

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ ДЛЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИ ВЕДЕННІ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Проаналізовано аналоги адаптивної системи екологічного моніторингу під час службово-бойової діяльності прикордонних підрозділів на ділянці регіонального управління з точки зору формування функціональної схеми та її складових для оцінки змін стану прикордонних природно-техногенних геосистем з використанням методології системного підходу. Проблемою є підтримка екологічної безпеки під час регіонального збройного конфлікту, метою роботи є проведення аналізу можливих аналогів системи адаптивного екологічного моніторингу, запропоновано структурно-функціональну модель механізму регулювання екологічної безпеки під час надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного характеру, новизною є комплексне застосування сукупності методів, форм, прийомів, інструментів і важелів регулювання екологічної безпеки.

Ключові слова: екологічна безпека, екологічний моніторинг, службово-бойова діяльність, збройний конфлікт, надзвичайна ситуація.

P. S. Tkachuk

ANALYSIS OF EXISTING ANALOGUES FOR THE SYSTEM OF ENVIRONMENTAL MONITORING DURING OPERATIONAL ACTIVITIES

The article analyzes existing analogues for the adaptive system of ecological monitoring during operational activities of the Frontier Service units. The analysis was done from the point of view of the functional scheme formation for assessing changes in the state of border natural and man-made geosystems using the methodology of the system approach. The problem is the maintenance of environmental security during a regional armed conflict. The purpose of the work is to carry out an analysis of possible analogues of the adaptive system of ecological monitoring. A structural and functional model of the mechanism for environmental safety regulation during emergency situations of military and technogenic nature is proposed. The novelty of the work lies in the complex application of methods, receptions, tools and instruments for environmental safety regulation.

Key words: ecological safety, ecological monitoring, operational activity, armed conflict, emergency situation.

Постановка проблеми. Конфлікт, який розгорнувся на південному сході України навесні 2014 року, призвів до загибелі тисяч людей, зростання екологічної та гуманітарної катастрофи в Донецько-Луганському регіоні та кризи екологічних біженців і внутрішньо переміщених осіб. Це, в свою чергу, впливає на Державну прикордонну службу України (далі – ДПСУ) щодо організації оперативно-службової, службово-бойової діяльності органів та підрозділів охорони кордону, екологічного моніторингу прикордонних регіонів для захисту національних інтересів держави.

Відповіддю з боку ДПСУ повинно бути таке саме стрімке зростання потенціалу самозахисту та управління воєнно-техногенними ризиками в умовах застосування мобільних підрозділів ДПСУ в регіональному збройному конфлікті під час службово-бойової діяльності.

Водночас для прийняття відповідних управлінських рішень та забезпечення екологічного моніторингу в умовах регіонального збройного конфлікту, коли ДПСУ здійснює покладені на неї завдання з охорони та захисту кордонів Батьківщини, виникає наукове завдання розробки комплексної системи екологічних показників, архітектури та моделей організації екологічного моніторингу для запобігання транскордонним екологічним впливам на територію сусідніх держав та з їх боку – на територію України.

Різке порушення нестійкої рівноваги природно-техногенних геосистем, що виникло в південно-східних регіонах внаслідок сепаратистських дій та проведення антитерористичної операції (далі – АТО), призвело до розвитку надзвичайних екологічних ситуацій, на запобігання і ліквідацію яких не вистачає ні внутрішніх ресурсів, ні зовнішніх позик. За таких умов єдине, що можна зробити, це запровадити в Україні чітку дієву систему екологічної безпеки. Це одне із невідкладних питань національної безпеки нашої країни, вирішення якого можна розглядати як базову умову її сталого розвитку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні в ДПСУ в якості науково-методичної бази щодо екологічного моніторингу знаходиться у користуванні ряд науково-методичних праць. У [1] наведено розгорнутий аналіз чинного на той час природоохоронного законодавства України, розглянуто основні питання організації охорони навколишнього природного середовища у військах. Також подано огляд основних заходів з охорони довкілля та особливості організації екологічної освіти у Збройних силах України (далі – ЗСУ). В [2] розглянуто проблемні питання охорони навколишнього природного середовища у ЗСУ, екологічного моніторингу, контролю та правових основ охорони довкілля в Україні, особливості розповсюдження забруднюючих речовин в навколишньому середовищі, особливості організації заходів з охорони складових навколишнього природного середовища у військових частинах, основні фактори впливу військової діяльності на довкілля та організацію служби екологічної безпеки військової частини.

Наступним виданням, яке може бути віднесене до базових науково-методичних праць з природоохоронної діяльності у ДПСУ, слід вважати монографію [3]. У ній автори обґрунтували поняття військово-технічної системи і дослідили її вплив на стан навколишнього середовища, також наведено основні методи оцінки забруднення довкілля, розроблено науково-методичний апарат для формування рішення командира щодо розробки заходів для захисту навколишнього природного середовища та проаналізовано організацію системи управління станом навколишнього середовища на прикладі Збройних сил європейських держав під час повсякденної діяльності військ.

