

**МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ
РЕСУРСІВ УКРАЇНИ**
**ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
ТА УПРАВЛІННЯ**

УДК 574.08:681.78:629.52.7

ІВАЩЕНКО ТАРАС ГРИГОРОВИЧ

**РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ
БЕЗПЕКОЮ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ
ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі екологічного аудиту та експертизи Навчально-наукового інституту екологічної безпеки та управління Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

Науковий

консультант: доктор біологічних наук, професор

Бондар Олександр Іванович,

Державна заклад «Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління» Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, ректор

Офіційні

опоненти: доктор технічних наук, доцент

Фролов Валерій Федорович,

Національний авіаційний університет Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри екології

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Ольховик Юрій Олександрович,

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища» Національної академії наук України,
завідувач відділу «Науковий центр навколишнього середовища»

доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Триснюк Василь Миколайович,

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України,
завідувач відділу досліджень навколишнього середовища

Захист відбудеться 29 вересня 2021р. о 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.880.01 у Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління за адресою: 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління за адресою: 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2 та на сайті www.dea.edu.ua

Автореферат розіслано 28 серпня 2021 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 26.880.01
д.техн.н., доцент

О.В. Луньова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи.

Відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», планова діяльність – планова господарська діяльність, що включає будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, розширення, перепрофілювання, ліквідацію (демонтаж) об'єктів, інше втручання в природне середовище; планова діяльність не включає реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, розширення, перепрофілювання об'єктів, інші втручання в природне середовище, які не спричиняють значного впливу на довкілля відповідно до критеріїв, затверджених Кабінетом Міністрів України.

Значний внесок у розвиток теорії і практичних питань створення систем управління екологічною безпекою навколишнього природного середовища додали такі вчені, як: Аверин Г.В., Белявський Г.О., Бондар О.І., Бугор А.Н., Бусигин Б.С., Ващенко В.М., Ємець М.А., Єрмаков В.М., Лялько В.І., Машков О.А., Мокин В.Б., Петрук В.Г., Попов М.О., Рудько Г.І., Соколов Ю.М., Тарарико О.Г., Улицький О.А., Федоровський О.Д., Фролов В.Ф., Чумаченко С.М., Шапар А.Г., Шмандій В.М., Шматков Г.Г. та інші. Однак залишаються ще недостатньо висвітлені питання щодо удосконалення певних підходів та методів, які б об'єднали теорію і практику побудови інтегрованої автоматизованої системи та виконання завдань стратегічного екологічного оцінювання, оцінювання впливу на навколишнє середовище, оцінювання екологічних загроз і ризиків. Натепер гостро постали питання поєднання інформаційно-логічних структур регіональних систем екологічного моніторингу, розроблення способів та алгоритмів опрацювання моніторингової інформації та структури баз даних, визначення критеріїв комплексної оцінки стану навколишнього природного середовища.

Метою створення перспективних інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою є підтримка прийняття екологічних рішень у сфері охорони навколишнього природного середовища, зокрема раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів відповідно до європейських стандартів і вимог стосовно забезпечення дотримання екологічних прав громадян й забезпечення надання вільного доступу до екологічної інформації, зокрема про стан навколишнього природного середовища, екологічні ризики (загрози) для безпечної життєдіяльності, екологічну перспективу.

У визначенні ризику в безпеці виділяють соціальні, професійні, екологічні, техногенні, медико-біологічні, військові й інші ризики. В екології вирішальне значення мають проблеми безпеки людини і навколишнього середовища, що пов'язане з можливістю виникнення екологічного ризику. Проблемами оцінки екологічного ризику займаються як вітчизняні, так і зарубіжні фахівці, серед яких особливий внесок у вивчення даного питання доклали: Іванюта С.П., Таранюк К.В., Качинський А.Б., Вітлінський В.В., Веклич О.О., Голованенко М.В., Ілляшенко С.М., Козьменко О.В., Качинський А.Б., Машков О.А., Харічков С.К., Хлобистов Є.В., Бурков В.М., Ваганов П.А., Рихтер К., Русак О.Н., Садченко О.В. та інші.

З огляду обмеженості психофізіологічних та евристичних можливостей особи, яка приймає рішення (ОПР), для подолання проблеми помилки та дефіциту часу в

умовах надзвичайних ситуацій необхідно використовувати системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Оскільки своєчасне і обґрунтоване прийняття управлінських рішень при планованій діяльності дозволяє зменшити збитки від надзвичайних екологічних ситуацій, на теперішній час найгострішою і найважливішою є науково-практична проблема підтримки прийняття рішень при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності.

Моделям побудови систем підтримки прийняття рішень, які базуються на математичних методах приділялася велика увага в роботах вітчизняних та закордонних дослідників (Дейнека В.С., Додонов О.Г., Згуровський М.З., Казимир В.В., Куссуль Н.М., Лаврищева К.М., Литвинов В.В., Мокін В.Б., Петренко А.І., Петрухін В.О., Сергієнко І.В., Трофимчук О.М., Тульчинський В.Г., Верес О.М., Гофман Д.С., Argent R.M., Jagers B., Marakas G.M, Moore A.V., Rizolli A.E. та ін.).

Створення інтегрованої автоматизованої системи для підтримки прийняття інформаційних управлінських рішень в реальному часі, що заснована на динамічній оцінці ризику, є актуальною науково-прикладною проблемою, вирішенню якої присвячене дане дослідження. Оскільки методологія ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків наразі розроблена недостатньо, а означена проблема занадто далека від свого вичерпного вирішення, в зв'язку з випадками надзвичайних ситуацій, що почастишали, вона набуває особливої актуальності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертація виконана відповідно до пріоритетних цілей, сформульованих в «Стратегії державної екологічної політики України на період до 2030 року», «Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2016-2020 роки», які відповідають зобов'язанням України в рамках виконання «Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом» та полягають в забезпеченні сталого розвитку природно-ресурсного потенціалу України, зниженні екологічних ризиків для екосистеми, удосконаленні та розвитку державної системи природоохоронного управління. Тема дисертаційного дослідження є складовою частиною науково-дослідних робіт, що проводяться в Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України відповідно до пріоритетних напрямів наукових досліджень, програм і тем, зокрема законів України «Про наукову і науково-технічну діяльність», «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки».

Дисертація узагальнює результати досліджень, виконаних особисто автором і під його безпосереднім науковим керівництвом стосовно розроблення теоретичних основ, моделей, методів, засобів інформаційної технології систем підтримки прийняття рішень в рамках держбюджетних НДР: «Дослідження антропогенних джерел електромагнітного випромінювання та їх впливу на екосистеми» (0118U006675); «Розробка методики застосування ортотрансформованих космічних знімків для оцінки стану навколишнього середовища» (0118U005460); «Розробка нормативно-методичного документа - рубрикатора завдань у сфері екологічного моніторингу за допомогою космічних систем ДЗЗ та ГІС» (0118U005461); «Розробка проекту автоматизованої системи моніторингу довкілля Київської області» (0117U007076); «Проведення оцінки та вивчення еколого-техногенного стану

Донецької та Луганської областей з метою розробки рекомендацій щодо природно-ресурсного відновлення на екологічних засадах» (0117U006967), у яких автор був виконавцем.

Мета і завдання дослідження.

Метою роботи є створення методологічних основ управління екологічною безпекою планової діяльності, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі задачі дослідження:

1. Дослідити сучасний стан та визначити проблеми створення, впровадження та застосування інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків.

2. Виявити проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру.

3. Розробити концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою.

4. Розробити наукові основи ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

5. Розробити методологію формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих системах.

6. Оцінити ефективність реалізації системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі під час управління екологічною безпекою.

Об'єктом дослідження є процес підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності в умовах екологічних ризиків та загроз.

Предметом дослідження є моделі та методи підтримки прийняття управлінських рішень при управлінні екологічною безпекою.

Методи дослідження.

Для вирішення поставлених завдань у дисертації були застосовані: методи системного аналізу та синтезу управлінських рішень, методи математичного моделювання і функціонального аналізу для системного аналізу інформаційних технологій оцінки стану навколишнього середовища; методи теорії нечітких множин та нечіткої логіки для оцінювання небезпеки об'єктів; методи експертних систем, на основі яких розроблена методика оцінювання небезпеки складного об'єкта. Також використовувались теорія матриць, інтегрального числення та методи імітаційного моделювання з використанням комп'ютерної програми Matlab для оцінки ефективності створення та застосування систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Отримані результати досліджень були опрацьовані методами статистичної та математичної оброблення даних з використанням табличного процесора Excel 2010 програмного пакета MS Office.

Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертаційній роботі поставлена і вирішена науково-практична проблема

розроблення теоретичних основ та технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час планованої діяльності з використанням динамічної просторово-розподіленої моделі екологічних загроз та ризиків, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень.

Вперше:

– запропонована методологічні основи створення інтегрованих автоматизованих систем (інтегрованих інформаційно-керуючих комплексів), які дозволяють комплексувати інформаційні (апаратні та програмні) ресурси в системі управління екологічною безпекою, при проведенні стратегічного екологічного оцінювання; проведенні оцінки впливу на навколишнє середовище; оцінюванні екологічних загроз та ризиків;

– розроблено та науково обґрунтовано концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою, яка ґрунтується на новій компіляції процедур: формування структури проблемної сфери планової діяльності; формування концепції природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності; формування концепції екологічного ризику; побудована просторова модель об'єкта планової діяльності;

– розроблений метод розпізнавання екологічної ситуації, який ґрунтується на використанні аерокосмічних технологій стосовно всієї екосистеми, всіх її елементів, а не окремих ознак і фактів та який передбачає наступні процедури: виділення інформації відносно до екологічної ситуації, систематизація екологічної інформації згідно визначених ознак, побудова моделі, прогнозування процесів в екосистемі, визначення ступеня достовірності, опис ситуації, прийняття інформаційного екологічного рішення;

– розроблена технологія прийняття інформаційних екологічних рішень із застосуванням методу експертних оцінок для навчання систем підтримки прийняття управлінських рішень в інтегрованих автоматизованих системах.

Удосконалено:

– методику ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем, яка передбачає: розроблення інформаційної моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою; якісну оцінку небезпеки надзвичайної екологічної ситуації; оцінку загроз надзвичайних екологічних ситуацій; якісну оцінку компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах, що на відміну від існуючих підходів дозволяє більш об'єктивно оцінювати ризик в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій за рахунок побудови поверхні ризику та нормованої оцінки рівня екологічного ризику;

– метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз, в якому при визначенні оперативні важелі (важливості) екологічного повідомлення запропоновано враховувати характеристики джерел інформації та умови спостережень замість ймовірнісного представлення у вигляді фільтраційної процедури із застосуванням експертних оцінок.

Отримали подальший розвиток:

– механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою, якій передбачає відокремлення стратегічного та ситуаційного управління в системі

підтримки прийняття управлінських екологічних рішень інтегрованих автоматизованих систем за рахунок запропонованих етапів: формулювання цілей екологічного управління; визначення об'єкта екологічного управління; структурний синтез моделі екологічного об'єкта; ідентифікація параметрів моделі екосистеми; планування експериментів в екосистемі; синтез екологічного управління; реалізація екологічного управління; корекція в системі екологічного управління.

– алгоритм діагностики екологічної ситуації в системі управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем, в якому на відміну від існуючих запропоновано здійснювати обчислення відстаней між поточною екологічною ситуацією та визначеними класами ситуацій на основі симптомів, за рахунок чого дозволяє підвищити достовірність ідентифікації екологічного стану об'єкта планової діяльності.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що наукові результати дисертаційного дослідження є вирішенням поставленої наукової проблеми та складають наукові основи (концепції, принципи, моделі, методи) та інструментальний базис (алгоритми та інформаційна технологія) розроблення систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Результати дисертаційної роботи впроваджені в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України (акт від 10.09.2019р.), Державному підприємстві «Бар'єр» (акт від 11.12.2020р.), Департаменті екології, природних ресурсів та паливно-енергетичного комплексу Кіровоградської обласної державної адміністрації (акт від 23.03.2020р.), Управлінні екології та природних ресурсів Черкаської ОДА (акт від 20.02.2020р.), Науково-виробничій впроваджувальній фірмі «Геотехнологія», м. Київ (акт від 21.12.2020р.), а також у навчальний процес в Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління Мінприроди України, м. Київ (акт від 10.12.2019р.) при викладанні навчальних дисциплін для студентів за спеціальністю екологія та охорона навколишнього середовища – «Методологія та організація наукових досліджень», «Філософія науки та інноваційного розвитку».

