, оцінок і прогнозів, що здійснюються у відношенні складових військової природно-техногенної геосистеми (ВПТГС). Для оцінки впливу воєнно-техногенного навантаження (ВТН) необхідно обґрунтувати комплекс показників, який би забезпечив функціонально повну характеристику вектора екологічного стану (ВЕС) ВПТГС.

Через те, що екологічним моніторингом передбачається поєднання спостережень за абіотичною складовою екосистеми, оцінювання і прогнозування відповідних реакцій її біотичної складової, в організацію і здійснення екологічного моніторингу закладається принцип комплексного поєднання моніторингов – геологічного (геофізичного), біологічного та моніторингу джерел і факторів ВТН.

Геологічний моніторинг включає елементи спостереження, оцінки, прогнозування стану і змін геофізичного середовища (сукупності фізичних, фізико-хімічних і хімічних процесів та властивостей визначених ділянок ВПТГС), тобто змін абіотичної (геологічної) складової військової екосистеми як у мікро-, так і в макромасштабі, включаючи забруднення навколишнього середовища різними інгредієнтами воєнно-техногенного походження. Його результат можна визначити у вигляді вектору стану абіотичного середовища

$$Abio = (A, S, W^s, W^g), \quad (1)$$

де A - індикатор стану атмосферного повітря; S - індикатор стану ґрунту; W^s - індикатор стану поверхневих і морських вод; W^g - індикатор стану ґрунтових вод.

Основною задачею біологічного моніторингу є визначення вектору екологічного стану біотичної складової екосистеми, функції його відгуку (реакції) на воєнно-техногенний вплив, визначення відхилення його від гомеостазу на різних рівнях організації біосфери (рівні організмів, популяційному, співтовариства, екосистеми та ландшафту). При організації і здійсненні біологічного моніторингу передбачається також спостереження, оцінка і прогноз стану здоров'я людини та найважливіших популяцій природних видів як з погляду стійкого існування військової екосистеми, так і їх господарської цінності (наприклад, мисливських тварин та цінних видів промислових риб). Крім того, ведеться спостереження й оцінюється стан найбільш чутливих до того чи іншого виду ВТН популяцій рослин і тварин. Його результат можна визначити у вигляді вектору стану біотичного середовища

$$Bio = (Fito, Zoo, Mico, Microbo, Human), \quad (2)$$

де $Fito$ - індикатор стану фітоценозу; Zoo - індикатор стану зооценозу; $Mico$ - індикатор стану мікоценозу; $Microbo$ - індикатор стану мікробіоценозу; $Human$ - індикатор стану здоров'я людини.

До функціональних задач екологічного моніторингу повинен входити також моніторинг джерел і факторів ВТН. Цей моніторинг повинен включати виявлення пошкоджень рослинного та ґрунтового покриву й ураження складових ВПТГС факторами ВТН та контроль за їх поширенням. Його результат можна визначити у вигляді вектору стану ВТН

$$MTL = (mtl_{eio}, mtl_{xim}, mtl_{fiz}), \quad (3)$$

де mtl_{eio} - індикатор механічного ВТН; mtl_{xim} - індикатор хімічного ВТН; mtl_{fiz} - індикатор фізичного ВТН.

В цьому випадку, екологічний моніторинг БП ВМС, організований і здійснюваний як триєдиний – геологічний, біологічний та моніторинг джерел і факторів ВТН, обґрунтовано може бути названий комплексним.

Якщо провести декомпозицію СЕМ БП ВМС за компонентами мережі спостереження, що спрямоване на відтворення об'єктивної картини екологічного стану ВПТГС та ВТН, то їх комплекс можна представити у вигляді ієрархічного дерева (див. рис. 1.).