В монографії [4] проведено узагальнюючий аналіз систем підтримки прийняття рішень в галузі регіональної безпеки, які певним чином включали до свого складу інформаційно-аналітичні системи з питань екологічної та техногенної безпеки регіонів. Ще за часів УРСР, в 1977-1982 р.р. було створено Республіканську автоматизовану систему ЦО УРСР, орієнтовану на задачі захисту населення і об'єктів життєзабезпечення в умовах можливих надзвичайних ситуацій (далі – НС) воєнного походження [4]. Тоді вперше було створено прообраз геоінформаційної системи України, реалізованої для оперативного і комплексного прогнозування наслідків військових операцій та більш обґрунтоване вироблення управлінських рішень на захисні заходи для запобігання та ліквідації їх наслідків. Система застосовувалася у Штабі ЦО УРСР для інформаційної підтримки командно-штабних навчань і тренувань, а також для підготовки пропозицій щодо удосконалення процесів управління народним господарством в особливий період.

Аналогічні роботи, судячи з доступних публікацій, проводилися за кордоном [4; 5]. Так, у США на основі органів управління ЦО у 1979 р. було створено Федеральне агентство з управління у кризових ситуаціях (FEMA), де була розроблена система комп'ютерного моделювання рішень (PARM) щодо підвищення стійкості господарського комплексу в цілому і безпеки життєво важливих його об'єктів в особливий період.

Після найбільшої у світі техногенної катастрофи, що трапилася 26 квітня 1986 р. на Чорнобильській АЕС [4], а також радикальної зміни військово-політичної ситуації наприкінці 80-х років зазначені роботи були зорієнтовані на НС мирного часу. Серед системних розробок цього напрямку в Україні за комплексним охопленням регіональних задач управління вирізняються такі системи:

«Інформ-Чорнобиль» – багаторівнева інформаційно-аналітична система підтримки управлінських рішень за усіма напрямками діяльності Мінчорнобиля України [6; 7]. Ця система забезпечувала оперативний збір і обробку інформації від регіональних і галузевих органів управління, а також результатів аналітичних досліджень від численних підприємств і організацій з питань радіаційної небезпеки і захисту. Основні проектні рішення із створення системи лягли в основу Загальноєвропейської системи підтримки управлінських рішень у випадку аварій на ядерних об'єктах.

Із наведеного аналізу навчальних і науково-методичних праць ЗСУ та ДПСУ, що спрямовані на теоретичне та практичне розв'язання проблем взаємодії військових формувань та правоохоронних органів із навколишнім природним середовищем, забезпечення екологічної безпеки службово-бойової діяльності прикордонних підрозділів та екологічного моніторингу можна зробити висновок, що поряд із значними напрацюваннями у питанні охорони навколишнього природного середовища (далі – НПС), яким приділяється на сьогодні значна увага в ДПСУ, ще недостатньо розроблені питання щодо різних аспектів екологічного моніторингу.

Метою цієї публікації є проведення аналізу можливих аналогів системи адаптивного екологічного моніторингу при веденні службово-бойової діяльності прикордонних підрозділів на ділянці Східного регіонального управління та розробка шляхів для її створення.

Виклад основного матеріалу. За міжнародним стандартом (ISO 4225-80) моніторинг – це багаторазові вимірювання для спостереження за зміною певного параметра в деякому інтервалі часу; система довгострокових спостережень, оцінки, контролю й прогнозу стану й зміни об'єктів. Термін «екологічний моніторинг» вперше прозвучав перед проведенням Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища (Стокгольм, 5-16 червня 1972 р.). Його було застосовано у другій половині ХХ століття для визначення системи повторних цілеспрямованих спостережень за елементами навколишнього природного середовища в просторово-часовому континуумі. У відповідності з канонічним визначенням [8] для природоохоронної сфери досліджень, екологічний моніторинг – це інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозування змін стану навколишнього природного середовища, створена з метою виділення антропогенної складової цих змін на фоні природних процесів.

Перші пропозиції щодо створення такої системи були розроблені експертами спеціальної комісії SCOPE (Науковий комітет із проблем навколишнього середовища ООН) у 1971 р.

Основні положення про екологічний моніторинг набули розвиток у доповіді Ю. А. Ізраеля на міжурядовій нараді з моніторингу природних екосистем в Найробі (Кенія, лютий 1974 р.), скликаній Радою управляючих Програми ООН із проблем навколишнього середовища (ЮНЕП). У доповідях на першому радянсько-американському симпозиумі зі всебічного аналізу навколишнього природного середовища (Тбілісі, березень 1974 р.) і на першій нараді групи експертів з проекту № 14 програми "Людина і біосфера" (Москва, квітень 1974 р.) [8; 9].

При організації спостережень за станом НПС на військових об'єктах та в операційних зонах і районах ведення службово-бойової діяльності (далі – СБД) прикордонних підрозділів принципове значення має виділення природних та антропогенних процесів із різними просторово-часовими частотами, що відображають масштаби та глибину перетворень у екосистемах. Згідно з цим, екологічний моніторинг можна розділити на такі ієрархічні рівні [9]:

- глобальний моніторинг;
- національний моніторинг;
- регіональний моніторинг військового конфлікту;
- локальний моніторинг операційних зон та районів ведення СБД прикордонних підрозділів;
- об'єктовий (імпактний) моніторинг (здійснюється з урахуванням специфіки військових об'єктів).