Особистий внесок здобувача.

Всі основні результати дисертаційної роботи, які виносяться на захист, здійсненні автором особисто. Формулювання ідеї, постановка завдань і аналіз результатів спільних робіт, написаних в співавторстві, належать авторові.

Особистий внесок автора в спільні публікації полягає також в розробленні наукових основ методології створення інтегрованих автоматизованих систем [4, 9, 10, 12-15, 26, 31, 38, 39]; концептуально-методичних основ побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою [4, 5, 8, 9, 18, 32, 45]; розробленні методу розпізнавання екологічної ситуації [1-3, 8, 15, 33]; розробленні технології прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок [4, 6-8, 12, 26, 34]; використанні методики ідентифікації екологічних загроз та ризиків [4, 9, 11, 16, 21, 26, 35, 43, 44, 46]; реалізований метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз [4, 5, 16, 49]; реалізації механізму організаційного екологічного управління екологічною безпекою [4, 5, 7, 13, 14, 41, 42, 47]; реалізації алгоритму діагностики

екоситуації в системі управління екологічною безпекою планової діяльності [4, 5, 10, 15, 17, 21, 27-29, 36,37, 40, 48, 51-53].

Апробація результатів роботи.

Основні результати і дисертаційну роботу в цілому було представлено, обговорено та схвалено на 24 міжнародних та всеукраїнських конференціях, симпозиумах та семінарах, в тому числі на: Weimar Conference (30-31.03.2011)-Weimar Bundesrepublik Deutschland TAGUNGSBERICHT, 2011; Форум «Довкілля для України», 2014р.; VIII Науково-технічна конференція «Екологія людини». – Житомир: ЖНАУ, 2014р.; XII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки» (8-9 жовтня 2014р., м. Кременчук), 2014р.; Міжнародна наукова конференція «Еколого-економічні проблеми сучасності у дослідженнях молодих науковців». – Одеса: ОДЕУ, 2015р.; XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки». – Кременчук: КНУ ім. М. Остроградського, 2015р.; II Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». – Львів: ЛДУ безпеки життєдіяльності, 2015р.; Форум «Ресурсоефективне та чисте виробництво (РЕЧВ): скорочення та безпечна утилізація відходів». – Київ: Інформаційно-просвітницький Організаційний центр, 2015р.; XIV Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми екологічної безпеки». – Кременчук: Кременчуцький Національний університет імені Михайла Остроградського, 12-14 жовтня 2016р.; Міжнародний екологічний Форум «Довкілля для України» «Екологічний стан та перспективи розвитку Чорнобильської зони відчуження» – Київ, 27 квітня 2016р.; IV Міжнародна конференція «Хімічна і радіаційна безпека: проблеми і рішення», Київ: Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, 2016р.; Міжнародній науковій конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту», (ХНТУ), Залізний Порт Херсонська обл., 24-28 травня 2016р.; Науково-практичний семінар «Сучасні аерокосмічні технології в екологічному моніторингу», м. Київ, ДЕА, 27 листопада 2017р.; Міжнародній науковій конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту», (ХНТУ), Залізний Порт Херсонська обл., 22-26 травня 2017р.; X Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми інформатизації», 12-13 квітня 2018р., м. Київ, Державний університет телекомунікацій; Науково-технічна конференція «Інноваційні аерокосмічні технології в екологічному моніторингу» м. Київ, ДЕА, 24-25 квітня 2018р.; Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту», (ХНТУ), Залізний Порт Херсонська обл., 21-27 травня 2018р.; II Міжнародна науково-практична конференція «Інфраструктура якості і: перспективи та тенденції розвитку», 6 червня 2018р., м Київ, (ДП «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості»); III Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи», Львів, ЛДУБЖД, 14 вересня 2018р.; II Міжнародна науково-практична конференція «Інтелектуальна власність і право на шляху до сталого розвитку України», м. Київ, Національний університет «Одеська юридична академія» Київський інститут інтелектуальної власності та права, 19 квітня 2019р.; XIII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екології

та енергозбереження». – Миколаїв, 20-22 вересня 2019р.; Науково-технічна конференція «Інноваційні аерокосмічні технології в екологічному моніторингу» м. Київ, ДЕА, 24-25 квітня 2019р.; а також на постійно діючому науковому семінарі Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління за період 2015-2020рр.

Публікації.

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 54 наукових праць: 5 монографій, 16 публікацій у фахових наукових виданнях, з них 6 одноосібних, в тому числі 5 публікацій у наукометричній базі Ulrich'sweb американського видавництва Bowker, Index Copernicus International (Польща); ERIH PLUS (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences); Google Scholar, 4 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір та додатково 24 публікації в матеріалах міжнародних і національних конференціях.

Структура й обсяг дисертації.

Дисертація складається з вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел із 188 найменувань. Загальний обсяг дисертації становить 659 сторінок. Дисертація містить 11 таблиць і 123 рисунки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність теми, визначений зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, означена мета, завдання дослідження, розглянутий об'єкт і предмет дослідження, наведений перелік методів дослідження, які були використані для досягнення поставленої мети. Сформульована наукова новизна та практичну цінність отриманих результатів, а також особистий внесок здобувача в їх досягненні. Висвітлені питання апробації та публікації результатів дисертації.

У **першому розділі** «Аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків» на основі системного підходу проведений аналіз дослідження: стану реалізації систем стратегічного екологічного оцінювання; аналіз проблем автоматизації оцінки впливу на навколишнє середовище, існуючих підходів щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем під час управління екологічною безпекою. Встановлені перспективи створення автоматизованих систем управління екологічною безпекою та формалізація теми дисертаційної роботи.

Вирішення завдання управління екологічною безпекою планової діяльності с використанням автоматизованих систем представлено у вигляді композицій з наступних кортежів:

$$\{X, T, F, S, E\} \rightarrow \{A\}$$

де вихідні дані: $X = \{x\}$ – модель об'єкта планової діяльності; $T = \{t\}$ – технології підтримки прийняття рішень при управління екологічною безпекою; $F = \{F\}$ – множина факторів, що впливають на прийняття рішення; $S = \{s\}$ – ситуація, в

якій проводиться функціонує об'єкт планової діяльності; $E\{e\}$ – умови наявності апаратури спостереження в автоматизованій системі; А - управлінське екологічне рішення.

Дослідження існуючих підходів дозволяє виявити й узагальнити основні параметри комплексної екологічної оцінки території, розділи або складові оцінки, елементи оцінки з окремих розділів, показники і результати оцінки (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні параметри комплексної екологічної оцінки території

Розділи оцінки	Елементи оцінки з окремих розділів	Показники оцінки	Результати оцінки
Ландшафтна диференціація території	Екологічно значимі природні фактори	Показники цінності або негативних природних факторів	Бальна оцінка природно-ресурсного потенціалу території
	Природний потенціал ландшафту	Ресурсний потенціал Екологічний потенціал	
Визначення стійкості ландшафтів до антропогенних навантажень	Стійкість ландшафтів до конкретного виду впливу	Аеро- і гідродинамічна активність, кількість опадів і стічних вод, сонячна радіація, особливо ґрунтоутворювального процесів	Бальна оцінка стійкості ландшафтів до антропогенного навантаження
	Потенційна стійкість ландшафтів до антропогенного навантаження	Індекс стійкості, буферність ґрунтів	
Встановлення антропогенних впливів на ландшафт	Встановлення антропогенних впливів на окремі компоненти навколишнього середовища	Викиди в атмосферу, скиди у водні об'єкти, утворення та розміщення відходів та ін.	Характеристика антропогенних впливів на окремі компоненти навколишнього середовища
	Визначення загального антропогенного навантаження і його складових: демографічну, промислово-транспортну, сільськогосподарську	Види використання території, обсяг еродованих земель Показники демографічного, промислового, транспортного, сільськогосподарського навантаження	Бальна оцінка антропогенного навантаження
Визначення стану ландшафтів та їх компонентів	Оцінка ступеня забруднення і деградації окремих компонентів природного середовища	Показники забруднення і деградації окремих компонентів природного середовища	Інтегральні показники забруднення атмосфери, водних об'єктів, ґрунтів та ін.
	Оцінка ступеня деградації ландшафтів	Показники деградації ландшафтів	Бальна оцінка ступеня деградації ландшафтів

<i>Продовження таблиці</i>			
Визначення екологічних ситуацій і оцінка ступеня їх гостроти	Інтегральні оцінки за окремими складовими і елементами	Інтегральні показники оцінки стану природи, антропогенного впливу, ступеня деградації ландшафтів, здоров'я населення	Бальна оцінка гостроти екологічної ситуації

Комплексна екологічна оцінка включає: ландшафтну диференціацію території і аналіз стійкості ландшафтів до антропогенного впливу, визначення антропогенного навантаження, оцінку забруднення навколишнього середовища, визначення ступеня гостроти екологічної ситуації.

Здійснений аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків, який передбачає аналіз стану реалізації систем стратегічного екологічного оцінювання, аналіз проблем автоматизації оцінки впливу на навколишнє середовище, аналіз існуючих підходів щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем при управлінні екологічною безпекою.

Визначені перспективи створення автоматизованих систем управління екологічною безпекою та формалізація теми дисертаційної роботи. Мета створення перспективних інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою є підтримка прийняття екологічних рішень у сфері охорони навколишнього природного середовища, зокрема раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів відповідно до європейських стандартів і вимог для забезпечення дотримання екологічних прав громадян і забезпечення надання вільного доступу до екологічної інформації про стан навколишнього природного середовища, екологічні ризики (загрози) для безпечної життєдіяльності, екологічну перспективу.

Порівняльний аналіз з відомими рішеннями запропонованих автором нових рішень дозволяє визначити нові підходи до створення та застосування систем підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень при здійсненні стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на навколишнє середовище, оцінки екологічних загроз та ризиків.

Визначено, що задача оцінки екологічного збитку може розглядатися як завдання оцінки величини збитку. Найчастіше оцінку здійснюють за емпіричними даними (за вибіркою величин збитків, відповідним тим, що сталося раніше аналогічних випадків). За відсутності емпіричного матеріалу слід використовувати експертні оцінки. Найбільш обґрунтованим є модельно-розрахунковий метод, який спирається на моделі еколого-економічної ситуації, що дозволяють розрахувати характеристики збитку.

Досліджено, що комплексна екологічна оцінка стану навколишнього середовища повинна враховувати природні, екологічні та соціально-економічні показники території, характеризувати ступінь антропогенного перетворення і рівень забруднення, як окремих компонентів, так і навколишнього середовища в цілому. Теоретичною і методологічною основою комплексної оцінки стану навколишнього середовища є керівні ідеї екології, географії, геохімії навколишнього середовища,

геохімії ландшафту, які розглядають основні поняття і визначення, зміст, масштаб, методи, критерії, показники та результати оцінки.

Створення інтегрованої автоматизованої системи для підтримки прийняття інформаційних управлінських рішень в реальному часі, що заснована на динамічній оцінці ризику, є актуальною науково-прикладною проблемою, вирішенню якої присвячене дане дослідження. Оскільки методологія ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків на сьогоднішній день розроблена недостатньо, а означена проблема занадто далека від свого вичерпного рішення, в зв'язку з випадками надзвичайних ситуацій, що почастишали, вона набуває особливої актуальності.

У **другому розділі** «Аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру» вирішені задачі системологічного аналізу проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності: системний підхід до аналізу проблемної сфери; концептуалізація проблемної сфери; особливості ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в екосистемах при управлінні екологічною безпекою.

Поставлена проблема ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Здійснений аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою та надана класифікація процесів руйнівного характеру в екосистемах. На основі аналізу робіт в області моделювання екологічних процесів та аналізу робіт в сфері оцінки ризику визначено ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою.

Для оцінки ризику об'єкта планової діяльності необхідно оцінити наступні його складові: екологічну небезпеку – можливість (або ймовірність) виникнення надзвичайної екологічної ситуації певного типу, певної інтенсивності на певній ділянці території; екологічну загрозу – прогностичну складову ризику на стадії матеріалізації небезпеки в умовах надзвичайної екологічної ситуації, яка розвивається, що характеризує певний час, з плином якого даний об'єкт можливо буде охоплений екологічною небезпекою; потенційний збиток, який залежить від потенціалу ПРХ, а також вразливості та стійкості об'єкта планової діяльності.

