УДК 629.7.01: 354: 321.01: 574.08
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.5-68.49

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ ТА РАННЬОГО СПОВІЩЕННЯ ПРО МОЖЛИВІ ЕКОЛОГІЧНІ КАТАСТРОФИ

Машков О.А. (orcid.org/0000-0001-9227-4647),
Андрійчук Ю.М. (orcid.org/0009-000-7487-2256),
Іванов С.Г. (orcid.org/0000-0002-7833-1155),
Леліченко Д.О. (orcid.org/0009-0007-4938-9212)
Державна наукова установа «Інститут екологічного відновлення та розвитку України»
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
dnu_iev@ukr.net, mashkov_oleg_52@ukr.net

Розглянуті концептуальні основи творення інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи. Запропоновано методичний підхід щодо оцінки ситуації з питань раннього оповіщення про можливі екологічні катастрофи, якій передбачає формалізацію ризиків надзвичайних ситуацій як провісників екологічних катастрофічних ситуацій (нормативне регулювання моніторингу ризиків, визначення суб'єктів здійснення державного екологічного моніторингу, формування напрямів реформування системи моніторингу відповідно до типу природного ресурсу), а також обгрунтування проблем створення ефективної системи управління ризиками та раннього оповіщення. Розробка проекту концепції створення інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи передбачає: формалізацію інформаційно-аналітичної діяльності в сфері екологічного управління, аналіз існуючих інтегрованих інформаційно-аналітичних систем в сфері екологічного управління, оцінку вимог щодо апаратного та програмного забезпечення в системі підтримки прийняття управлінських рішень при аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи. Створення та застосування інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття управлінських рішень для забезпечення функціональної стійкості екосистем з використанням аерокосмічних технологій в умовах надзвичайних екологічних ситуацій в реальному часі передбачає динамічне прогнозування екологічних процесів. Оскільки методологія побудови автоматизованої системи підтримки прийняття управлінських рішень для забезпечення функціональної стійкості екосистем на сьогоднішній день розроблена недостатньо, а визначене завдання занадто далека від свого вичерпного рішення в зв'язку з випадками надзвичайних ситуацій, що почастішали, вона набуває особливої актуальності. Розроблений проект концепції є підґрунтям створення та застосування інформаційно-аналітичної системи в галузі раціонального природокористування при моделюванні та прогнозуванні стану навколишнього природного середовища, технології подолання негативних впливів на нього. *Ключові слова:* екологічна безпека, екологічна катастрофа, екологічна ситуація, інформаційно-аналітична система, концепція, моделювання та прогнозування, надзвичайні ситуації, раннє оповіщення, раціональне природокористування, стан навколишнього природного середовища, технології подолання негативних впливів на довкілля.

Scientific substitution of the concept of creating an information and analytical system for analysis of the ecological situation and early warning of possible ecological disasters. Mashkov O., Andriychuk Yu., Ivanov S., Lelichenko D.

The article considers the issue of developing a concept for creating an information and analytical system for analyzing the environmental situation and early warning of possible environmental disasters. A methodological approach is proposed for assessing the situation on early warning of possible environmental disasters, which involves formalizing the risks of emergency situations as predictors of environmental catastrophic situations (regulatory regulation of risk monitoring, identification of subjects of state environmental monitoring, formation of directions for reforming the monitoring system according to the type of natural resource), as well as substantiating the problems of creating an effective risk management and early warning system. The development of a draft concept for creating an information and analytical system for analyzing the environmental situation and early warning of possible environmental disasters involves: formalizing information and analytical activities in the field of environmental management, analyzing existing integrated information and analytical systems in the field of environmental management, assessing the requirements for hardware and software in the system for supporting management decision-making in analyzing the environmental situation and early warning of possible environmental disasters. Creation and application of an information and analytical system for supporting management decisions to ensure the functional stability of ecosystems using aerospace technologies in conditions of emergency environmental situations in real time involves dynamic forecasting of ecological processes. Since the methodology for building an automated system for supporting management decisions to ensure the functional stability of ecosystems is currently insufficiently developed, and the defined task is too far from its exhaustive solution in connection with the increasing frequency of emergency situations, it acquires particular relevance. The developed draft concept is the basis for the creation and application of an information and analytical system in the field of rational environmental

© Машков О.А., Андрійчук Ю.М., Іванов С.Г., Леліченко Д.О., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

management in modeling and forecasting the state of the environment, technologies for overcoming negative impacts on it.
Key words: ecological safety, ecological disaster, ecological situation, information and analytical system, concept, modeling and forecasting, emergencies, early warning, rational use of natural resources, state of the environment, technologies for overcoming negative impacts on the environment.