Ієрархічна система екологічних моніторингових необхідна для оптимізації цілей і обсягу спостережень, обліку, аналізу, оцінки і прогнозування змін стану природного середовища на різних ієрархічних рівнях обробки інформації та обґрунтування заходів щодо підтримки екологічної безпеки ДПСУ на достатньому рівні.

Екологічний моніторинг операційних зон і районів ведення СБД прикордонних підрозділів (далі – ПП) у загальній ієрархічній структурі відноситься до регіонального, локального та об'єктового моніторингу та є комплексною системою, оскільки включає спостереження, оцінку й прогнозування змін стану абіотичної складової екосистем та відповідної реакції екосистем на ці зміни [10], що пов'язані з впливом небезпечних факторів і забруднень військового походження та незадовільним землекористуванням на цих територіях. Необхідною умовою успішного функціонування екологічного моніторингу є оцінка і прогнозування стану НПС, яке перебуває під впливом чинників воєнно-техногенного навантаження (далі – ВТН).

Для локальних районів та військових прикордонних об'єктів повинні бути розгорнуті мережі об'єктового моніторингу, при організації яких слід враховувати значну мінливість воєнно-техногенних впливів. Ця мінливість визначається характеристиками джерел забруднення, метеорологічними умовами, ландшафтними особливостями місцевості, станом водних об'єктів і підстилаючої поверхні, а також геологічними процесами верхньої зони геологічного середовища (підтоплення, карст, зсуви, ерозія тощо).

Вирішення цих задач на державному рівні поки що успішно здійснюється тільки там, де створені стаціонарні і рухомі пункти контролю: на атомних електростанціях, у районах розташування військових та промислових об'єктів підвищеного ризику, на великих промислових комбінатах, у місцях забору води для централізованого водопостачання. На сьогодні на більшості цивільних і військових прикордонних об'єктів практично неможливо організувати систему довгострокових регулярних спостережень за станом НПС в зв'язку з трудомісткістю та значними фінансовими затратами на одержання вхідних даних моніторингу і методів обробки, що потребує спеціалізованого лабораторного обладнання з залученням висококваліфікованих фахівців.

Для забезпечення стабільного управління екологічною безпекою в операційних зонах та районах ведення СБД необхідно розробити структурно-логічні моделі управління при різних умовах застосування ДПС України із забезпеченням мінімальних ризиків та загроз виникнення надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження.

Якщо розглянути різні режими функціонування системи управління екологічною безпекою, то можна виділити три можливі моделі:

- модель управління екологічною безпекою в регіоні в сталому режимі;
- модель управління екологічною безпекою в регіоні в режимі надзвичайної ситуації природного чи техногенного походження;
- модель управління екологічною безпекою в регіоні в режимі надзвичайної ситуації воєнно-техногенного походження.

Систематизуємо механізми державного регулювання і контролю в режимі управління екологічною безпекою в сталому режимі. Основною метою регулювання, як складової частини загальної системи управління екологічною безпекою на регіональному рівні, є встановлення правил і меж економічно раціонального та екологічно безпечного використання природних ресурсів, а також вимог до різних видів діяльності, які можуть вплинути на стан навколишнього природного середовища регіону. Структурно-функціональна модель управління екологічною безпекою в операційних зонах та районах ведення СБД ПП в режимі надзвичайної ситуації наведена на рис. 1.

Законодавчо запобігання, прогноз і ліквідація наслідків надзвичайної екологічної ситуації базуються на Конституції України, Кодексі цивільного захисту і складаються із законів України “Про охорону навколишнього природного середовища”, “Про аварійно-рятувальні служби”, “Про правовий режим надзвичайного стану”, “Про зону надзвичайної екологічної ситуації” та інших законів, а також прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів. Причому, першочерговим завданням при визначенні, аналізі, локалізації і знешкодженні першопричин надзвичайних ситуацій має бути використання світового досвіду та застосування сучасних можливостей щодо оперативної наукової експертизи та використання сучасних високих технологій.

Екологічна реабілітація територій в умовах звичайного стану довкілля повинна здійснюватися постійно у рамках правових зобов'язань підприємств, військових частин і місцевих органів влади та шляхом виконання місцевих екологічних програм. Природоохоронні заходи при цьому реалізуються впродовж усього періоду виробничої діяльності. Підприємства, згідно з наявними або прогнозованими змінами довкілля, розробляють і фінансують відповідні природоохоронні заходи, спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля, а також рекультивують порушені землі.