В роботі визначені наступні особливості управління екологічною безпекою планової діяльності: невизначеність (неповнота, неточність, суперечливість і помилковість) вихідних даних і знань; нестационарність, суттєва нелінійність та значна розмірність моделей надзвичайних екологічних ситуацій; динамічна зміна вхідних для прийняття рішень даних безпосередньо в процесі виконання завдання; територіальна прив'язка; неможливість спостереження багаторазового повторення подій в однакових умовах; істотний вплив суб'єктивності (людського фактору) на прийняття рішень; значна розмірність простору можливих рішень; ліміт часу на прийняття рішень.

Оцінка ризику, що отримана за допомогою такого підходу, є статичною величиною. Сумарний ризик оцінюється за допомогою виразу :

$$Risk = \sum_{\substack{\text{всі сценарії} \\ P=0}} \left(\int_{P=0}^{P=1} P_{(T|HS)} \right) * \sum_{\substack{\text{всі ЦО}}} \left(P_{(S|HS)} * \left(A_{(ЦО|HS)} * V_{(ЦО|HS)} \right) \right)$$

де $P_{(T|HS)}$ – часова ймовірність певного сценарію надзвичайної ситуації (HS), під яким розуміють надзвичайну екологічну ситуацію певного типу (наприклад, пожежа, повінь тощо) певної частоти; $P_{(S|HS)}$ – просторова ймовірність того, що певна територія буде охоплена певним сценарієм надзвичайної екологічної ситуації; $A_{(ЦО|HS)}$ – цінність об’єктів, що схильні до негативного впливу певного сценарію надзвичайної ситуації; $V_{(ЦО|HS)}$ – вразливість об’єктів, що знаходяться в зоні ризику, для певного сценарію надзвичайної ситуації (значення від 0 до 1). Кількісний метод може бути успішно використаний для попередження надзвичайних ситуацій.

Для постановки проблеми підтримки прийняття рішень при управлінні об’єктами планової діяльності необхідно задати: мету управління G ; просторову та часову шкали і метрики ξ_x та ξ_t ; множину об’єктів O з підмножиною цільових об’єктів O^* ; множину відношень між об’єктами \mathcal{R} ; впливи зовнішнього середовища E : інерційні, збурюючі, керуючі; перехідну функцію природно-техногенної системи $\Phi : T \times State_{\Omega} \times E \rightarrow State_{\Omega}$; функцію ідентифікації $\iota : State_{\Omega} \rightarrow M$; функцію класифікації

$K_M : M \rightarrow I_j$. Структура екологічного ризику наведена на рис. 1.

Інтегровані автоматизовані системи є відкритими складними динамічними системами, що містять сукупність природних та штучних картографічних об’єктів, серед яких виділяються певні екологічні об’єкти, що представляють цінність для людини. Об’єкти планової діяльності схильні до стабільних або збурюючих впливів зовнішнього середовища.

Інтегровані автоматизовані системи управління екологічною безпекою доцільно будувати з використанням моделей та методів ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків.

Системологічний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності здійснений за наступними напрямками: застосування системного підходу до аналізу проблемної області, концептуалізація проблемної області, розкриття особливостей ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в екосистемах при управлінні екологічною безпекою.

Проведений аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Визначено, що формування інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою доцільно здійснювати на основі ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень. Запропонована класифікація процесів руйнівного характеру в екосистемах для застосування в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою планової діяльності.

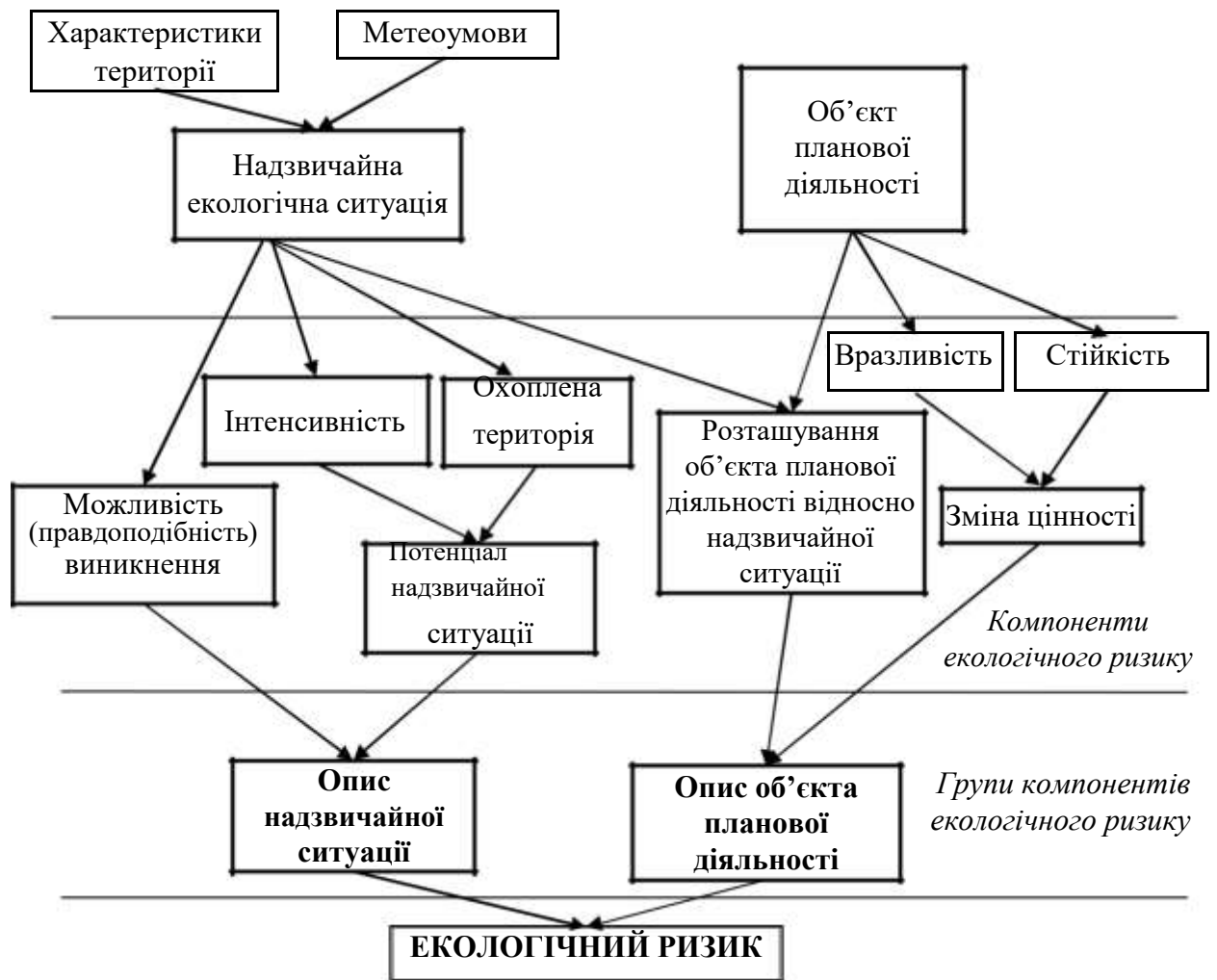


Рис. 1 – Структура екологічного ризику

Здійснена оцінка ступеня наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою на основі аналізу робіт в області моделювання екологічних процесів, аналізу робіт в області оцінки ризику. Інтегровані автоматизовані системи управління екологічною безпекою доцільно будувати з використанням моделей та методів ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків. Інтегровані автоматизовані системи є відкритими складними динамічними системами, що містять сукупність природних та штучних картографічних об'єктів, серед яких виділяються певні екологічні об'єкти, що представляють цінність для людини. Об'єкти планової діяльності схильні до стабільних або збурюючих впливів зовнішнього середовища.

Для прийняття рішень в природно-техногенних системах в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків доцільно аналізувати значні обсяги неповної, неточної інформації, що швидко змінюється в часі, при істотних обмеженнях часу на оцінку обстановки і прийняття рішення, що дозволяє віднести природно-техногенні системи до класу слабкоструктурованих складних динамічних систем, а проблему підтримки прийняття рішень до класу складних і важкоформалізованих проблем. Необхідність

прийняття рішень при плановій діяльності за мінімальний час внаслідок високої динаміки ситуацій, а також великого обсягу різномірної вхідної інформації, частина якої є невизначеною, постає завдання, вирішення яких перевищує фізіологічні можливості особи, яка приймає рішення. Застосування існуючих методик оцінки екологічних загроз та ризиків, заснованих на статистичних методах з використанням імітаційних моделей, пов'язане з неприйнятною обчислювальною складністю, яка є неприпустимою в системах підтримки прийняття рішень реального часу.

Визначено, що для підвищення своєчасності, обґрунтованості та ефективності рішень в інтегрованих автоматизованих системах при здійсненні підтримки прийняття рішень в реальному часі доцільно використовувати динамічні моделі екологічних загроз та ризиків ризику на основі просторово-розподіленій моделі територіальної системи та моделі процесів руйнівного характеру, що розвиваються в її межах, яка враховує вплив навколишнього середовища та рішень особи, яка приймає рішення, а також забезпечує достатню деталізацію в просторі і часі.

У **третьому розділі** «Концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою» представлено структуру проблемної області та обґрунтована концепція природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності. На основі концепції екологічного ризику побудована просторова модель об'єкта планової діяльності, яка враховує наступні фактори та процедури: основна топологічна модель природно-техногенної системи; рівень комірок просторової моделі об'єкта планової діяльності; статична складова просторової моделі: рівень геотаксонів; рівень динаміки процесу руйнівного характеру в екосистемі; верхній рівень просторової моделі екосистеми; побудова просторової моделі природно-техногенної системи; розмивання топологічної моделі екосистеми. Структуру (модель) предметної області наведено на рис. 2.

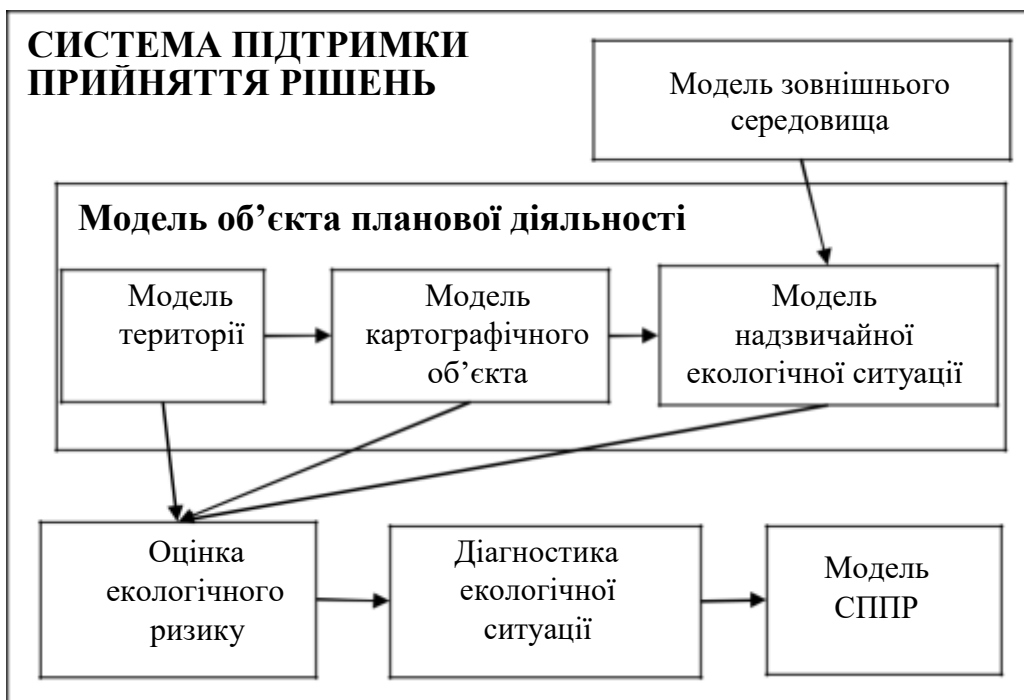


Рис. 2 – Структура (модель) предметної області

Запропоновано визначати екологічний ризик як відображення відношення між сценаріями надзвичайних екологічних ситуацій – джерелами екологічного ризику, які в кожен момент часу можуть бути потенційними чи активними, та вразливими екологічними об'єктами – приймачами ризику. Розроблена концепція екологічного ризику заснована на трьох стадіях: потенційного ризику, джерело якого описується небезпекою, ризику загроз від активного сценарію надзвичайної екологічної ситуації, який ще не охоплює екологічний об'єкт, та ризику руйнувань від активного сценарію, який викликає зміну його цінності. Запропонований підхід, на відміну від існуючих концепцій ризику, дозволяє описувати динаміку екологічного ризику, в системах підтримки прийняття управлінських екологічних рішень системах реального часу.