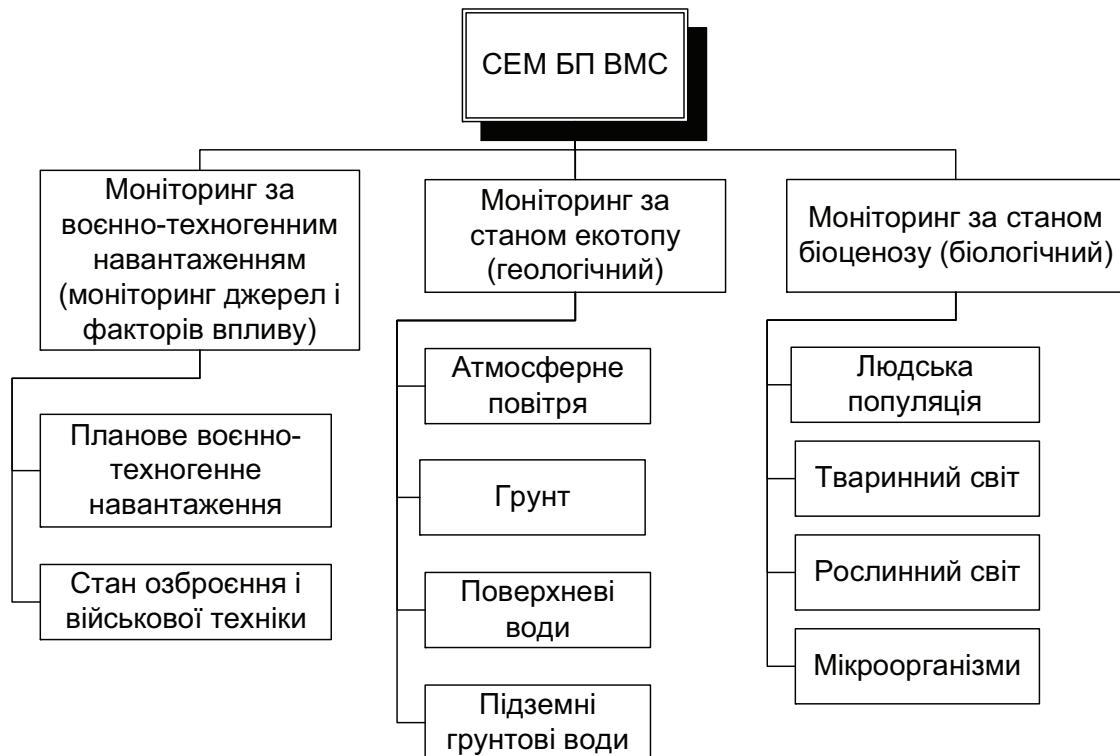


Рис. 1. Дерево комплексного екологічного моніторингу БП ВМС

Наступною ознакою комплексної організації і здійснення екологічного моніторингу БП ВМС є поєднання і збалансованість вирішення його системних задач, пов'язаних з постійним спостереженням, оцінкою і прогнозуванням стану ВПТГС та задач моніторингу, що витікають з характеру і змісту часткових екологічних проблем глобального, регіонального чи місцевого масштабу.

Комплексний характер екологічного моніторингу також визначається застосуванням методів системного аналізу показників, які характеризують вплив факторів ВТН на різні складові НПС та стан екосистем ВП.

У процесі екологічного моніторингу організовуються і здійснюються спостереження, оцінка і прогнозування як природних змін ВПТГС, так і змін, викликаних воєнно-техногенним навантаженням, які накладаються на природні зміни.

Розглянутий принцип організації і здійснення екологічного моніторингу передбачає виділення пріоритетних показників для контролю стану приземного шару повітря, літосфери, природних біоценозів, поверхневих та ґрунтових вод, а також стану здоров'я людей в зоні впливу БП ВМС.