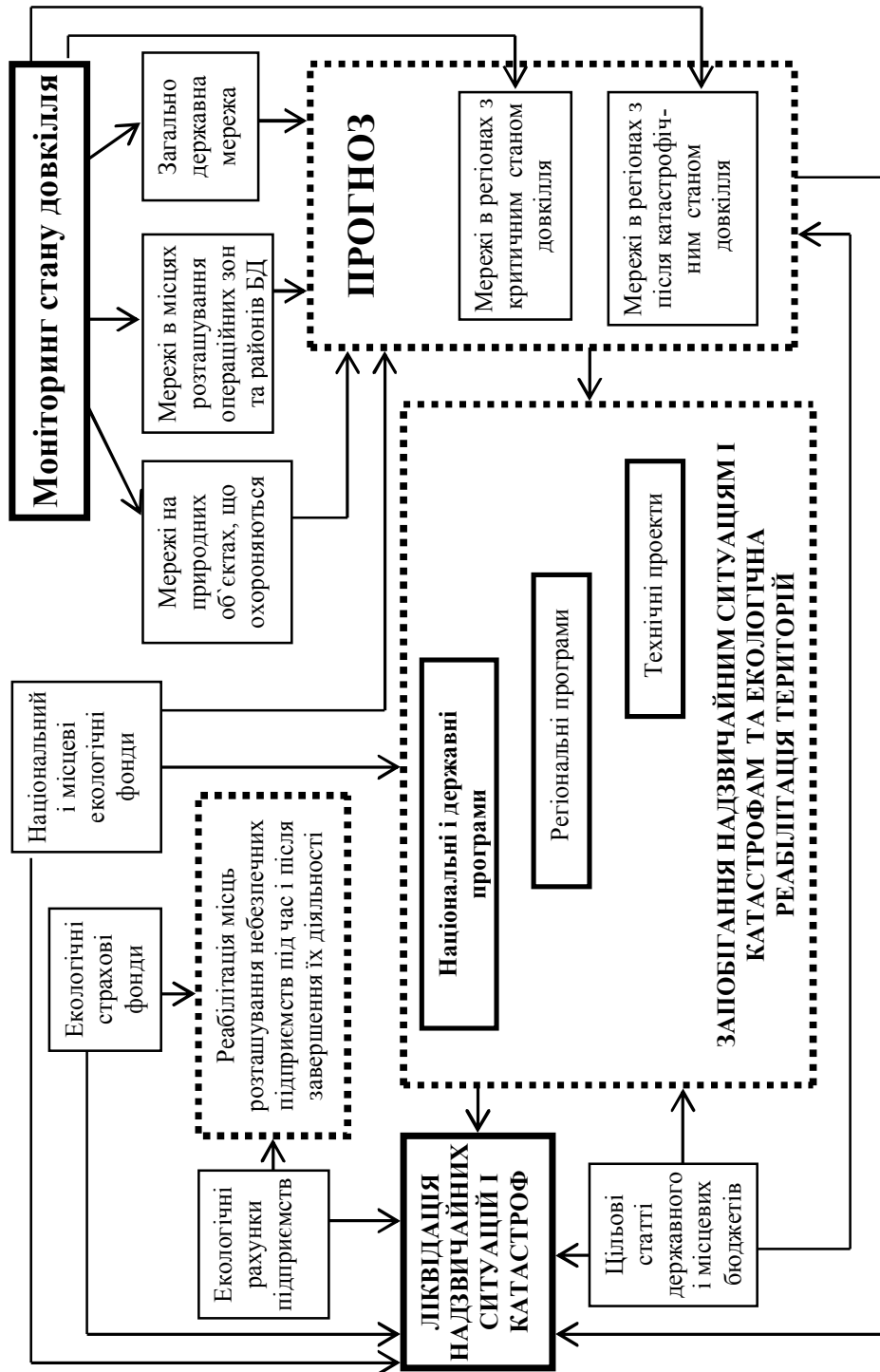


Рисунок 1 – Загальна структурно-логічна модель управління екологічною безпекою в операційних зонах та районах ведення ОСД ПП в умовах НС

Одним із головних шляхів вирішення проблеми екологічної реабілітації порушеної території, що потрапила під негативний екологічний вплив підприємства чи військової частини, після закінчення його діяльності повинна стати розробка і впровадження системи екологічного страхування, яка дасть змогу підприємству чи військовій частині протягом їхньої діяльності накопичувати на реалізацію цих заходів цільові кошти.

Особливі труднощі виникають під час екологічної реабілітації територій регіонів та районів з критичним станом довкілля внаслідок ведення бойових дій, де спостерігається підвищена активізація негативних процесів природного і техногенного походження. Реабілітація таких регіонів повинна здійснюватись через державні і галузеві регіональні програми (можливо в рамках єдиних національних програм), головним чином завдяки цільовому фінансуванню із Державного бюджету з додатковою мобілізацією коштів із всіх інших можливих джерел.

Реабілітація територій в період, коли надзвичайні ситуації і катастрофи вже відбулися і були ліквідовані, має проводитись також шляхом виконання програм екологічної реабілітації певного рівня відповідно до масштабів останніх та прогнозованої тривалості впливу їх наслідків на стан довкілля і умови життєдіяльності населення. В умовах після катастрофічного стану навколишнього природного середовища повинні продовжувати свою діяльність служби моніторингу і прогнозування ДПС України, які були розгорнуті ще у кризовий період, але з врахуванням характеру та екологічних наслідків надзвичайних ситуацій і катастроф, які відбулись.