Використання параметру a_h дозволяє моделювати при управлінні екологічною безпекою Ξ рельєф місцевості, оскільки відношення різниці значень параметрів $f(c_1, a_h) - f(c_2, a_h)$ двох комірок $c_1, c_2 \in C$ до їх середньої висоти однозначно визначає ухил рельєфу району планової діяльності:

$$v(c_1, c_2) = \frac{2 \times (f(c_1, a_h) - f(c_2, a_h))}{f(c_1, a_h) + f(c_2, a_h)},$$

що, в свою чергу, є необхідною умовою адекватного моделювання динаміки поширення надзвичайної екологічної ситуації.

Запропоновано існуючу модель екологічного ризику, яка враховує ймовірність надзвичайної екологічної ситуації, доповнити за допомогою додаткової компоненти – екологічної загрози, яка є прогностичною просторово-часовою складовою ризику та дозволяє в будь-який момент прогнозувати можливість втрат та оцінювати ризик для конкретних екологічних об'єктів в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій в реальному часі. Загрозу може бути подано у вигляді низки диференційованих за рівнями і розташованих навколо контуру надзвичайних екологічних ситуацій просторових зон, кожна з яких визначає межі тієї частини природно-техногенної системи, де проявляється загроза певного рівня. Запропонований підхід дозволяє ідентифікувати екологічну ситуацію для підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в умовах надзвичайних екологічних ситуацій. Просторову модель природно-техногенної системи в умовах динамічних надзвичайних екологічних ситуацій, пропонується розглядати у вигляді накладення статичних і динамічних правдоподібних топологічних просторів, суміщених в єдиній системі координат, кожний з яких побудовано на основі відношення нерозрізненості відповідних картографічних об'єктів, або областей чи зон, що, на відміну від існуючих моделей, дозволяє відображати різномірну динамічну просторово-прив'язану інформацію.

Визначено, що внаслідок неможливості побудови суворих топологічних просторів через невизначеність і неточність доступної екологічної інформації топологія має бути розмитою, що дозволить отримувати апроксимацію значень атрибутів за допомогою наближених або нечітких множин, яка забезпечить пристосування до умов неповної та неточної екологічної інформації та дозволить

побудувати такі простори з використанням даних моніторингу в інтегрованих автоматизованих системах.

У **четвертому розділі** «Ідентифікація екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем» розроблені наукові засади розроблення моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Виконана якісна оцінка небезпеки надзвичайної екологічної ситуації. При оцінці загроз надзвичайних екологічних ситуацій враховано кількісну оцінку загрози надзвичайної екологічної ситуації, а також якісну оцінку загрози надзвичайної екологічної ситуації. Проведено якісну оцінку компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах. На основі аналізу екологічного ризику та ідентифікації надзвичайної екологічної ситуації в інтегрованих автоматизованих системах запропонована методика діагностики ситуації на основі аналізу екологічного ризику.

Запропонована процедура ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Ця процедура передбачає: розроблення інформаційної моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою; якісну оцінку небезпеки надзвичайної екологічної ситуації; оцінку загроз надзвичайних екологічних ситуацій; якісну оцінку компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах.

Для того, щоб отримати можливість порівнювати значення небезпеки виникнення різних класів надзвичайних екологічних ситуацій, зіставимо кожному класу K норму $\|M_K\|$ таку, що нормована оцінка небезпеки виникнення надзвичайної ситуації класу K в джерелі j буде виражена як

$$\tilde{\mu}_{jK} = \frac{\mu_{jK}}{\|M_K\|},$$

а її значення буде в інтервалі $L = [0, 1]$.

Надана формалізація процедури діагностики ситуації на основі аналізу екологічного ризику. Здійснений аналіз екологічного ризику та формалізована процедура ідентифікації надзвичайної екологічної ситуації в інтегрованих автоматизованих системах.

Встановлено, що метод якісної оцінки ризику враховує якісну оцінку його компонентів, таких як екологічна цінність, небезпека та загроза за допомогою порядкових шкал, що співвідносять кількісні та якісні значення відповідних компонентів ризику з індукованими відношеннями часткового порядку, що, на відміну від існуючих методів кількісних оцінок ризику, дозволяє отримувати оцінки, з якими особа, яка приймає рішення звикла мати справу.

Метод якісної оцінки динаміки цінності екологічного об'єкта ґрунтується на використанні вектору значень цінностей різних категорій та функцій втрат екологічної безпеки за кожною категорією. Запропонований підхід дозволяє оцінювати динаміку розвідки надзвичайної екологічної ситуації у відповідь на прийняті рішення.

Метод просторово-розподіленої оцінки загроз використовує динамічний 17

топологічний простір, що складається з множини просторових зон з розмитими межами, які розташовані навколо контуру процесів руйнівного характеру і представляють собою території з різним ступенем загрози для цінних об'єктів, та дозволяє виконувати просторово-розподілену оцінку ризику, що є необхідною для діагностики поточної ситуації в умовах надзвичайних екологічних ситуацій.

Оцінка ризику може бути виконана для використання за допомогою ступеня можливості, що, на відміну від застосовуваного в даний час ймовірнісного підходу, дозволяє більш адекватно оцінювати ризик в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій, коли про ймовірність в статистичному сенсі не йдеться.

З метою наочності подання інформації для певного моменту часу запропоновано будувати поверхню ризику, яка відображає нормовану оцінку рівня ризику для кожної комірки. Поверхня наглядно відображає опуклі території місцевості з максимальним ризиком. Запропоновано в тій же системі координат також будувати поверхню цінності. Для визначення ділянки, яка потребує уваги особою, яка приймає управлінські рішення, необхідно побудувати два поверхні-зрізи, які встановлюють критичні значення цінності та ризику. Всі ділянки, оцінка ризику яких вище даної поверхні, знаходяться в умовах критичного ризику. Перетин множини ділянок, що мають критичну цінність і знаходяться в умовах критичного ризику, потребують уваги особи, яка приймає рішення. З врахуванням розташування поверхонь зрізів, можна звужувати або розширювати множину екологічних об'єктів, які потребують захисту.

З метою наочності подання інформації для певного моменту часу t побудована поверхня ризику, яка відображає нормовану оцінку рівня ризику для кожної комірки. Поверхня наглядно відображає опуклі ділянки місцевості з максимальним ризиком. Але не всі ділянки з максимальним ризиком потребують уваги ОПР. Потрібно серед них виділити ділянки з максимальною цінністю. Тому в тій же системі координат побудована поверхня цінності, але збільшення цінності буде відображатися в зворотному порядку: від 0 до -1. Ділянки з максимальною цінністю будуть відображатися увігнутими ділянками на поверхні (рис. 3).

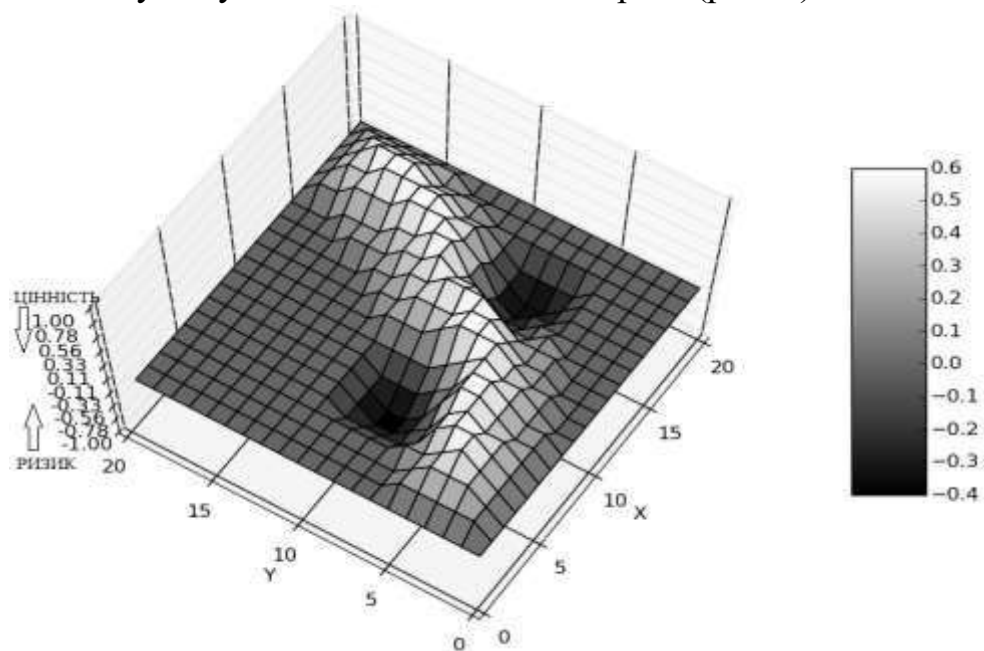


Рис. 3 – Поверхні екологічного ризику та цінності

Для того, щоб відібрати ділянки, які потребують уваги ОПР, необхідно побудувати дві поверхні-зрізи, які є перпендикулярними осі Z, та встановлюють критичні значення цінності та ризику. На рис. 4 відображена поверхня-зріз для поверхні цінностей. Всі ділянки, цінність яких розташована нижче даної поверхні, мають критичну цінність. Така ж поверхня-зріз будується для поверхні ризику. Всі ділянки, оцінка ризику яких вище даної поверхні, знаходяться в умовах критичного ризику. Перетин множини ділянок, що мають критичну цінність і знаходяться в умовах критичного ризику, потребують уваги особи, яка приймає рішення.

Варіюючи розташування поверхонь зрізів, можна звужувати або розширювати множину об'єктів планової діяльності $O^*(t)$, які потребують захисту.

В п'ятому розділі «Розробка методології формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах» розроблена методологія системного підходу щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою. Визначені інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планової діяльності.

Розроблені методи формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах: метод зіставлення даних екологічного моніторингу; метод фільтрації екологічної інформації; метод розпізнавання екологічної ситуації. Запропонована технологія прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок. Розроблена методика побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень.

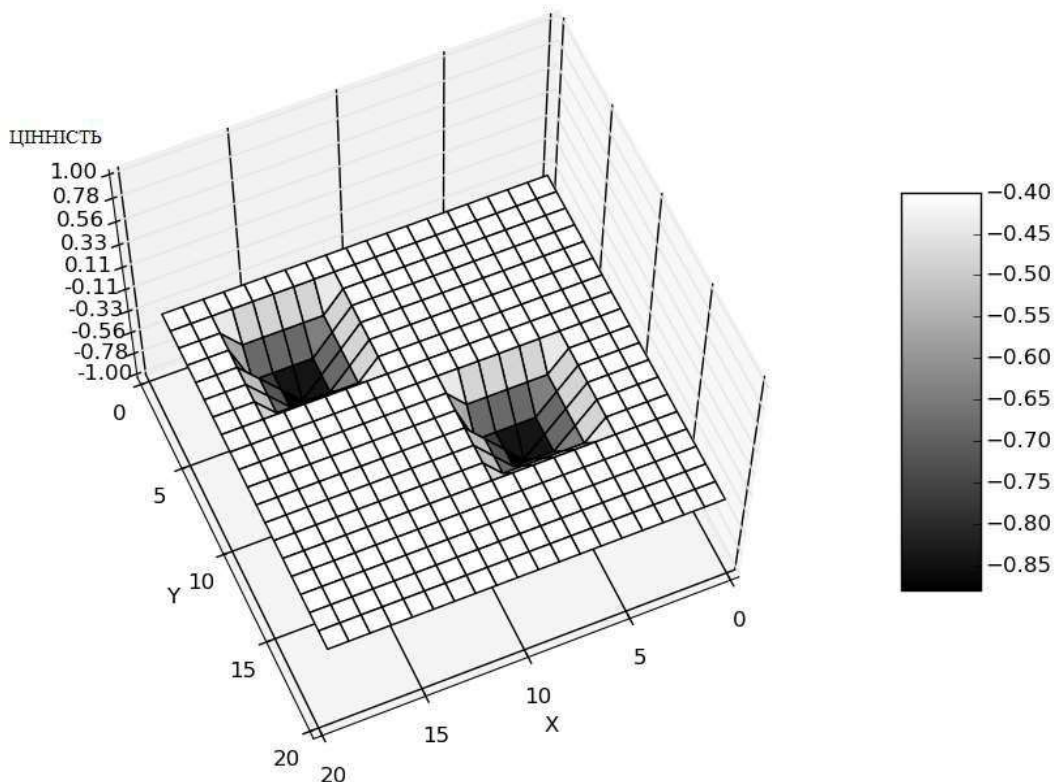


Рис. 4 – Поверхня-зріз для виділення цінних екологічних об'єктів

На рис. 5 наведена схема розпізнавання екологічної ситуації.