Постановка проблеми. Російська воєнна агресія проти України, окрім масштабних руйнувань об'єктів житлової та критичної інфраструктури, порушення нормальної роботи значної кількості підприємств, призвела до безпрецедентного погіршення якості життєво важливих ресурсів та екологічного дисбалансу в навколишньому природному середовищі країни. Екологічна безпека – одна зі складових національної безпеки, процес управління системою національної безпеки, за якого державними і недержавними інституціями забезпечується екологічна рівновага та гарантується захист середовища проживання населення країни і біосфери в цілому, атмосфери, гідросфери, літосфери і космосфери, видового складу тваринного і рослинного світу, природних ресурсів, збереження здоров'я і життєдіяльності людей і виключаються віддалені наслідки цього впливу для теперішнього і майбутніх поколінь. Екологічна безпека може бути розглянута в глобальних, регіональних, локальних і умовно точкових межах, у тому числі в межах держав і будь-яких їхніх підрозділів. Фактично вона характеризує геосистеми (екосистеми) різного ієрархічного рангу – від біогеоценозів (агро-, урбоценозів) до біосфери загалом [1-3].

Носіями загроз для екологічної безпеки України можуть стати: атмосферне повітря; зміна клімату; водні ресурси; загрози збереженню біологічного та ландшафтного розмаїття, природно-заповідного фонду та формування еконаціональної екологічної мережі; земельні ресурси та ґрунти; надра; відходи; вплив на довкілля енергетики, промисловості, сільського господарства, транспорту тощо [4, 5].

Такі чинники зумовлюють необхідність теоретичного дослідження механізмів створення та застосування автоматизованої системи підтримки прийняття управлінських рішень під час екологічного прогнозування та шляхів їх вдосконалення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед західних дослідників розробкою тематики автоматизованої системи підтримки прийняття управлінських рішень під час екологічного прогнозування як визначального напрямку сучасної державної політики у сфері екологічної безпеки займалися Argent R.M., Jagers B., Marakas G.M, Moore A.V., Rizolli A.E. [9, 10].

Також ця проблематика вивчалася цілою низкою вітчизняних дослідників.

Варто визнати, що проблемними питаннями екологічної безпеки займалися вітчизняні та зарубіжні науковці в рамках різних наук: технічних, біологічних, геологічних, хімічних, але системних досліджень даної проблематики саме в автоматизації підтримки прийняття управлінських рішень під час екологічного прогнозування можна визнати недостатнім [3-7].

Завданням побудови систем підтримки прийняття рішень, що базуються на математичних моделях, приділялася значна увага в роботах Дейнеки В.С., Додонова О.Г., Згуровського М.З., Казимира В.В., Куссуль Н.М., Литвинова В.В., Мокіна В.Б., Петренко А.І., Петрухіна В.О., Сергієнка І.В., Трофімчука О.М., Тульчинского В.Г., Вереса О.М. та ін.). Вирішенню питань формалізації завдань у сфері екологічного моніторингу за допомогою космічних систем дистанційного зондування Землі присвячені роботи Бондаря О.І., Машкова О.А., Патлашенко Ж.І., Пашкова Д.П., Тимошенка М.М., Треснюка В.М., Фролова В.Ф., Шевченка Р.Ю. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища розглядалися у працях таких вчених, як Волошин В.І., Востоков А.Б., Кохан С.С., Лялько В.І., Мичак А.Г., Попов М.О., Федоровський О.Д., Філіпович В.Є., В.Л. Приходько В.Л. Питання ризиків життєдіяльності у природно-техногенному середовищі розглядали Биченок М.М., Іванюта С.П., Качинський А.В., Кліменко В.І., Яковлев Є.О. та ін. [3-8].

Невирішена раніше частина загальної проблеми. Проведений аналіз основних наукових підходів в дослідженні державно-управлінських механізмів управління екологічними ризиками, аналіз існуючих систем для розуміння, оцінки та передачі інформації про ризики екологічних катастроф та оцінка вимог щодо алгоритмічного та програмного забезпечення в системі підтримки прийняття управлінських рішень у регіональній системі екологічного моніторингу визначив необхідність в створенні принципово нових підходів до побудови автоматизованих систем підтримки прийняття управлінських рішень при екологічному прогнозуванні з використанням інформаційних технологій та математичних моделей, які дозволили би істотно не тільки підвищити швидкодію прийняття рішень, а й приймати найбільш ефективні управлінські рішення з метою забезпечення екологічної безпеки екосистем. Для прийняття рішень за допомогою автоматизованих системах підтримки прийняття управлінських рішень в умовах надзвичайних екологічних ситуацій особі, яка приймає рішення (ОПР) необхідно аналізувати значні обсяги іноді неповної, неточної інформації, що швидко змінюється в часі, при обмеженнях часу на оцінку обстановки і прийняття управлінських екологічних рішень.

Необхідність прийняття ефективних (найкращих, оптимальних) управлінських екологічних рішень за мінімальний час внаслідок непрогнозованої та

високої динаміки надзвичайних екологічних ситуацій, а також великого обсягу різнорідної вхідної інформації стосовно навколишнього середовища та стану техногенно небезпечних об'єктів, частина якої є невизначеною, висуває завдання, вирішення яких перевищує фізіологічні можливості ОПР. Застосування існуючих методик оцінки екологічного ризику та загроз, заснованих на статистичних методах, пов'язане з обробкою інформації отриманої на час виникнення надзвичайної екологічної ситуації та не враховую подальшу динаміку її розвитку у часі та просторі.