Програми екологічної реабілітації повинні бути спрямовані на підвищення безпеки життєдіяльності населення, загальне покращення екологічного стану довкілля, рекультивуацію порушених земель та відтворення і поновлення на їх місці стійких екосистем (ландшафтних паркових зон, лісонасаджень, водоймищ, збагачення видового складу фауни і флори тощо). Вони мають бути обов'язковою складовою частиною програм соціально-економічного розвитку прикордонних регіонів.

В разі виникнення надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження в у структурно-функціональній моделі для системи забезпечення екологічної безпеки на регіональному рівні, як і для всіх інших структурно-функціональних моделей систем управління, характерна наявність таких невід'ємних системних складових частин і елементів, як суб'єкт регулювання і об'єкт регулювання, керівний вплив і зворотний зв'язок, які утворюють єдиний і водночас загальний контур управління.

Виходячи з аналізу напрямків розвитку систем екологічного моніторингу різного рівня ієрархії, можна зробити висновок, що на початку 90-х років ХХ століття сформувалась нова галузь екологічних знань – екогеоінформатика, яка поєднала в собі методи екологічного моніторингу, досягнення в галузі обчислювальної техніки, мережних технологій, дистанційного зондування Землі, аерокосмічних спостережень та геоінформаційних систем [11; 12].

У вісімдесятих роках, практично протягом одного десятиліття, у всіх розвинутих країнах світу були створені національні екоінформаційні системи, які об'єднали у своєму складі національні системи моніторингу атмосфери, водних ресурсів, ґрунтів й інших компонентів природного середовища, а також системи збору й аналізу геоприв'язаної інформації щодо антропогенних навантажень і стану здоров'я населення. У дев'яностих роках завдяки появі нових інформаційних технологій і розвитку мережі Internet ці системи були об'єднані в єдину екоінформаційну систему, на серверах якої зберігаються величезні обсяги інформації про стан навколишнього середовища планети Земля, що були отримані за допомогою систем екологічного моніторингу.

Структурно екоінформаційні системи включили до свого складу системи екологічного моніторингу у їх класичному визначенні і на теперішній час вони є функціональною основою систем управління станом навколишнього природного середовища на різних ієрархічних рівнях. Екоінформаційні системи забезпечують вирішення таких завдань [13]:

- підготовка інтегрованої інформації про стан НПС та прогнозів ймовірних наслідків антропогенної діяльності і рекомендацій з вибору альтернативних варіантів для систем підтримки прийняття рішень щодо управління станом навколишнього природного середовища;
- імітаційне моделювання екологічних процесів, що відбуваються в навколишньому природному середовищі, з урахуванням існуючих рівнів техногенного навантаження і можливих результатів прийнятих управлінських рішень;
- оцінка загроз і ризиків для існуючих потенційно небезпечних об'єктів і окремих територій з метою управління природно-техногенною безпекою регіону;
- накопичення інформації з часових трендів параметрів навколишнього природного середовища з метою прогнозування зміни екологічної обстановки;
- підготовка багат шарових електронних карт, що є просторово-часовими узагальненнями екологічних даних і відображають стан навколишнього природного середовища;
- складання звітів про досягнення цілей стійкого розвитку;
- обробка і накопичення в базах даних результатів контактного і дистанційного моніторингу та виявлення параметрів навколишнього середовища найбільш чутливих до антропогенних впливів;
- обґрунтування оптимальної мережі спостережень для системи екологічного моніторингу;
- обмін інформацією про стан навколишнього середовища (імпорт і експорт даних) з інших екоінформаційних систем;
- надання інформації, необхідної для контролю за дотриманням прийнятих законів, для екологічної освіти та засобів масової інформації і т. ін.

Таким чином, екоінформаційні системи повинні бути зорієнтовані на комплексне використання результатів екологічного моніторингу, забезпечуючи перетворення результатів первинних вимірів у форму, придатну для підтримки прийняття рішень.

В екоінформаційній системі можна виділити три рівні для вирішення різних задач екологічного моніторингу, що відрізняються методами роботи з екологічною інформацією. Верхній рівень становлять програмні модулі для підтримки прийняття рішень, середній – програмне забезпечення, що дає змогу провести системний аналіз інформації про стан навколишнього середовища, а нижній – модулі обробки первинної екологічної інформації.

На нижньому рівні екоінформаційної системи для збереження даних про стан навколишнього природного середовища використовуються системи управління базами даних (СУБД), а для обробки результатів спостережень, використовують різні програмні продукти – електронні таблиці, пакети прикладних програм типу MathCAD, Surfer і багато інших. Така розмаїтість програмного забезпечення обумовлена величезним числом різнопланових задач обробки результатів спостережень за станом навколишнього середовища, що отримані за допомогою контактних і дистанційних засобів екологічного моніторингу.

На середньому рівні екоінформаційної системи для аналізу даних про стан навколишнього середовища використовуються геоінформаційні системи (ГІС). Подібні системи, забезпечуючи введення, збереження, відновлення, обробку, аналіз і візуалізацію усіх видів геоприв'язаної інформації, дають змогу систематизувати її видачу для управління станом НПС.