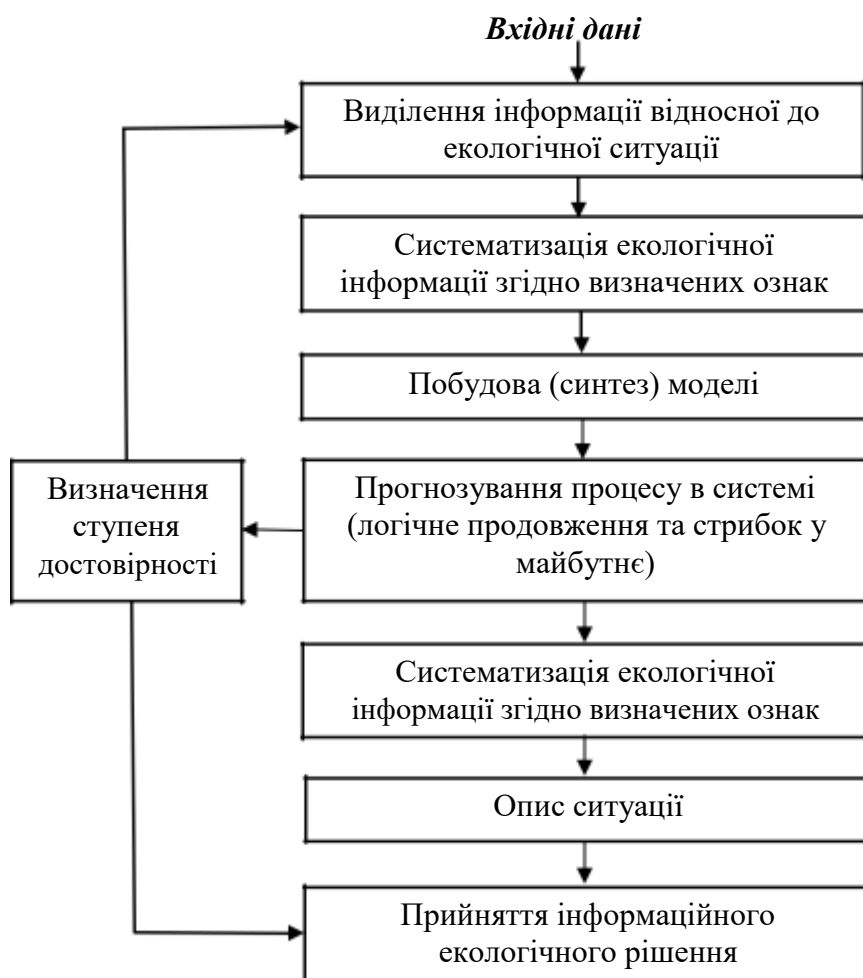


Рис. 5 – Схема розпізнавання екологічної ситуації

Запропонована методологія формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах.

Застосований системний підхід до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою. Визначено, що з позицій теорії управління традиційний підхід передбачає використання окремих каналів управління: проведення стратегічного екологічного оцінювання; проведення оцінки впливу на навколишнє середовище; оцінювання екологічних загроз та ризиків.

Запропоновано створення інтегрованих автоматизованих систем (інтегрованих інформаційно-керуючих комплексів), які дозволяють комплексувати інформаційні (апаратні та програмні) ресурси в системі управління екологічною безпекою, – при проведенні стратегічного екологічного оцінювання; проведенні оцінки впливу на навколишнє середовище; оцінюванні екологічних загроз та ризиків.

Запропоновано розглядати екологічний об'єкт управління та орган якій формує управлінський вплив з позицій системного підходу можуть розглядатись як система організаційного екологічного управління. Загальна структура системи екологічного управління включає наступні елементи (підсистеми): об'єкт екологічного управління;

інформаційна підсистема, яка дозволяє отримати відомості про керовані координати (фазові координати) об'єкта управління; формувач управління – підсистема, яка з використанням інформації про стан об'єкта формує управлінські екологічні рішення; виконавча підсистема – структура, яка через механізми управління здійснює вплив на об'єкт управління.

Запропонований механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою. Визначено стратегічне та ситуаційне управління в організаційних екосистемах системах. Запропоновані етапи управління екосистемою за допомогою інтегрованих автоматизованих систем: формулювання цілей екологічного управління; визначення об'єкта екологічного управління; структурний синтез моделі екологічного об'єкта; ідентифікація параметрів моделі екосистеми; планування експериментів в екосистемі; синтез екологічного управління; реалізація екологічного управління; корекція в системі екологічного управління.

Сформульовані інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планової діяльності. Визначені проблеми екологічних інформаційних потоків. З'ясовані фактори, які впливають на процес прийняття управлінських екологічних рішень. Запропоновані три моделі прийняття екологічних рішень: класична модель; поведінкова модель; ірраціональна модель. З теорії та аналізу даних екологічного моніторингу запропоновані методи підготовки інформаційних рішень: метод зіставлення даних (кореляційний метод); екологічного моніторингу; метод фільтрації даних екологічної інформації; метод розпізнавання екологічної ситуації.

Метод розпізнавання екологічної ситуації доцільно застосовувати у системах підтримки екологічних рішень з використанням систем дистанційного зондування Землі, використання аерокосмічних технологій. Нині розглядаються заходи щодо використання супутникових знімків для розкриття злочинів проти довкілля. Застосування методу розпізнавання екологічної ситуації здійснені авторами разом зі спеціалістами Національного центру управління та випробувань космічних засобів при дослідженні причин пожеж у Чорнобильській зоні (рис 6).

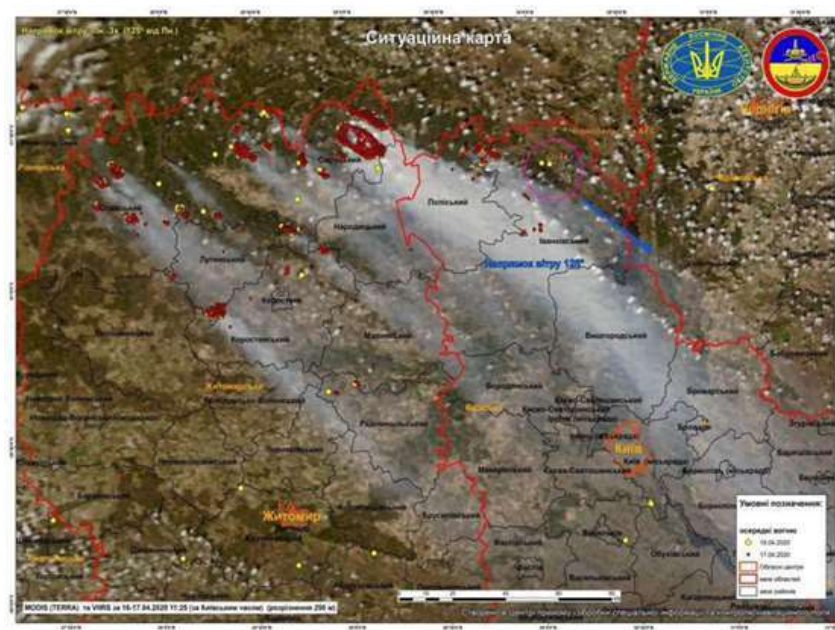


Рис. 6 – Інформаційне рішення: ситуаційна карта екологічного спостереження

Запропонована технологія прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок для навчання систем підтримки прийняття управлінських рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Для побудови системи підтримки прийняття управлінського інформаційного екологічного рішення запропоновано застосовувати один з інструментів кластерного аналізу – метод аналізу ієрархій.

Проведений аналіз свідчить, що метод експертних оцінок дозволяє вирішувати «невирішувані» або «нестандартні» проблеми при управлінні екологічною безпекою планової діяльності. При цьому отримане рішення завжди усереднене (наближене), тому його доцільно уточнювати, збільшувати численність експертів із врахуванням їхньої компетентності у вирішенні даної проблеми. Однак для цього потрібне ранжування показників якості функціонування показників екологічної безпеки при управлінні планової діяльності.

Запропонований багатокритеріальний вибір варіантів побудови системи прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень.

При виборі "архітектури" системи підтримки прийняття рішень ($I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l}$) найбільш широко застосовуються наступні підходи.

А. Урахування одного чи декількох обмежень на відповідні показники функціонування

$$(I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l}) : I_{3l} > I_{3l}^{3ad}, \quad i = 1, \bar{l}$$

де $I_{3l}^{3ad}, i = 1, \bar{l}$ - задані (граничні, допустимі) значення показників функціонування.

Б. Максимізація обраного показника

$$(I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l}) : \max I_{3j}$$

В. Максимізація нормованої суми виважених показників

$$(I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l}) : \max \sum_{i=1}^l \gamma_i I_{3i}$$

Г. Максимізація об'єму гіперкуба показників якості

$$(I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l}) : \max \prod_{i=1}^l I_{3i}$$

Д. Максимізація псевдоплощі багатогранника показників якості

$$(I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l}) : \max S(I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l}),$$

де $S(I_{31}, I_{32}, \dots, I_{3l})$ - площа багатогранника (псевдоплоща l -кутника), побудованого у крузі одиничного радіуса. Для побудови l -кутника необхідно гіперкруг одиничного радіуса поділити на l частин. У полярній системі координат з центром O (центр гіперкруга) по осям $I_{3j}, j = 1, \bar{l}$ відкладаємо відповідні нормовані показники якості функціонування, а потім сполучаємо сусідні точки прямою лінією. У результаті отримуємо багатокутник, який відповідає одному варіанту багатокритеріального вибору. Кожному можливому варіанту буде відповідати свій l -

кутник. Перевага у запропонованому підході віддається варіантові з максимальною площею S_{max} l -кутника

Сформована методика побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень, а також схема корекції екологічної інформації при управлінні екологічною безпекою планової діяльності (рис. 7).

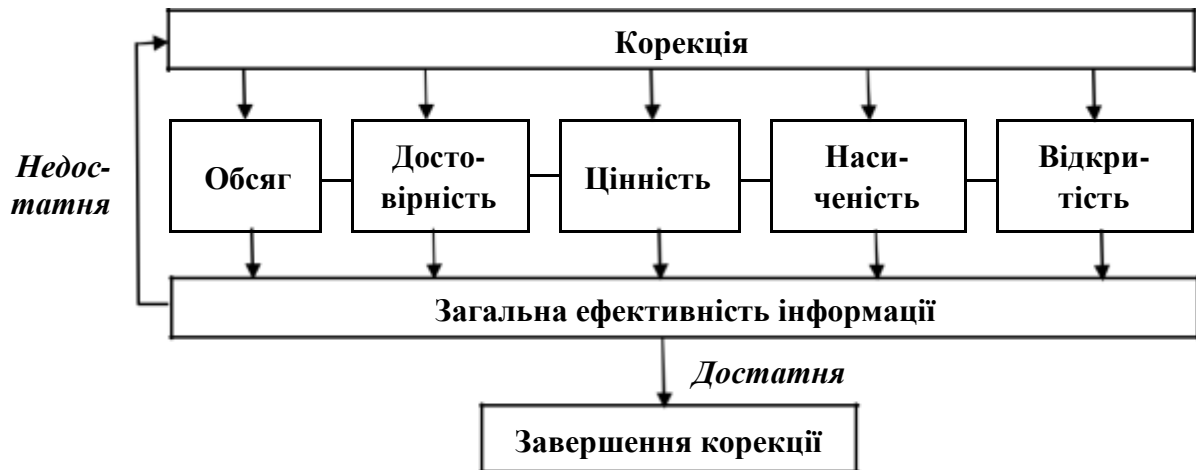


Рис. 7 – Схема корекції екологічної інформації в системі при управлінні екологічною безпекою планової діяльності

В шостому розділі «Оцінка ефективності реалізації системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі при управлінні екологічною безпекою» надане наукове обґрунтування технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при планованій діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Запропонована схема організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності. Здійснена оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планованої діяльності та рекомендації щодо її впровадження. Проведена оцінка ефективності реалізації системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі при управлінні екологічною безпекою.