Мета дослідження: наукове обґрунтовування концепції створення інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи на основі аналізу ситуації з питань раннього оповіщення про можливі екологічні катастрофи

Результати дослідження.

1. Науково-практичні проблеми оцінки ситуації з питань раннього оповіщення про можливі екологічні катастрофи.

Створення інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи передусім обумовлено:

– відсутністю загальнодержавної природоохоронної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури органів державної влади та органів місцевого самоврядування для виконання їх повноважень та акумуляції інформації у сфері охорони навколишнього природного середовища, в тому числі раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів;

– недостатньо чітким розподілом повноважень, низьким рівнем координації дій та інституційної спроможності органів державної влади та органів місцевого самоврядування у збиранні, накопичені та обміні екологічною інформацією, внаслідок чого існують автономні та неуніфіковані за структурою реєстри/бази даних, наявне дублювання функцій, нераціональне використання коштів державного бюджету на збирання та накопичення однотипної інформації про стан навколишнього природного середовища;

– наявністю значної кількості несистематизованої та непереведеної у цифровий формат екологічної інформації про стан навколишнього природного середовища на паперових носіях;

– необхідністю приведення нормативно-правових актів з питань надання, збирання, звітності, експертного аналізу, накопичення, обміну та розпоряджання інформацією про стан навколишнього природного середовища у відповідність з європейськими вимогами;

– відсутністю комплексного підходу та механізму автоматизованої інтегральної оцінки даних про суб'єкт господарювання, який використовує природні ресурси та спричиняє вплив на навколишнє природне середовище;

– необхідністю впровадження ефективного превентивного механізму запобігання та протидії корупції, посилення громадського контролю за діяльністю органів державної влади та органів місцевого самоврядування у сфері охорони навколишнього природного середовища, в тому числі раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів.

Напрями реформування системи моніторингу відповідно до типу природного ресурсу передбачають здійснення екологічного моніторингу: атмосферного повітря, водних ресурсів, підземних вод, надр, техногенне небезпечних об'єктів (об'єктів критичної інфраструктури).

Одне з важливих завдань створення загальнодержавної інтегрованої інформаційно-аналітичної системи – це збір, накопичення та систематизація інформації щодо заходів державного екологічного контролю. Наявність такої системи дозволить забезпечити прозорості діяльності органів державного екологічного контролю, поліпшити координацію роботи органів державного екологічного контролю, забезпечити інформування громадськості про заходи державного екологічного контролю, що, в свою чергу, підвищить можливості участі громадськості у контролі за станом навколишнього природного середовища. Під час роботи єдиної загальнодержавної системи моніторингу навколишнього природного середовища Україна зможе не лише здійснювати ефективний контроль за станом навколишнього природного середовища, але й обмінюватися даними з іншими країнами з метою зменшення ризиків виникнення транскордонних надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

З метою досягнення ефективного результату, окрім вдосконалення державної системи моніторингу для підвищення рівня розуміння ризиків надзвичайних ситуацій та прогнозування реагування на них, рекомендується:

1. Забезпечити функціонування єдиної державної системи моніторингу навколишнього природного середовища на базі Міністерства економіки, довкілля та сільського господарства України.

Для цього потрібно:

–затвердити на законодавчому рівні єдину методологію збору, обробки та експорту даних постів спостереження до національної системи моніторингу навколишнього природного середовища;

– автоматизувати збір, обробку, аналіз та зберігання екологічної інформації про стан навколишнього природного середовища;

– включити до загальнодержавної системи моніторингу навколишнього природного середовища дані результатів виробничого контролю складу та властивостей стічних вод для моніторингу їх впливу на стан поверхневих вод;

–додати до переліку даних, що збираються до державної системи моніторингу, дані щодо рівня підняття ґрунтових та шахтних вод і наявності у цих водах небезпечних речовин (сполук).

Бажано також реалізувати в повному обсязі регіональні цільові програми моніторингу довкілля з та створення умов для об'єднання регіональних систем моніторингу з загальнодержавною системою.

У разі впровадження інтегрованої автоматизованої системи «Екологічний контроль»-забезпечення обміну даними між єдиною державною системою моніторингу довкілля та системою «Екологічний контроль».

Також необхідно значно підвищити роль громадськості у контролі за станом довкілля за рахунок забезпечення доступу до даних регіональних та загальнодержавної системи моніторингу довкілля, що викладені на загальнодержавному ресурсі в мережі інтернет у доступному вигляді.

Отже, доцільним є вжиття таких заходів:

– створення ефективної системи збору, обробки та оприлюднення інформації;

– впровадження єдиної методологічної та організаційної основи управління ризиками;

– створення ефективних механізмів координації між приватним та публічним секторами.