Інформаційно-аналітичні системи екологічної та техногенної безпеки, зорієнтовані на підтримку прийняття рішень, повинні задовольняти ряд нових вимог, які необхідно виконати в процесі їх розробки.

В разі виникнення надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження у структурно-функціональній моделі для системи забезпечення екологічної безпеки на регіональному рівні, як і для всіх інших структурно-функціональних моделей систем управління, характерна наявність таких невід'ємних системних складових частин і елементів, як суб'єкт регулювання і об'єкт регулювання, керівий вплив і зворотний зв'язок, які утворюють єдиний і водночас загальний контур управління. З точки зору кібернетики як науки, що вивчає зага-

льні закономірності управління в суспільстві і природі, і виходить із положення про існування єдиної принципової схеми екологічного регулювання на регіональному рівні, найбільш спрощену модель якої можна подати у вигляді типового контура управління (рис. 2).

На вході система екологічного управління отримує інформацію про використання природних ресурсів, про стан навколишнього природного середовища, ступінь його фізичного впливу на населення та суб'єкти господарської діяльності. Таку інформацію одержують внаслідок моніторингу довкілля, різноманітних спостережень, контрольних вимірювань, екологічного аудиту тощо. Вона надходить як із внутрішньодержавних, так і з міжнародних інформаційних джерел. Іншим видом вхідної інформації є міжнародні угоди, конвенції, регламенти, дані міжнародного екологічного досвіду. Певна частина такої інформації використовується для постійного вдосконалення функціонування і модернізації системи екологічного управління.

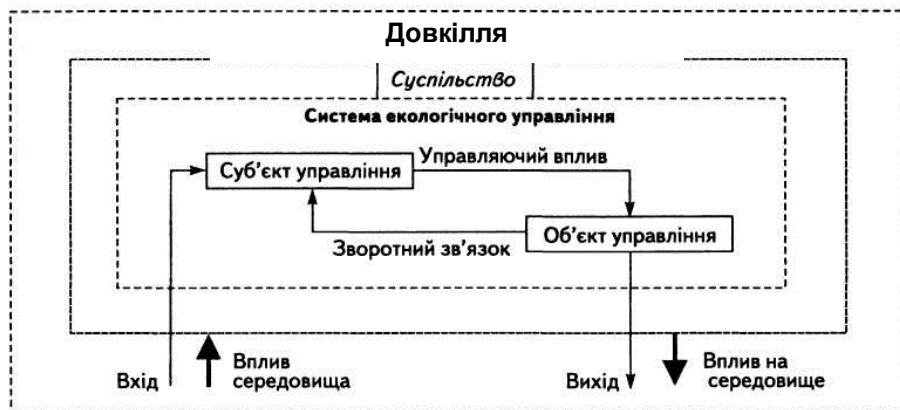


Рисунок 2 – Принципова модель системи екологічного управління

У міжнародному співтоваристві [13, 14] для зв'язку трьох головних категорій соціо-еколого-економічних систем (екології, економіки і соціуму) та у відповідності до загальноприйнятої в Україні методології оцінки екологічних загроз і ризиків за схемою "техногенне навантаження – екологічний стан території - регулювання екологічної безпеки" [15] в роботі прийнята концепція застосування трьох типів показників (див. рис. 3).



Рисунок 3 – Типова структурно-логічна модель системи управління екологічною безпекою на рівні регіону в разі надзвичайної ситуації воєнно-техногенного походження

Основними передумовами до обґрунтування головної ідеї застосування індикаторів і індексів в якості компонент вектора екологічного стану (далі – ВЕС) військової природно-техногенної геосистеми (далі – ВПТГС) є системний підхід до оцінки процесів у соціо-еколого-економічних системах, що ґрунтується на:

- декомпозиції ВПТГС на складові компоненти біоценозу, біотопу та критичної техногенної та воєнно-техногенної інфраструктури регіону;
- агрегації відповідних показників воєнно-техногенного впливу, стану ВПТГС та відгуку екосистеми до екологічних індикаторів й індексів та гнучкому представленні отриманих індикаторів та індексів у відповідних шкалах.

Індикаторно-індексний підхід для обґрунтування показників для оцінки загроз виникнення надзвичайних ситуацій внаслідок локального військового конфлікту спирається на кількісні оцінки індикаторів та індексів ВТН, стану абіотичного середовища ВПТГС, реакції біоти та населення на ВТН.

Індикатор – частина інформації або даних (кількісних або якісних), що характеризує екологічний стан НПС. Індикатор використовується для оцінки ситуації та прийняття рішень і визначається таким чином, щоб великий об'єм первинної інформації узагальнити і зробити висновки про стан та тенденції розвитку ситуації [16]. Параметр – це величина, властива процесу чи явищу, що оцінюється або досліджується. Показники – наочні конкретні дані про результати якогось процесу. Індекс – набір сукупних або зважених параметрів, показників або індикаторів.