Систему підтримки прийняття рішень під час планованої діяльності побудовано відповідно до наступної послідовності етапів: формування моделі формування інформаційних екологічних рішень; формування складу бази даних (БД) і бази знань в системі підтримки прийняття рішень; формування комплексу математичних методів і прогностичних моделей; формування структури комплексу інформаційних процесів в системі підтримки прийняття рішень; розроблення технології формування управлінських інформаційних екологічних рішень. Взаємозв'язок екологічних процесів при управлінні екологічною безпекою планової діяльності представлено на рис. 8.

З метою визначення класу ситуації введено функцію ідентифікації, що дозволяє встановити клас ситуації. Алгоритм встановлення класу екологічної ситуації складається з наступних кроків.

1. Обчислення відстаней між поточною ситуацією та класами ситуацій:

$$L_i(s^*, \text{и}_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^m l_j^2(X_j^*, X_j)},$$

де $l_j(X_j^*, X_j)$ – відстань між j -м симптомом поточної ситуації X_j^* та j -м симптомом X_j прецеденту и_i .

2. Пошук мінімальної відстані між поточною ситуацією s^* та класами ситуацій $\text{и} = \{\text{и}_0, \text{и}_1, \dots, \text{и}_n\}$:

$$\alpha = \min_{i=(1,n)} (L_i(s^*, \text{и}_i)).$$

3. Пошук мінімальної відстані між поточною ситуацією s^* та класами ситуацій $\text{и} = \{\text{и}_0, \text{и}_1, \dots, \text{и}_n\}$:

$$\alpha = \min_{i=(1,n)} (L_i(s^*, \text{и}_i)).$$

Якщо $\alpha = 0$, це означає, що досягнутий збіг поточної ситуації з одним з прецедентів:

$$\text{и}^* = \text{и}_i \mid L_i(s^*, \text{и}_i) = 0.$$

4. Якщо $\alpha \neq 0$, це означає, що має місце неповнота інформації про симптоми поточної ситуації. Тоді клас, якому вона належить, описується підмножиною класів $\text{и}'^* \subset \text{и}$, що відповідають неповному опису поточної ситуації s^* :

$$\text{и}'^* = \left\{ \text{и}_i \mid L_i(s^*, \text{и}_i) = \alpha, i=1, \dots, n \right\}.$$

Потім пропонується ранжування всіх ситуацій, що належать $\text{и}_i \in \text{и}'^*, i=1, \dots, n$ відповідно до їх інтегральних оцінок ризику $R_{\Omega i}$ та вибір підмножини найбільш критичних класів ситуацій $\text{и}''^*$ з множини $\text{и}'^*$:

$$\text{и}''^* \in \text{и}'^* \mid \forall \left(\text{и}_i \in \text{и}''^* \right) \left(R_{\Omega i} = \max_{j=(1, \text{и}'^*)} (R_{\Omega j}) \right).$$

5. За допомогою ранжування класів ситуацій з множини $\text{и}''^*$, що отримана на попередньому кроці, з використанням можливостей їх виникнення p_i , отримуємо найбільш можливу ситуацію:

$$\text{и}^*_{i \in \text{и}''^*} \mid p_i = \max_{j=(1, \text{и}''^*)} (p_j).$$

Представлений алгоритм дозволяє порівнювати поточну ситуацію з класом найбільш можливих з найбільш небезпечних ситуацій на основі симптомів X^* .

Відомі класи можливих ситуацій зберігаються в базі прецедентів та використовуються для вирішення задачі діагностики з використанням описаного вище алгоритму.

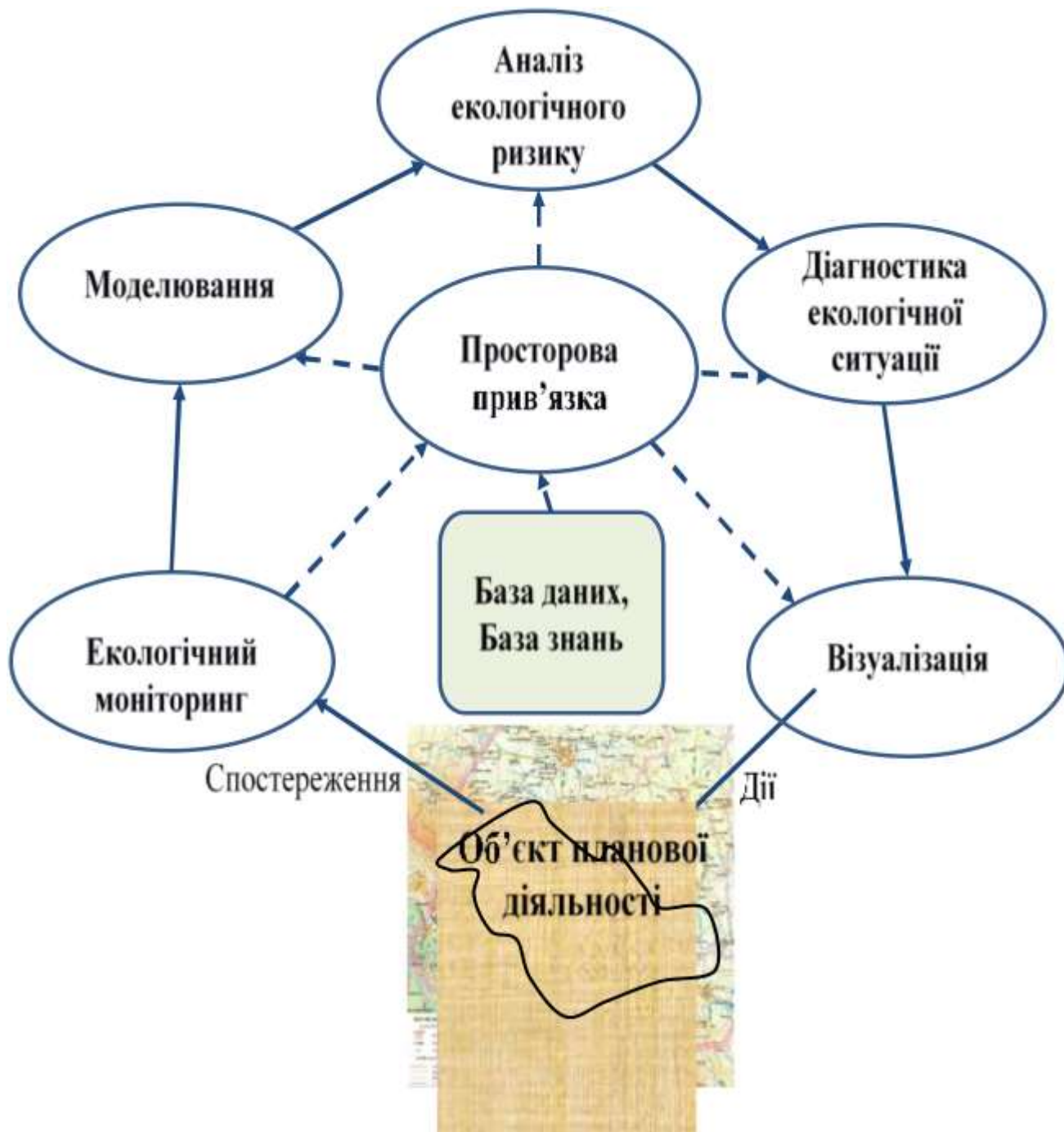


Рис. 8 – Взаємозв'язок екологічних процесів при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності

Динамічну частину технології підтримки прийняття рішень подано як сукупність інформаційних процесів та їх взаємозв'язків. Ця технологія передбачає наступні інформаційні процеси: просторова прив'язка об'єкта планової діяльності; моніторинг екосистеми; моделювання нештатних, аварійних екологічних ситуацій; аналіз екологічних загроз та ризиків техногенно-небезпечних об'єктів; діагностика екологічних ситуацій; візуалізація інформації для ОПР.

Науково обґрунтована технологія підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Запропонована технологія системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності складається з послідовності взаємопов'язаних інформаційних процесів, які використовують розроблені в дисертації методи та моделі й спрямовані на вирішення задач дисертації. Технологія дозволяє збирати, зберігати, накопичувати, обробляти та надавати інформацію для підтримки прийняття управлінських екологічних рішень.

Технологія підтримки прийняття рішень забезпечує можливість на основі інформації бази даних, відповідних моделей зі сховища, а також даних моніторингу, моделювати динаміку екосистеми в умовах можливих нештатної екологічної ситуації у вигляді марківського процесу, який будується як висновок на відповідному шаблоні мережі, що містяться у сховищі.

Управління екологічною безпекою планової діяльності запропоновано здійснювати за допомогою інтегрованої системи екологічного моніторингу на основі комплексу супутникових систем спостереження, безпілотних літальних апаратів (БПЛА), наземних стаціонарних та мобільних систем. При цьому екологічний моніторинг потребує наявності не тільки центрального наземного пункту, що виконує функції оброблення й аналізу даних, а й певного набору технічних засобів спостереження, наприклад космічних апаратів (супутників), літаків, гелікоптерів, безпілотних літальних апаратів з різними типами сенсорів, а крім того, ще й мережі наземних сенсорів. Моніторинг може здійснюватися як на етапі виявлення потенційних джерел надзвичайної екологічної ситуації (оцінки небезпеки або потенційного ризику), так і на етапі спостереження за нештатної (аварійної) ситуації, що вже розповсюджується (оцінки динаміки ризику екологічних загроз та/або руйнувань). Інтегрована система моніторингу виконує наступні функції: пошук потенційних джерел надзвичайної екологічної ситуації; визначення місця розташування та площі розповсюдження надзвичайної ситуації, спостереження за її розповсюдженням; отримання детальної інформації про надзвичайну ситуацію, оцінка її суттєвих параметрів, необхідних для прийняття рішень; прогнозування майбутньої динаміки розвитку надзвичайної ситуації.

На рис. 9 наведено схему діагностики екоситуації в системі управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