Будь-яка програма, стратегія та концепція, що розробляються на державному чи регіональному рівні перш за все мають враховувати не лише факт наявності екологічне небезпечних об'єктів в регіонах, а й їх існуючий та прогнозований стан. Розуміння реального стану цих об'єктів є необхідністю. При цьому слід враховувати їх місцезнаходження, та ризики транскордонних надзвичайних ситуацій.

На сьогодні, в контексті питання щодо підсилення готовності до надзвичайних ситуацій на національному рівні, доцільно передбачити й такі заходи:

1. Вдосконалення системи моніторингу екологічних та техногенних ризиків. Для створення системи, яка б відповідала міжнародним та європейським стандартам у сфері моніторингу НПС, потрібно збільшення кількості та покращення якості технічного обладнання, за допомогою якого відбувається збір даних щодо стану об'єктів моніторингу.

2. Підвищення рівня відповідальності бізнесу, розуміння необхідності запровадження на підприємствах використання найкращих доступних технологій, запровадження управління екологічними ризиками на основі їх моделювання, із залученням новітніх інформаційних технологій, дотримання вимог результатів оцінки впливу на НПС.

3. Реформування (або ж створення нових) систем масового оповіщення населення про ризики.

Для регіонів, постраждалих внаслідок воєнних дій і на території яких розташована значна кількість об'єктів, що негативно вливають на навколишнє природне середовище, рекомендовано розробити окремий комплекс заходів, спрямованих на мінімізацію негативних наслідків воєнних дій, неконтрольованого затоплення шахт та просідання ґрунтів

2. Наукові проблеми розробки проекту концепції створення інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи.

Концепція створення інформаційно-аналітичної системи для аналізу екологічної ситуації передбачає розробку системи, яка збиратиме, оброблятиме та аналізуватиме дані про довкілля для підтримки прийняття рішень у сфері екологічної безпеки. Вона повинна включати: модулі для збору даних, база даних, аналітичний модуль, модуль візуалізації та інтерфейс користувача. Концепція передбачає геопросторовий підхід, використання геоінформаційних систем (ГІС), інтеграцію даних з різних джерел та впровадження методів штучного інтелекту для прогнозування та виявлення тенденцій.

Важливим є створення інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи, яка забезпечить централізовану координацію між державними установами, місцевими органами виконавчої влади та громадськістю. Особливий акцент має бути зроблений на попередженні катастроф, а не лише на реагуванні на їх наслідки. Це вимагає інтеграції сучасних технологій, а саме прогностичних моделей, та посилення міжнародного співробітництва, включаючи впровадження найкращих світових практик.

Функціональна стійкість до екологічних ризиків та забезпечення екологічної безпеки має стати невід'ємною частиною національної і регіональних політик. Для цього необхідно розвивати системи раннього попередження, що базуються на даних екологічного моніторингу, і забезпечити регулярне оновлення інформації про екологічні ризики. Підвищення обізнаності суспільства та участь громадян у питаннях зниження ризиків катастроф також мають стати пріоритетом, оскільки рівень підготовки населення безпосередньо впливає на стійкість громад до екологічних викликів, що зростають у сучасних умовах.

Автори вважають доцільним запровадити централізовану міжвідомчу платформу для координації дій, збору, аналізу та обміну даними про надзвичайні ситуації (нештатні, аварійні, катастрофічну) екологічні ризики. Така система має відповідати міжнародним практикам та вимогам, зокрема вимогам Сендайської програми, та використовувати сучасні інформаційні технології. Модернізувати наявні системи раннього попередження з урахуванням інформації від систем екологічного спостереження та прогнозів. Забезпечити їхню доступність для всіх регіонів України, особливо для територій із високим рівнем ризику природних та техногенних катастроф, а саме посухи, паводки та лісові пожежі. Бажано розробити та впровадити єдину методологію для оцінки ризиків катастроф, спричинених змі-

ною клімату. Це дозволить забезпечити проведення таких оцінок у всіх регіонах України, а також у ключових секторах: економіки, сільського господарства, водних ресурсів та лісового господарства тощо. При цьому необхідне організувати національні освітні кампанії, спрямовані на інформування населення про ризики катастроф та необхідність адаптаційних заходів, що забезпечить доступність інформації про ризики катастроф завдяки сучасним медіа та інтерактивним платформам. Також потрібно активніше залучати міжнародну допомогу, досвід та ресурси для впровадження адаптаційних заходів до зміни клімату. Потрібно використовувати найкращі практики інших країн для вдосконалення системи управління ризиками екологічних катастроф в Україні. Також потрібно передбачити у державному бюджеті статті видатків на заходи із запобігання виникненню надзвичайних ситуацій природного характеру та забезпечити належне матеріально- технічне оснащення установ, що відповідають за управління ризиками, особливо у регіонах із підвищеним рівнем небезпеки.