Надалі під екологічним індикатором розуміємо ознаку, властиву системі чи процесу, на підставі якої проводиться якісна чи кількісна оцінка тенденцій змін в ВПТГС чи оціночна класифікація стану екосистем, процесів і явищ. Під індикатором в прецизійній інженерній екології розуміють елемент інформації, який може бути складовою компонентою вектора екологічного стану ВПТГС, і відповідає вимогам:

- бути характеристикою, яка використовується в інтересах екологічного моніторингу та процесів управління станом ВПТГС, і може застосовуватися для планування цього процесу в майбутньому;
- відігравати роль показника стану ВПТГС чи ВТН;
- описувати відхилення від рівня екологічного стану ВВПТГС, прийнятого за базовий.

Одночасно з цим необхідно відзначити, що кожний окремий екологічний індикатор повинен відповідати таким вимогам [16,17]:

- бути науково обґрунтованим;
- мати відповідну чутливість до зміни екологічної обстановки;
- мати просту інтерпретацію;
- мати здатність до агрегування;
- відповідати набору національних пріоритетів і концепції сталого розвитку;
- бути вихідним елементом екологічної інформації, на основі якої можуть проводитись кількісні оцінки рівня екологічної безпеки;
- мати високу інформаційну ємність і нести нові цінні дані для систем підтримки прийняття рішень.

Надалі під екологічним індексом розуміємо комплексну величину, яка може складатися з декількох індикаторів, які описують процеси в екосистемі, і характеризує відхилення від рівня екологічного стану ВПТГС, прийнятого за базовий. Один індекс у собі може об'єднувати й агрегувати цілий пакет екологічних індикаторів.

Таким чином, застосування екологічних індикаторів та індексів дає змогу виконати агрегування значних об'ємів екологічної інформації (вимірів і параметрів стану природного середовища), що зазвичай використовуються для формування багатовимірного вектора екологічного стану.

На сьогоднішній день у проблематиці екологічних індикаторів та індексів потребують вирішення ряд непростих задач, серед яких слід відзначити як найбільш значимі такі:

- проблема невизначеності вхідної інформації;
- критерії вибору індикаторів;
- проблема агрегування екологічних даних;
- способи і форми представлення інформації на основі індикаторів для систем підтримки прийняття рішень;
- зв'язок індикаторів з екологічним ризиком;
- вибір одиниць вимірювання і шкали.

Змістовне і цільове призначення індикаторів та індексів в системі екологічного моніторингу полягає в представленні в стислій формі інформації за такими основними напрямками:

- кількісна чи якісна інтегральна оцінка ВТН та його факторів в цілому чи за окремими його компонентами;
- визначення чисельного значення величини чи сукупності величин, що характеризують взаємодію і взаємозв'язки між окремими екосистемами, їх стану і динаміки;
- визначення чисельного значення характеристик досліджуваних процесів і явищ, що протікають у екосистемах;
- визначення чисельних значень показників, що описують властивості досліджуваних екосистем.

Будучи відносно новими показниками в системах забезпечення екологічної безпеки регіонального рівня для народногосподарських об'єктів, де раніше для оцінки екологічного стану користувались, головним чином, санітарно-гігієнічними та токсикологічними показниками, індикатори та індекси можуть стати основою для генерації інтегральної інформації в системах підтримки прийняття рішень щодо забезпечення необхідного рівня екологічної безпеки в регіоні.

Висновки. Таким чином, структурно-функціональна модель механізму регулювання екологічної безпеки під час надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження являє собою сукупність конкретних методів, форм, прийомів, інструментів і важелів регулювання екологічної безпеки, через удосконалення яких, власне кажучи, здійснюється удосконалення системи забезпечення екологічної безпеки на регіональному рівні.

Для подальшого розвитку цієї системи запропоновано застосувати індексно-індикаторний підхід, який створює передумови для розробки ефективних процедур управління екологічною безпекою ДПСУ в умовах НС воєнно-техногенного походження.

В подальшому, для оцінки ефективності механізмів державного регулювання екологічної безпеки на рівні регіону пропонується застосувати метод аналізу ієрархій.

Список літератури:

1. Махкамов М. М. Охорона природного середовища у Збройних силах України: / Під ред. В. М. Литвака. – К. : Варта, 1998. – 208 с.
2. Артем'єв С. Р. Екологічна безпека військ / С. Р. Артем'єв, О. М. Блекот, В. В. Марущенко, С. М. Чумаченко, М. Є. Блажаєвський. – Харків : НТУ «ХПІ», 2012. – 308 с.
3. Романченко І. С. Екологічне забезпечення військ : монографія / І. С. Романченко, А. І. Сбітнев, С. Г. Бутенко. – К. : НАО України, 2003. – 274 с.
4. Биченок М. М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою / М. М. Биченок. – К.: ІПНБ, 2005. – 196 с.
5. Indicator of Sustainable Development. Frame work and Methodologies. – NewYork: UnatedNations, 1996. – 428 p.