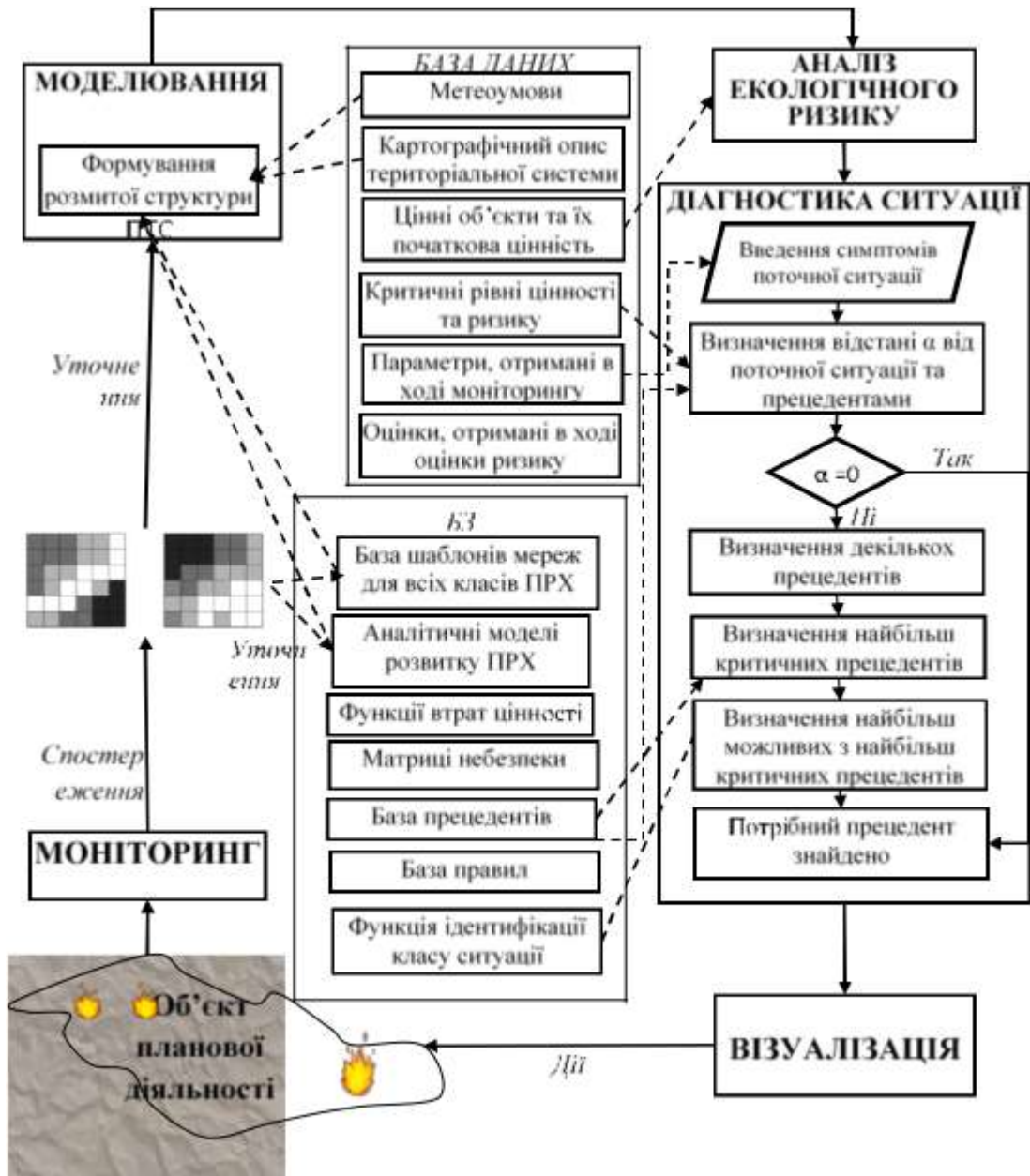


Рис. 9 – Діагностика екоситуації в системі управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем

Запропоновану технологію підтримки прийняття управлінських екологічних рішень покладено в основу веб-орієнтованої геоінформаційної системи GISForestProject, яку створено мовою програмування Python за допомогою фреймворку Django та його розширення GeoDjango. При створенні проєкту також було використано бібліотеку OpenLayers для створення карт, а також систему управління базами даних PostgreSQL.

Формування множини можливих управлінських екологічних рішень проводиться за прецедентами, з використанням комплексного критерію близькості класів екологічних ситуацій, який враховує просторове розташування об'єктів та оцінку екологічної безпеки об'єктів планової діяльності.

На рис. 10 представлено схему організації процесу управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

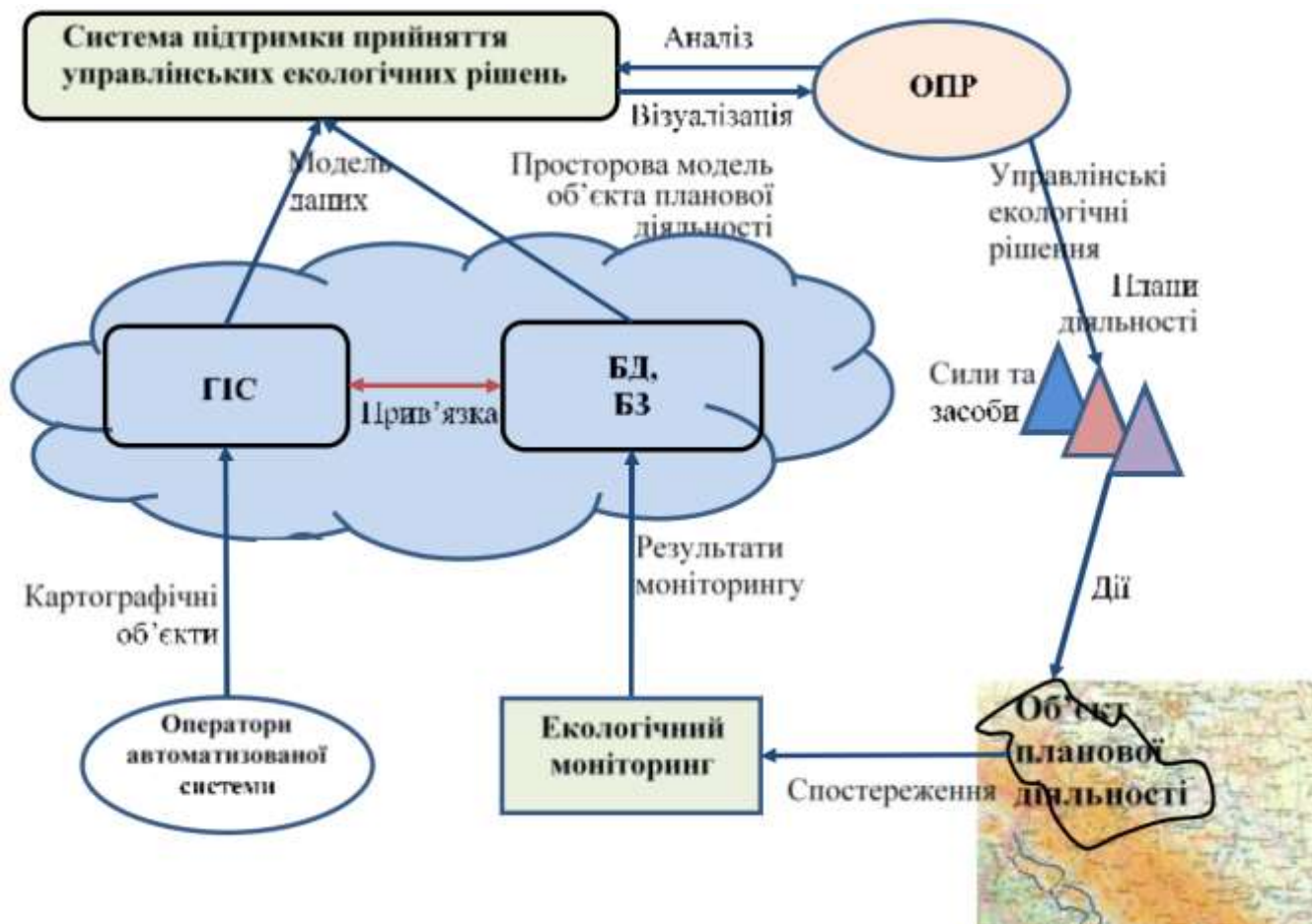


Рис. 10 – Схема організації процесу управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем

З метою визначення класу ситуації введено функцію ідентифікації екологічної ситуації, що дозволяє встановити клас екологічної ситуації. Запропоновано алгоритм встановлення класу екологічної ситуації. Представлений алгоритм дозволяє порівнювати поточну ситуацію з класом найбільш можливих з найбільш небезпечних екологічних ситуацій на основі відповідних симптомів. Запропонована схема системи підтримки прийняття рішень в інтегрованій автоматизованій системі.

Оцінена ефективність застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в природно-техногенних системах в умовах екологічних надзвичайних ситуацій.

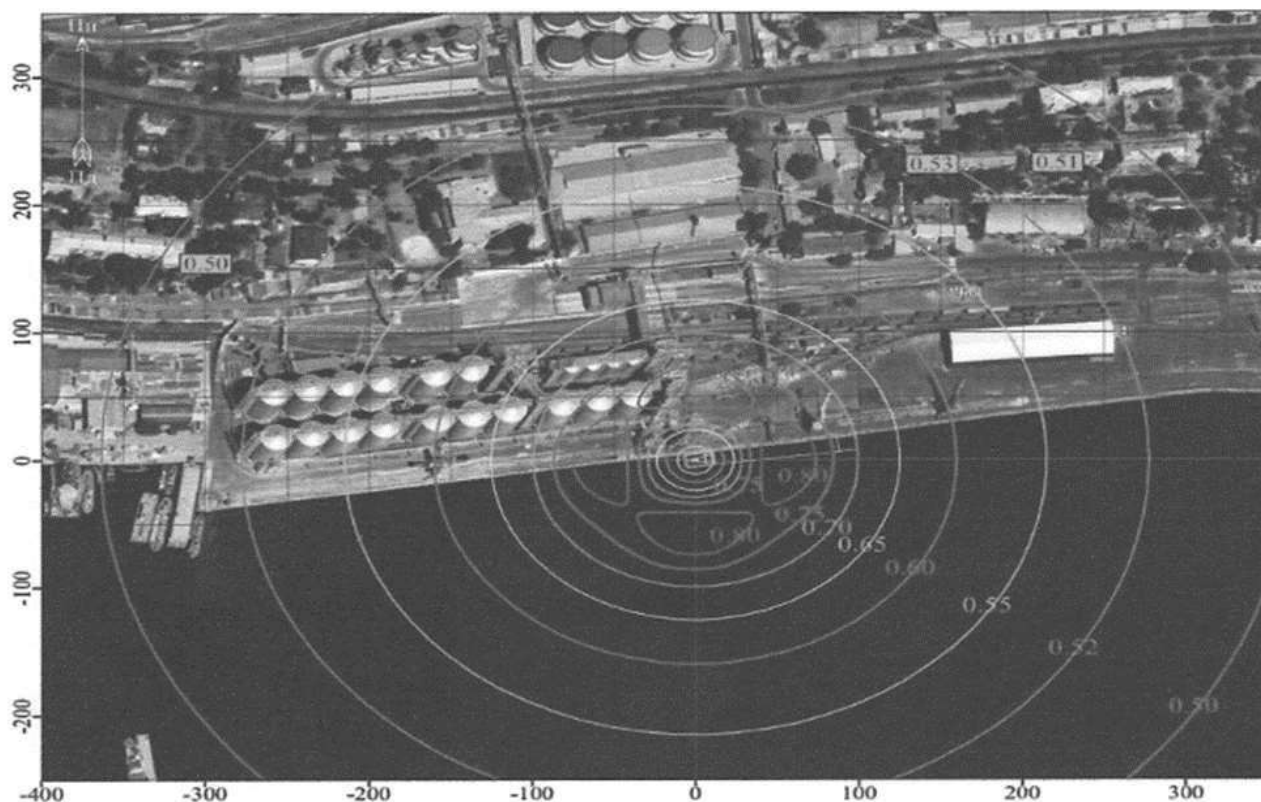
Проведена оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планової діяльності та рекомендації щодо її впровадження.

Обґрунтовані функції системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Система забезпечує виконання наступних функцій: створення статичного шару просторової моделі об'єктів планової діяльності, що складається з геотаксонів, створення атрибутивної бази даних, що описує геотаксони, з прив'язкою її до шару геотаксонів; створення шару комірок змінного розміру; прийом і оброблення даних моніторингу стану об'єктів планової діяльності в умовах можливих надзвичайних

екологічних ситуацій; моделювання екологічних процесів в районі діяльності об'єкта планової діяльності і уточнення параметрів моделі відповідно до даних екологічного моніторингу; візуальне відображення динаміки розповсюдження надзвичайної екологічної ситуації, у вигляді відповідного шару просторової моделі району планової діяльності; діагностика ситуації в районі планової діяльності в умовах можливих надзвичайних екологічних ситуацій за допомогою обчислення екологічних загроз та ризиків для об'єктів планової діяльності і візуальне відображення цих оцінок в просторовій моделі у вигляді динамічних зон на відповідному шарі просторової моделі району планової діяльності; візуалізація геопросторової інформації, необхідної для підтримки прийняття управлінських рішень при плановій діяльності метою якої є підвищення ефективності її сприйняття ОПР. Програмний продукт розроблений за допомогою програмних засобів, що вільно поширюються, таких як Python 3.2, Django, GeoDjango, OpenLayers, СУБД postgresQL 9.4, PostGIS.