На території України функціонує значна кількість споруд, класифікованих як потенційно небезпечні об'єкти, аварії на яких можуть призвести до виникнення техногенних надзвичайних ситуацій. В умовах збройної агресії РФ забезпечення безпеки життя та здоров'я населення, а також екологічної безпеки територій, де розташовані потенційно небезпечні об'єкти, набуває особливої актуальності. При оцінюванні ризиків необхідно враховувати не лише безпосередні наслідки аварій на об'єктах, але й потенційний вплив на населення, інфраструктуру прилеглих територій та інші промислові об'єкти.

За таких обставин існує нагальна потреба у створенні комплексних систем моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів на всіх рівнях: об'єктовому, місцевому, регіональному та державному. Хоча наразі функціонує значна кількість систем моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів об'єктового та місцевого рівнів, підвищення надійності експлуатації та рівня безпеки потенційно небезпечних об'єктів можливо забезпечити шляхом удосконалення процесів збору, обробки та передачі даних в інформаційній системі моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів на основі розроблення спеціалізованого прикладного програмного забезпечення з використанням технології інтернету речей та розроблення програмного забезпечення та методів обробки інформації.

Сучасна система моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів – це новітній програмно-технічний комплекс, що базується на принципах інженерії програмного забезпечення та використовує сучасні методи розробки програмного забезпечення. Впровадження такої системи дозволяє підвищити ефективність експлуатації промислових об'єктів та поліпшити організацію захисту населення та робочого персоналу у спосіб раннього виявлення можливості виникнення надзвичайної ситуації. На сьогодні на регіональному та державному рівнях такі системи не створені. Аналіз наявних систем моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів демонструє, що такі програмні комплекси здійснюють збір та обробку даних щодо ключових параметрів об'єкта та виконують їх параметричний контроль.

Програмне забезпечення визначає, чи перевищують значення одного або декількох контрольованих параметрів об'єкта попередньо встановлені критичні рівні, або наближаються до них. При виявленні перевищення критичних значень параметрів, система автоматично генерує сповіщення для чергового персоналу про можливість виникнення надзвичайної ситуації та надає покрокові інструкції щодо необхідних дій для запобігання розвитку аварії та недопущення переходу об'єкта у стан надзвичайної ситуації. Такий підхід суттєво обмежує часові рамки для впровадження протиаварійних заходів. До того ж сучасні промислові об'єкти характеризуються складною просторово розподіленою структурою, що охоплює значні території. Це створює підвищену вразливість компонентів програмно-апаратного комплексу моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів до електромагнітних завад.

Створення інформаційно-аналітичних систем, що реально відповідають цілям і завданням організації, визначається як достатньо складний процес, що включає етапи формування концепції, проектування, розробки, впровадження і супроводу.

Технологія і методика створення інформаційно-аналітичної системи охоплює наступні види діяльності:

– збір, аналіз та деталізація вимог до інформаційно-аналітичної системи, визначення пріоритетів реалізації цих вимог і постановка завдань по їх реалізації, визначення вимого по архітектурі, функціональної стійкості і захисту від несанкціонованого доступу і визначення складу даних;

– розроблення проектних рішень по всіх аспектах побудови інформаційно-аналітичної системи, визначення складу джерел інформації, способів передачі даних, складу додатків організації доступу до даних, проектування архітектури, проектування баз даних;

– розроблення аналітичних додатків, вибір і настройка інструментальних засобів збору, перетворення і очищення даних і організації доступу користувачів до даних, розробка метаданих, тестування, розробка документації для користувачів.

Проблеми, що виникають під час створення інтегрованої інформаційно-аналітичної системи, підлягають вирішенню на найвищому державному рівні.

Підготовка концепції Інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні ризики та катастрофи передбачає визначення інфраструктури,

стандартів, нормативно-методичного забезпечення цієї системи.

Загальною задачею є забезпечення умов як для прийняття зважених, узгоджених та ефективних рішень на всіх рівнях органів державної влади, так і для реалізації широких зв'язків владних структур з громадськістю.

До напрямків функціональної інтеграції в інтегровано-аналітичній системі належать, насамперед, електронізація документообігу, а також процеси збору. Первинної обробки інформації, введення та поповнення її джерел.

Основним джерелом інформації для органів державної влади є звітність суб'єктів захисту довкілля та природних ресурсів та інша інформація, яку подають підприємства, тому вона повинна переводитися в електронну форму.

Основними територіальними й галузевими структурними одиницями інтегрованої інформаційно-аналітичної системи виступають інформаційно-аналітичні системи відповідних органів влади, які організаційно створюються ними, а також Центр управління Інтегрованою інформаційно-аналітичною системою аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення.

Основними інтеграційними складовими інтегрованої інформаційно-аналітичної системи є телекомунікаційне середовище, інтегрована система управління інформаційними ресурсами, інтегрована система електронного документообігу, система управління аналітичною обробкою інформації, система зовнішніх зв'язків, система захисту інформації, нормативно-правове забезпечення.