Приклади визначення пріоритетності для моніторингу забруднень наведені у публікаціях [9-11]. Для вирішення цієї задачі спочатку обираються критерії для визначення пріоритетності, засновані на властивостях забруднювачів і можливості організації вимірів. Нижче ці критерії наводяться в скороченому вигляді:

1. Розмір фактичного чи потенційно можливого ефекту на здоров'я і благополуччя людини, на клімат чи екосистеми (сухопутні і водні).
2. Схильність до деградації у навколишньому природному середовищі і нагромадженню в людині і трофічних ланцюжках.
3. Можливість хімічної трансформації у фізичних і біологічних системах, у результаті чого вторинні (дочірні) речовини можуть виявитися більш токсичними чи шкідливими.
4. Мобільність, рухливість.
5. Фактичні чи можливі тренди (тенденції) концентрацій у навколишньому середовищі і (чи) у людині.
6. Частота і (чи) величина впливу.
7. Можливість вимірів на даному рівні в різних середовищах.
8. Значення для оцінки положення в навколишньому природному середовищі.
9. Придатність із погляду загального поширення для рівномірних вимірів у глобальній і субрегіональній програмах екологічного моніторингу.

Велике число забруднень було оцінено в балах (від 0 до 3) за кожним з критеріїв. За найбільшими сумами балів були визначені пріоритети (чим вище сума, тим вище пріоритет). Знайдені в такий спосіб пріоритети потім були розбиті на вісім класів (чим вище клас, тобто менше його порядковий номер, тим вище пріоритет) з визначенням середовища і типу програми вимірів (імпактний, регіональний і "базовий", глобальний). Нижче наведено результуючу таблицю (табл. 1) забруднюючих речовин із визначенням пріоритетів і програм моніторингу.

Були також перераховані види вимірів програм моніторингу, які варто проводити, коли забруднювач сам по собі важко вимірюється (непрямої моніторинг). Для цього потрібен вимір наступних величин:

- а) індикаторів якості води (колі-бактерії, БПК₅, ХПК, синьо-зелені водорості, їхня первинна продуктивність);
- б) індикаторів якості ґрунту (солоність, відношення кислотності і лужності, вміст нітритів і органічного азоту, вміст гумусу);

в) індикаторів здоров'я людини і тварин, індикаторів ураження рослин (випадки захворювань, генетичні наслідки, чутливість до ліків);
г) рослинних індикаторів забруднень.

Таблиця 1

Класифікація забруднюючих речовин за класами пріоритетності [9, 11]

Клас пріоритетності	Забруднююча речовина	Середовище	Тип програми вимірів
I	Двоокис сірки плюс зважені частки	Повітря	I, P, B
	Радіонукліди (⁹⁰ Sr + ¹³⁷ Cs)	Їжа	I, P
II	Озон	Повітря	I, B (в стратосфері)
	ДДТ і інші хлорорганічні сполуки	Біота, людина	I, P
	Кадмій і його сполуки	Їжа, людина, вода	I
III	Нітрати, нітроти	Питна вода, їжа	I
	Окисли азоту	Повітря	I
IV	Ртуть і її сполуки	Вода, їжа	I, P
	Свинець	Повітря, їжа	I
	Двоокис вуглецю	Повітря	B
V	Окис вуглецю	Повітря	I
	Нафтовуглеводні	Морська вода	P, B
VI	Флуоріди	Свіжа вода	I
VII	Азбест	Повітря	I
	Миш'як	Питна вода	I
VIII	Мікротоксини	Їжа	I, P
	Мікробіологічне зараження	Їжа	I, P
	Реактивні вуглеводні	Повітря	I

Примітка. B – базовий (глобальний), P – регіональний, I – імпактний.

Пріоритети для моніторингу природних біоценозів істотно залежать від типу ландшафтів, характеру та ступеня їх білегеративної трансформованості і специфіки НО. Принцип ієрархічності в організації і здійсненні екологічного моніторингу полягає в тому, що всі його основні елементи узгоджуються й закладаються у визначену ієрархічну структуру:

-глобальний;

- регіональний;
- локальний (імпактний) чи об'єктовий.

Імпактний екологічний моніторинг організовується і здійснюється на рівні окремих військових частин та військових полігонів як самостійних військових природно-техногенних геосистем – “воєнно-техногенний об'єкт - довкілля”.