6. Довгий С. О. Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС / С. О. Довгий, О. В. Копійка // Інформатизація аерокосмічного землезнавства. – К.: Наук, думка, 2001. – С. 211-266.
7. Попов М. О. Інтеграція геоінформаційних, космічних та Інтернет-технологій – основа об'єктивної, оперативної та вірогідної інформації про Землю / М. О. Попов // Геоінформатика. – 2004, – №4. – С. 63-69.
8. Израэль Ю. А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменений состояния окружающей природной среды : Основы мониторинга / Ю. А. Израэль // Метеорология и гидрология. – 1974. – № 7. – С. 3-8.
9. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – М. : Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
10. Романченко І. С. Інформатизація системи екологічного моніторингу в Збройних Силах України / І. С. Романченко, А. І. Сбітнев, С. М. Чумаченко // Наука і оборона. – 2005. – № 4. – С. 36-44.
11. Экоинформатика. Теория. Практика. Методы и системы / Под ред. академика РАН В. Е. Соколова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 520 с.
12. Данилов-Данильян В. И. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект / В. И. Данилов-Данильян, М. Ч. Залиханов, К. С. Лосев. – Изд. 2-е, дораб. – М. : МППА–БИМПА, 2007. – 288 с.
13. Лисенко О. І. Напрямки вдосконалення природоохоронної діяльності в Збройних Силах України / О. І. Лисенко, С. М. Чумаченко, Ю. І. Ситник. – К. : ННДЦ ОТ і ВБ України, 2006. – 424 с.
14. Алексеев О. Б. Стратегическое управление в государственном и муниципальном секторах / О. Б. Алексеев, А. Е. Балобанов, О. И. Генисаретский. – М., Экономика, 2000. – С. 12-59.
15. Шевчук В. Я. Екологічне управління / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявській. – К. : Либідь, 2004. – 429 с.
16. Музалевский А. А. Индикаторы и индексы экодинамики. Методологические аспекты проблемы экологических индикаторов и индексов устойчивого развития // 3-я Межд. конференция по мягким вычислениям и измерениям SCM–2000. т.1, – С. 36–46.
17. Старикович Л. С. Прилади і методи дослідження стану довкілля / Л. С. Старикович, К. П. Дудок, Н. М. Любас; Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2014. – 195 с.

References:

1. Mahkamov M.M. Protection of the environment in the Armed Forces of Ukraine / Ed. V.M. Litvak. – K. : Warta, 1998. – 208 p.
2. Artemiev S.R., Blekat O.M., Marushchenko V.V., Chumachenko S.M. Belyazhevsky M. Ye. Environmental safety of troops. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2012. – 308 p.
3. Romanchenko I.S., Sbitnev A.I. Butenko S.G. Environmental support of troops: Monograph. – K. : NAO of Ukraine, 2003. – 274 p.
4. Bichenok M.M. Fundamentals of informatization of regional security management. – K. : IPNB, 2005. – 196 p.
5. Indicator of Sustainable Development. Framework and Methodologies. – New York: Unated Nations, 1996. – 428 p.
6. Dovgyi S.O., Kopyyka O.V. Automated system for support of decision-making in liquidation of the consequences of the Chornobyl accident // Informatization of aerospace science. – K. : Science, thought, 2001. – P 211-266.

7. Popov M.O. The integration of geoinformation, space and Internet technologies is the basis of objective, operational and probable information about the Earth // *Geoinformatics*. – 2004, – No. 4. – P. 63-69.
8. Izrael Yu.A. Global Observation System. Forecast and estimation of changes in the state of the environment: Basics of monitoring // *Meteorology and hydrology*. – 1974. – No. 7. – P. 3-8.
9. Izrael Yu.A. Ecology and control of the natural environment. – Moscow: Hydrometeorological Publishing, 1984. – 560 p.
10. Romanchenko I.S., Sbitnev A.I. and Chumachenko S.M. Informatization of the Environmental Monitoring System in the Armed Forces of Ukraine // *Science and Defense*. – 2005. – №4. – P. 36-44.
11. *Ecoinformatics. Theory Practice. Methods and systems* / Ed. Academician of the RAS V.E. Sokolov – SPb. : Gidrometeoizdat, 1992. – 520 p.
12. *Ecological safety. General principles and the Russian aspect* / V.I. Danilov-Danylyan, M. Ch. Zalikhanov, K. S. Losev. – Izd. 2nd, dorab. – M.: MPPA-BIMPA, 2007. – 288 p.
13. Lysenko O.I. Directions of Improvement of Environmental Activities in the Armed Forces of Ukraine / Ed. O. I. Lysenko S.M. Chumachenko, Yu.I. Sitnik. – K. : NNDTS OT and WB of Ukraine, 2006. – 424 p.
14. Alekseev O.B. Strategic Management in the State and Municipal Sectors / Sost. and ed. A. E. Balobanov, O. I. Genisaretsky. – M. : Economics, 2000. – P. 12-59.
15. Shevchuk V. Ya., Satalkin Y. M., Bilyavsky G.O. and others. Environmental management. – K.: Lybid, 2004. – 429 p.
16. Muselevsky A.A. Indicators and indices of ecodynamics. Methodological aspects of the problem of ecological indicators and indices of sustainable development // 3rd Int. Conference on soft computing and measurements SCM-2000. 1. – P. 36-46.
17. Starikov L.S. Instruments and methods for studying the state of the environment / L. S. Starikov, K. P. Dudok, N. M. Lyubas; Lviv. nats Un-t them. I. Frank – Lviv: I. Franco LNU., 2014. – 195 c.