Зокрема, функціональними складовими інтегрованої інформаційно-аналітичної системи є інформаційно-аналітичні центри (ІАЦ) інформаційно-аналітичної системи (ІАС), які репрезентують в інтегрованій інформаційно-аналітичній системі відповідний орган влади. ІАЦ повинні збирати оперативну інформацію, вести нормативну документацію й класифікатори, проводити оперативний та ретроспективний аналіз інформації, прогнозування розвитку екологічних ситуацій та процесів, захист даних та технологічну підтримку діяльності центру.

Основними вимогами до єдиного телекомунікаційного середовища інтегрованої інформаційно-аналітичної системи, є забезпечення достатніх пропускних можливостей мережі та її дієздатності в умовах впливу різноманітних дестабілізуючих факторів. У зв'язку з високим державним статусом операцій по обміну інформацією в інтегрованій інформаційно-аналітичній системі набирає особливу вагу інформаційна безпека та захист інформації.

Стратегічною метою управління інформацією в інформаційно-аналітичній системі аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи є вихід через прогноз-аналітичну функцію на управління іншими ресурсами, зокрема трудовими, фінансовими і матеріальними. Саме тому роль держави в управлінні інформаційними ресурсами, як замовника і координатора, є вирішальною.

В цілому процес накопичення та використання інформаційного ресурсу відноситься у більшій мірі до процедури управління знаннями. При цьому управління знаннями розглядається як процес, який базується на інформаційно-аналітичному забезпеченні інтелектуального управління екологічною безпекою держави та регіонів. Управління знаннями – це й освіта, як окремих осіб, так і організація навчання колективу, що забезпечує перехід до інтелектуального управління.

Плідна інформаційно-аналітична діяльність неможлива без нормативних документів, що регламентують технологію створення державними органами інформаційних ресурсів.

У результаті здійснення робіт по створенню інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи, яка є складовою частиною Національної програми інформатизації України, передбачається досягти вирішення проблем:

– створення уніфікованої технології отримання інформаційно-аналітичної обробки і накопичення даних та розробки єдиної системи нормативних документів, що регламентує її функціонування;

– створення оперативного і повноцінного доступу користувачів до інформації національного та галузевого фондів стандартів та нормативних документів;

– актуалізація, оптимізація, формування, зберігання, захист та використання інформаційних ресурсів;

– входження до міжнародного інформаційного простору на основі єдиних наукових, організаційних, методологічних, технічних та технологічних засад.

Концептуальна модель інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи включає такі етапи: проектування дослідження, інформаційно-аналітичне моделювання та створення прогнозних оцінок і сценаріїв, генерування підсумкових документів і пропозицій.

Інформаційна складова включає збір і опрацювання отриманої інформації за допомогою сучасних інформаційних технологій (аерокосмічні технології, моніторингові комплекси), перевірку достовірності отриманих даних, узагальнення експертних оцінок, ведення баз даних, формування багатофункціональних інформаційних середовищ, створення авторських програм і систем, формування розгалуженого середовища інформаційних ресурсних центрів.

Аналітична складова передбачає генерування масиву актуальної інформації для подальшого аналізу, вимір подій, рівня потужностей та впливів

надзвичайних екологічних ситуацій, виявлення найбільш гострих, актуальних екологічних проблем, конфліктів, ризиків у заданому регіоні; генерацію матеріалів для екологічного прогнозування (визначення найбільш імовірних шляхів розвитку ситуації в регіоні), а також оцінку рівнів прояву небажаних подій в екологічній сфері, в галузи екологічної безпеки.

Аналітична стадія роботи закінчується обчисленнями, що дозволяють одержати ймовірні оцінки, ступені ризику розвитку ситуації та прийняття відповідних рішень за напрямами діяльності відповідних державних установ.

Кожний з інформаційних процесів в інформаційно-аналітичній системі аналізу екологічних ситуацій (рис. 1), використовує певні дані, а також низку моделей, методів. Структурна схема системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень наведена на рис. 2.

Ключові концептуальні аспекти створення та застосування інформаційно-аналітичної системи аналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні катастрофи передбачає:

1. Геоінформаційний підхід (ГІС): Використання ГІС дозволяє пов'язувати екологічні дані з географічними координатами, створювати тематичні карти та проводити просторовий аналіз.

2. Інтеграція даних: Розробка механізмів для інтеграції даних з різнорідних джерел (наприклад, супутникові дані, дані наземного моніторингу, показники якості повітря, води тощо)

3. Прогнозний аналіз: застосування методів прогнозування, таких як моделювання та машинне навчання, для прогнозування майбутніх екологічних умов, ризиків та наслідків певних подій.

4. Система підтримки прийняття рішень: розроблення функціоналу, який допомагає фахівцям та урядовцям приймати обґрунтовані екологічні рішення, керуючись аналізом даних та прогнозів.

5. Відкритість та доступність: концепція може передбачати створення відкритих платформ для доступу до екологічної інформації для громадськості, науковців та бізнесу, якщо це не суперечить законодавству.