Поле дії цієї структурної ланки комплексного екологічного моніторингу повинно охоплювати визначену сукупність біосферних і воєнно-техногенних об'єктів, безпосередньо пов'язаних між собою процесами взаємодії. У цьому випадку може предметно контролюватись й оцінюватись вплив ВТН, в першу чергу, на об'єкти біосфери і, в тому числі, людину, а також можуть прийматися адекватні заходи для нормалізації екологічної обстановки. За сучасними уявленнями, саме на місцевому рівні за даними імпактного моніторингу повинне здійснюватися оперативне екологічне управління станом ВПТГС [12].

Крім розглянутих вище, при організації і здійсненні екологічного моніторингу реалізується ще ряд принципів:

- принцип системного підходу у вивченні взаємодії між складовими ВПТГС і шляхами біогеохімічного круговороту речовин;

- принцип організації і здійснення екологічного моніторингу за екосистемними процесами, коли при спостереженні, оцінюванні і прогнозуванні стану екосистем визначаються їхні ключові параметри (чутливі до відповідних змін і природних рівнів мінливості, які дозволяють статистично визначити відхилення від норми).

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

Для забезпечення високої ефективності відомчої мережі екологічного моніторингу в ВМС ЗС України її розробка повинна базуватися на системних принципах раціональної централізації та децентралізації, керованості, швидкого аналітичного реагування та автоматизації.

Для розподілу рівнів інформаційного поля в мережі екологічного моніторингу необхідно виходити із функцій ієрархічної системи управління екологічною безпекою Збройних Сил України на відповідних рівнях.