Висновки. Проведений аналіз основних наукових підходів у дослідженні державно-управлінських механізмів управління екологічними ризиками, окреслення існуючих систем для розуміння, оцінки й передачі інформації щодо ризиків екологічних катастроф та оцінка вимог до алгоритмічного та програмного забезпечення в системі підтримки прийняття управлінських рішень у регіональній системі екологічного моніторингу означив необхідність у створенні принципово нових підходів до побудови автоматизованих систем підтримки прийняття управлінських рішень під час екологічного прогнозування з використанням інформаційних технологій та математичних моделей, що дозволить істотно



Рис. 1. Взаємозв'язок інформаційних процесів в інформаційно-аналітичній системі аналізу екологічних ситуацій

 ISSN: 2306-9716 (Print), ISSN: 2664-6110 (Online)

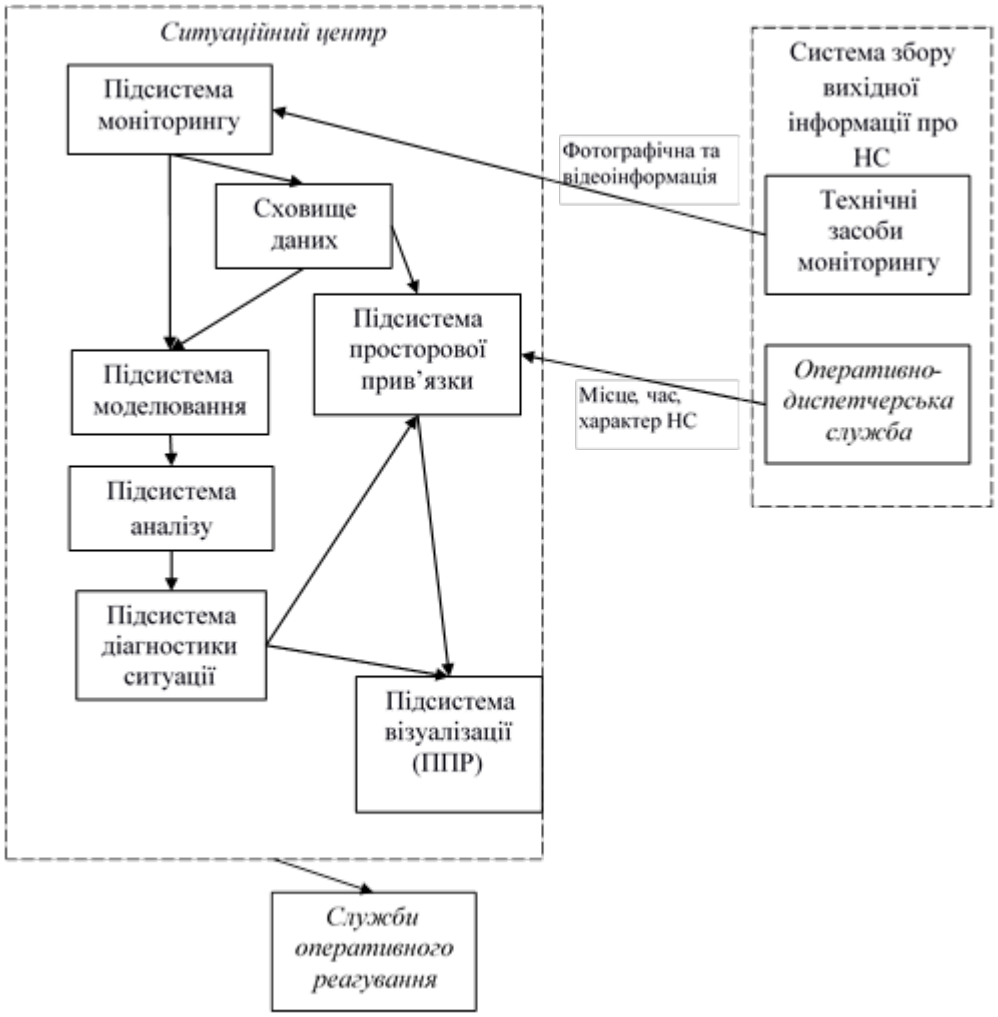


Рис. 2. Структурна схема системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень

прискорити прийняття ефективних управлінських рішень з метою забезпечення екологічної безпеки екосистем.

Наукове завдання праці – визначення ефективності існуючих систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень для забезпечення екологічної безпеки навколишнього середовища та техногенних об'єктів, ааналізу екологічної ситуації та раннього сповіщення про можливі екологічні ризики та катастрофи.

Екосистеми (природні та техногенні системи) в автоматизованих системах підтримки прийняття управлінських рішень під час екологічного прогнозування розглядаються як відкриті складні динамічні системи, що містять сукупність природних та штучних об'єктів, серед яких виділяються екологічні об'єкти, що представляють екологічну небезпеку. Екологічні системи схильні до стабільних або подразнюючих впливів зовнішнього середовища. Проявом останніх є надзвичайні екологічні ситуації, що спонукають прийняття рішень, у основі яких- прогнозування екологічних ситуацій з подальшою оцінкою ризиків та формування відповідних управлінських рішень, спрямованих на збереження функціональної стійкості та забезпечення екологічної безпеки об'єктів спостереження. В умовах надзвичайних екологічних ситуацій ОПР необхідно аналізувати значні обсяги інформації (іноді неповної), що швидко змінюється в часі. Це істотно впливає на здійснення оцінки обстановки та своєчасного прийняття управлінських екологічних рішень, спонукає розглядати екологічну систему в умовах надзвичайної екологічної ситуації яв слабкоструктуровану складну динамічну систему, а необхідність підтримки прийняття управлінських рішень – як непросту формалізовану проблему.

Необхідність прийняття ефективних (дієвих, оптимальних) управлінських екологічних рішень за мінімальний проміжок часу внаслідок непрогнозованої та високої динаміки надзвичайних екологічних ситуацій, а також значного обсягу різнорідної вхідної інформації стосовно навколишнього середовища та стану техногенно небезпечних об'єктів, частина якої є невизначеною, висуває завдання, вирішення

яких перевищує фізіологічні можливості особи, яка приймає рішення. Застосування існуючих методик оцінки екологічного ризику та загроз, заснованих на статистичних методах, пов'язане з обробкою інформації отриманої на час виникнення надзвичайної екологічної ситуації та не враховую подальшу динаміку її розвитку у часі та просторі.

Сучасні статистичні методи оцінки ризику пов'язані з обробкою даних, що описують значні площі, не забезпечують прийняття ефективних управлінських екологічних рішень у умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій в просторі та часі. Підвищити оперативність, обґрунтованість та ефективність управлінських рішень в умовах надзвичайних екологічних ситуацій в реальному часі можна завдяки застосування автоматизованої системи підтримки прийняття управлінських рішень, що передбачає використання динамічної моделі екологічного ризику, просторово-розподіленої динамічної моделі територіальної системи та моделі надзвичайної екологічної ситуації, що розвивається в її межах, а також забезпечує прогнозування розвитку надзвичайної екологічної ситуації в просторі та часі.

Створення та застосування автоматизованої системи підтримки прийняття управлінських рішень для забезпечення функціональної стійкості екосистем з використанням аерокосмічних технологій в умовах надзвичайних екологічних ситуацій в реальному часі передбачає динамічне прогнозування екологічних процесів. Оскільки методологія побудови автоматизованої системи підтримки прийняття управлінських рішень для забезпечення функціональної стійкості екосистем на сьогоднішній день розроблена недостатньо, а визначене завдання занадто далека від свого вичерпного рішення в зв'язку з випадками надзвичайних ситуацій, що почастішали, вона набуває особливої актуальності.

Розроблений проект концепції-це підґрунтя для створення та застосування інформаційно-аналітичної системи в галузі раціонального природокористування під час моделювання та прогнозування стану навколишнього природного середовища, технології подолання негативних впливів на нього.

Література

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту» від 27 вересня 2017 року № 733
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 13 червня 2024 року № 684 «Порядок функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем».
3. Бондар О.І., Машков О.А., Міхеєв В.С. Системний підхід щодо створення системи підтримки екологічних рішень для забезпечення екологічної безпеки держави. Екологічні науки: науково-практичний журнал, 2020. -№ 3(30), 2020, с. 30-38.
4. Гудима О. П. Методологічні основи побудови підсистеми антикризового реагування в системі державного управління. Наукові перспективи. 2022. № 2(20). С. 54–67.
5. Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Прогнозування надзвичайних ситуацій щодо зменшення екологічних загроз та оцінювання ризиків з використанням аерокосмічних технологій. Екологічні науки: науково-практичний журнал, 2019.№ 4(27), 2019, С. 201-206.
6. Машков О.А., Іващенко Т.Г. Проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою систем підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень. Науковий часопис Академії національної безпеки, № 3-4 (27-28) 2020, С. 7-34.
7. Петрук В.Г., Машков О.А., Абідов С.Т., Гура К.Ю. Методологія інтегрованого управління екологічною безпекою природоохоронних систем. Екологічні науки: науково-практичний журнал, 2021. № 2(35), С. 153-161.
8. Пріоритети забезпечення екологічної безпеки України в умовах російської воєнної агресії : аналіт. доп. / [С. Іванюта, Л. Якушенко]. – Київ : НІСД, 2024. 61 с. URL:https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.11
9. ISO 14090:2019 Adaptation to climate change – Principles, requirements and guidelines URL: https://www.iso.org/standard/68507.html
10. The Global Environment Facility (GEF). Офіційний веб-сайт. Доступний з URL:https://www.thegef.org/who-we-are.

Дата першого надходження статті до видання: 26.08.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.11.2026