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

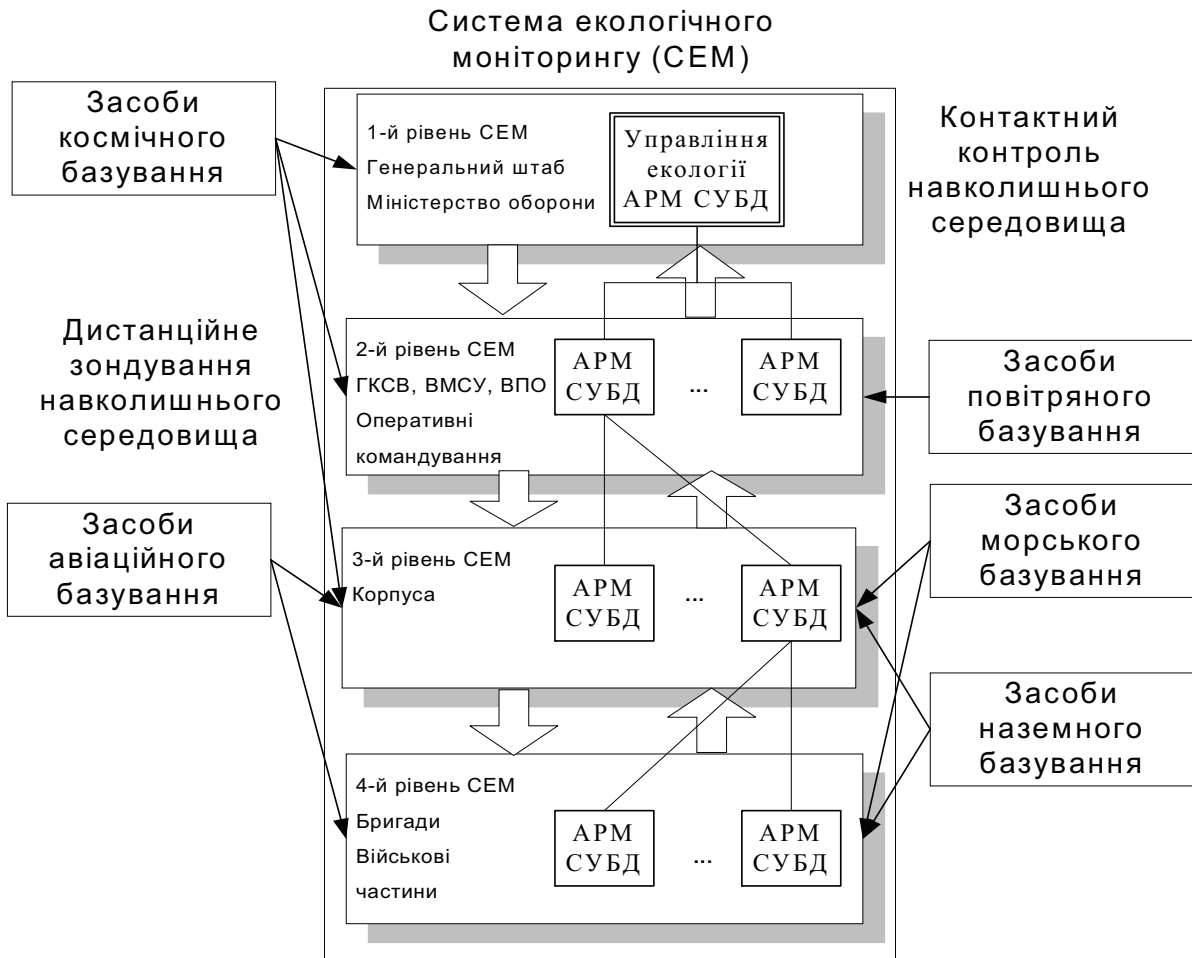


Рис. 2. Структурно-функціональна схема мережі екологічного моніторингу ЗС України

Одним із ключових компонентів системи екологічного моніторингу є інформаційно-вимірювальна мережа екологічного моніторингу (ІВМЕМ), яка є джерелом інформації про екологічний стан довкілля військових об'єктів. Вона представляє собою розподілену мережу контролю ключових параметрів у різних складових середовища (повітря, вода, ґрунт) і об'єктах екосистеми з метою збору, обробки даних моніторингу і представлення результатів для особи, що приймає рішення в системі управління екологічною безпекою ВМС Збройних Сил.

ІВМЕМ призначена для спостереження за параметрами екологічної обстановки, попередньої обробки отриманих даних і передачі їх у Центр екологічного моніторингу Міністерства оборони для формування узагальнених відомостей з метою розробки рекомендацій для вищого керівного складу.

ІВМЕМ складається з мережі зовнішніх спостережень військових об'єктів, каналів зв'язку, автоматизованої інформаційно-аналітичної системи.

Відомча система екологічного моніторингу ВМС ЗС України потребує створення єдиної інформаційно-аналітичної системи на основі розподіленої ієрархічної мережі управління базами даних екологічного моніторингу.

Основними завданнями інформаційно-аналітичної системи є: облік екологічно небезпечних джерел забруднення військових об'єктів; прогнозування значень масового викиду забруднюючих речовин від джерел забруднення за відповідний період експлуатації; визначення фоновому стану навколишнього природного середовища на період початку моніторингу в районі розміщення військових об'єктів; 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 еколого-економічного збитку на територіях військових об'єктів ВМС.

Відомча система екологічного моніторингу ґрунтується на інформаційно-аналітичній системі, яка об'єднує і узагальнює розширену екологічну інформацію про стан всіх екологічно небезпечних об'єктів ВМС Збройних Сил України, проводить статистичний аналіз екологічного стану об'єктів, за рахунок вбудованої системи нечіткої 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 типу АСУ ПД “ДНІПРО” відповідальними особами служби екологічної безпеки ВМС ЗС України, які мають доступ до заповнення конкретної аналітичної інформації тільки відповідно своєму рівню ієрархії.

Центральним організаційно-аналітичним органом інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу Збройних Сил України є Центр військової екології МО України, що здійснює управління інформаційними потоками. Його основними завданнями є: контроль своєчасності та повноти заповнення відповідних баз даних екологічного моніторингу; аналітично-статистичний супровід інформації; розподіл інформаційних доступів, обмежень, переадресації в системі; дозвіл створення нових інформаційних ресурсів; направлення запитів щодо інформаційних ресурсів; інформаційний захист.

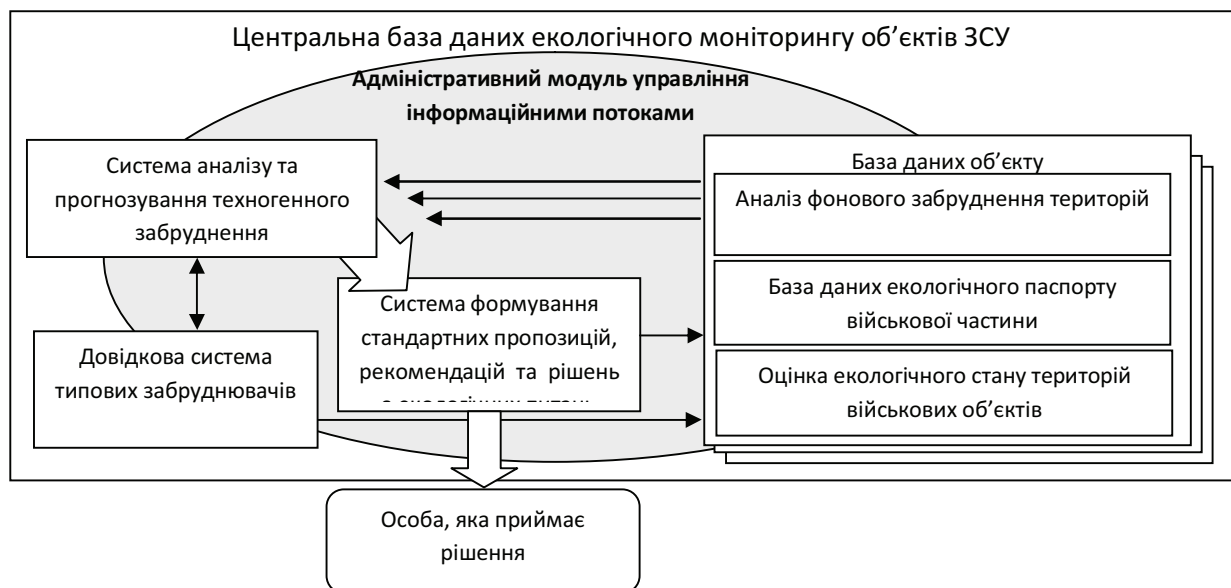


Рис. 3 Структурно-функціональна схема інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу об'єктів Збройних Сил України.

Система аналізу та прогнозування 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'єкту, так і загальний екологічний стан у Збройних Сил України за низкою параметричних факторів оцінки воєнно-техногенних впливів на довкілля. На основі їх математичної обробки генеруються пропозиції щодо реалізації відповідних напрямків екологічної безпеки в різних ланках управління Збройних Сил України. 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; розробка за допомогою геоінформаційних систем карт екологічного забруднення територій військових об'єктів; прогнозування можливого забруднення на певних територіях за визначений період часу; розрахунок еколого-економічного збитку на визначених територіях.

Довідкова система бази даних екологічного моніторингу об'єктів Збройних Сил України 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; довідкових даних про забруднюючі речовини; інформаційно-нормативних даних ГДК забруднюючих речовин; аналітичних даних відомчої системи екологічного моніторингу Збройних

Сил України з урахуванням ступеня доступу відповідних користувачів; інформації про методики, методи та заходи зниження техногенного забруднення територій військових об'єктів; бази даних нормативно-правової інформації; розсилку 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 факторів 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 ВМС ЗС України необхідним є вирішення наступних завдань - розробка методик визначення ступеня забруднення територій від певних джерел забруднення; законодавче визначення ступенів рівня забруднення речовинами для специфічних територій, відведених під виконання заходів бойової підготовки ВМС; побудови алгоритмів вирішення задач прогнозування та моделювання рівня забруднення з урахуванням антропогенних та природних факторів.

Для подальшого дослідження необхідно провести пошук оптимальних методів проектування складових мережі екологічного моніторингу, розробку експертно-моделюючих систем оцінки та прогнозування стану довкілля на територіях військових об'єктів ВМС. Проблемною задачею є розробка методики проведення оцінки впливів на навколишнє середовище заходів бойової підготовки ВМС. Ці наукові задачі потребують найбільшої уваги і термінового вирішення у галузі прецизійної воєнної екології.

Використані джерела інформації:

1. Підлісна М.С., Мазор І.Г., Катеринчук Б.А. та ін. Екологічна безпека військ: Підручник. – К.: Міністерство Оборони України, 1998. – 130 с.
2. Махкамов М.М., Павлюк А.М., Побілян М.О. та ін. Під ред. В.М. Литвака /Охорона природного середовища у Збройних Силах України: Посібник. – К.: Варта, 1998. – 208 с.
3. Романченко І.С., Сбітнев А.І., Бутенко С.Г. Екологічне забезпечення військ: Монографія. – К.: НАО України, 2003. – 274 с.
4. Мельник Л.Г. Екологічна економіка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2003. – 348 с.
5. Романченко І.С., Сбітнев А.І., Чумаченко С.М., Слободяник В.А.. Методологічні підходи до створення бази даних для системи керування станом навколишнього

- середовища в Збройних Силах України //Наука і оборона. – 2003. – № 3. – С. 50 – 56.
6. Романченко І.С., Сбітнев А.І., Чумаченко С.М.. Проектування бази даних для системи моніторингу навколишнього середовища в Збройних Силах України //Наука і оборона. – 2004. – № 1. – С. 47 – 53.
 7. Военная экология: Учебник для высших военных учебных заведений /И.П. Айдаров, Б.Н. Алексеев, А.В. Бударрагин и др. Под редакцией Н.В. Петрухина, А.В. Тарабары, И.А. Постовита. — М.: Русь – СВ, 2000. — 360 с.
 8. Григоров С.И., Родионов А.С.. Военная экология и экологическое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации. — Военная мысль. – 1994. - № 2.
 9. Бондар О.І., Корінько І.В., Ткач В.М., Федоренко О.І. Моніторинг навколишнього середовища: Навчальний посібник. - К.-Х.: ДЕІ-ГТІ, 2005. - 126 с.
 10. Временное методическое руководство по проведению комплексных эколого-геологических исследований (на территории Украины) / Е.А. Яковлев, Г.Г. Лютый, В.И. Почтаренко и др. – К.: ГПП «Геопрогноз», 1994. – 331 с.
 11. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеиздат, 1984. — 560 с.
 12. Лысенко А.И., Чумаченко С.Н., Чеканова И.В., Турейчук А.Н. Математическая постановка задачи оптимального управления экологическим состоянием техногенно нагружаемых территорий // Адаптивні системи автоматичного управління. - Вип.5(25). - 2002. - С.45-55.

УДК 519.652:519.254 (045)

О.Г.Чолишкіна, к.т.н.,
О.О.Колганова, к.т.н.,
А.М.Негода, здобувач
НАУ, м.Київ

ЧАСТКОВІ ВИПАДКИ ЛІНІЙНИХ КОМБІНАЦІЙ В-СПЛАЙНІВ ДЛЯ ЗАДАЧ ЗГЛАДЖУВАННЯ ТА МАСШТАБУВАННЯ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

В статті одержано нові лінійні оператори, що є частковими випадками локальних поліноміальних сплайнів на основі В-сплайнів другого, третього та п'ятого порядків. Отримані функціонали можуть мати використання в задачах згладжування, масштабування та стиснення цифрових сигналів.

В статье получены новые линейные операторы, которые являются частными случаями локальных полиномиальных сплайнов на основе В-сплайнов второго, третьего и пятого порядков. Полученные функционалы