Для оцінки ефективності запропонованої інтегрованої автоматизованої системи використаний опис планової діяльності в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень. Для цього були використані ретроспективні дані щодо стратегічної екологічної оцінки та оцінки впливу на навколишнє середовище на прикладі планової діяльності – здійснення робіт технологічного процесу виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій в Миколаївському морському порту) (рис. 11). Запроповану технологію прийняття управлінських екологічних рішень досліджено для також на основі ретроспективних наступних даних для наступних проєктів:

Діоксид азоту



Група сумації №31

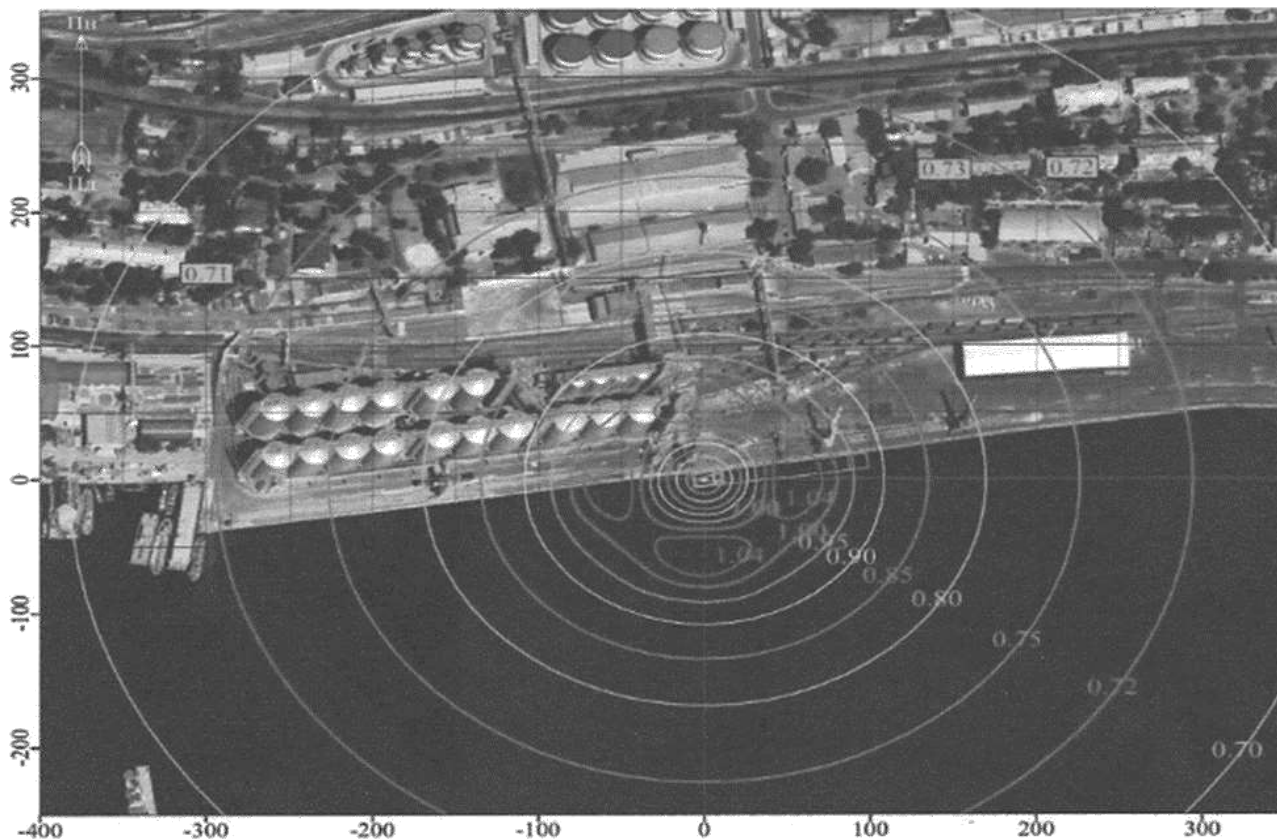


Рис.11 – Ситуаційні карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин (з урахуванням фону) на розрахунковому майданчику Миколаївського морського порту

1. Оцінки впливу на довкілля виконання робіт (2018р.) згідно робочого проєкту «Нове будівництво по відновленню і підтриманню сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану р. Березніговатої в смт Петрове з проведенням робіт по розчищенню водойми».

2. Обґрунтування необхідності здійснення оцінки впливу планової діяльності з реалізації проєкту «Чистка ковша водозабору водопровідної водоочисної станції комунального підприємства «Петрівське» 2019р., на території Петрівської селищної ради Петрівського району Кіровоградської області».

3. Оцінки впливу на довкілля виконання робіт (2018р.) згідно робочого проєкту «Заходи щодо відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану р. Зелена на ділянці мостового переїзду по вул. 8-го Березня в с. Йосипівка Петрівського району Кіровоградської області».

4. Оцінки впливу на довкілля Державного підприємства «Цуманське лісове господарство», Волинське обласне управління лісового та мисливського господарства, Державне агентство лісових ресурсів України (2019р.).

5. Стратегічна екологічна оцінка проєкту внесення змін до генерального плану села Ходосівка Києво-Святошинського району Київської області, 2020р.

6. Стратегічна екологічна оцінка проєкту детального плану території житлової забудови з об'єктами громадського обслуговування в північно-східній частині села Білогородка Києво-Святошинського району Київської області.

7. Стратегічна екологічна оцінка проєкту містобудівної документації

«Внесення змін до генерального плану села Крюківщина Києво-Святошинського району Київської області», 2020 р.

8. Звіт про стратегічну екологічну оцінку проекту «Детального плану території земельної ділянки площею 32,0001 га для будівництва тваринницького сільськогосподарського комплексу в адміністративних межах Великодимерської селищної ради Броварського району Київської області».

9. Стратегічна екологічна оцінка проекту містобудівної документації «Детального плану території на земельну ділянку площею 11,4288 га (Кадастровий номер 3221287001:01:012:0001) для здійснення реконструкції майнового комплексу ПАТ «ППР Броварський» для виробництва 4500 тонн м'яса індички в рік у с. Рожівка Броварського району Київської області».

10. Стратегічна екологічна оцінка проекту містобудівної документації «Детальний план території розташування громадських об'єктів на земельних ділянках площею 6 га в межах с. Крюківщина Києво-Святошинського району Київської області», 2020 р.

11. Стратегічна екологічна оцінка Регіональної екологічної програми «Ліси Кіровоградщини на 2021-2025 роки».

12. Стратегічну екологічну оцінку проекту генерального плану міста Боярка Києво-Святошинського району Київської області, 2020р.

13 Стратегічна екологічна оцінка проекту детального плану території комплексної забудови на території с. Визирка Визирської сільської ради Лиманського району Одеської області (на земельних ділянках орієнтовною площею 380,0 га, що розташовані в межах села Визирка Лиманського району Одеської області).

Результатами експерименту підтверджено, що використання системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень дозволяє збільшити ступінь ефективності прийнятих управлінських екологічних рішень за рахунок: скорочення часу підготовки документів щодо стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на навколишнє середовище, оцінювання екологічних загроз та ризиків (час скорочується: до 1-2 годин при здійсненні СЕО, ОВНС; 5-10 хв. при обробленні повідомлень про виникнення надзвичайних екологічних ситуацій оцінці екологічних загроз та ризиків.); автоматизації доведення інформації, що надійшла до служб оперативного реагування; інформаційно-аналітичної підтримки управлінських рішень при ліквідації надзвичайних екологічних ситуацій; зберігання інформації в БД з прив'язкою до об'єктів планової діяльності; можливості автоматизації формування звітів, ведення статистики, аналізу оперативної обстановки; єдиного інформаційного простору підтримки прийняття управлінських екологічних рішень.

Дискретизація простору розгляду координатної сіткою комірок з розміром менше 10 м призводить до різкого збільшення часу обчислення, а при розмірі комірок від 20 м і вище точність апроксимації є недостатньою. Запропонована система підтримки прийняття управлінських екологічних рішень може забезпечити прийнятні характеристики щодо точності і швидкодії за умови дискретизації простору (місцевості) з розмірами комірок від 10 до 20 м.

Проведеними експериментами також підтверджено, що використання GISForestProject забезпечує зменшення помилок 1 роду (до 10⁻²) та 2 роду (до 10⁻³) та дозволяє ОПР своєчасно приймати адекватні рішення на основі оцінки

екологічного ризику при плановій діяльності об'єктів критичної інфраструктури при виникненні надзвичайних екологічних ситуацій, та відповідно зменшити реальні збитки в умовах надзвичайних екологічних ситуацій. Результати експерименту доводять, що використання СППУЕР дозволяє зменшити тривалість оцінки ситуації та вибору рішення ОПР, що дає можливість знизити залежність від її психофізіологічних і евристичних властивостей та зменшити екологічні ризики від надзвичайних екологічних ситуацій в об'єктах критичної інфраструктури.

В додатках наведені: Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію матеріалів дисертації, акти впровадження. Приведені результати аналізу використання космічних систем в Державній системі екологічного моніторингу. Наведені екранні форми програмного продукту. Представлені результати застосування методики стратегічного екологічного оцінювання з використанням системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень (на прикладі планової діяльності – здійснення робіт технологічного процесу виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій в Миколаївському морському порту). Представлено розроблений Класифікатор завдань системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в автоматизованій системі управління екологічною безпекою. Наведені результати застосування аерокосмічних технологій при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі поставлена і вирішена науково-практична проблема розроблення теоретичних основ та технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності з використанням динамічної просторово-розподіленої моделі екологічних загроз та ризиків, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень.

У процесі дослідження отримані такі нові теоретичні та практичні результати:

1. Проведений аналіз наукової розробленості проблеми прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності, який виявив, що вимоги щодо створення ефективних систем підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру, діючих в реальному часі, з одного боку, та недостатній рівень наукового і методологічного дослідження цих питань з іншого боку викликають протиріччя, які породжують необхідність створення принципово нових підходів до побудови систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при екологічному стратегічному оцінюванні, оцінюванні впливу на навколишнє середовище, оцінюванні екологічних загроз та ризиків, що дозволяє підвищити ефективність та оперативність прийняття рішень.

2. Виконаний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової

діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру. Запропонована концепція природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності, а також концепція екологічного ризику. Здійснений аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою та надана класифікація надзвичайних екологічних ситуацій в екосистемах. На основі аналізу робіт в сфері моделювання екологічних процесів та аналізу робіт в сфері оцінки ризику визначено ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

3. Розроблені концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою, яка ґрунтується на процедурах: формування структури проблемної галузі; формування концепції природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності; формування концепції екологічного ризику; побудова просторової моделі об'єкта планової діяльності.

4. Запропонована методика ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Методика ідентифікації екологічних загроз ґрунтується на використанні розробленої моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою, запропонованої методики оцінки небезпеки та загроз надзвичайних екологічних ситуацій, запропонованої технології діагностики ситуації на основі аналізу екологічного ризику.

5. Розроблено методологію формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Запропонована методологія ґрунтується на застосуванні системного підходу до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою та визначенні інформаційно-комунікаційних аспектах прийняття управлінських рішень і системі управління екологічною безпекою планової діяльності.

6. Розроблені методи формування управлінських екологічних рішень в інтегрованих автоматизованих системах: метод зіставлення даних екологічного моніторингу; метод фільтрації екологічної інформації; метод розпізнавання екологічної ситуації. Запропонована технологія прийняття екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок.

7. Для оцінки ефективності реалізації системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі при управлінні екологічною безпекою науково обґрунтована запропонована технологія підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Удосконалена схема організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності.

8. Оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планової діяльності та рекомендації щодо її впровадження проведена з використанням ретроспективних даних стратегічного екологічного оцінювання, оцінювання впливу на навколишнє

середовище на 14 проєктах планової діяльності (СЕО, ОБНС) з використанням GISForestProject. Результати експерименту були проаналізовані з погляду трьох основних показників прийнятих ОПР, що враховують особливості перелічених критеріїв: оперативність (своєчасність); ефективність; якість. Оперативність (своєчасність) була оцінена як проміжок часу, що спливає з моменту виявлення надзвичайної екологічної ситуації до моменту її остаточної ліквідації. Ефективність оцінена як сукупна вартісна оцінка сил, засобів та ресурсів, що були задіяні на всіх етапах локалізації та ліквідації надзвичайної екологічної ситуації. Якість оцінена як сукупна вартість втрат за час локалізації та ліквідації надзвичайної екологічної ситуації. Результатами експерименту підтверджено, що використання системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень дозволяє збільшити ступінь ефективності прийнятих управлінських екологічних рішень за рахунок: скорочення часу підготовки документів щодо стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на навколишнє середовище, оцінювання екологічних загроз та ризиків (час скорочується: до 1-2 годин при здійсненні СЕО, ОБНС; 5-10 хв. при обробленні повідомлень про виникнення надзвичайних екологічних ситуацій оцінці екологічних загроз та ризиків.); автоматизації доведення інформації, що надійшла до служб оперативного реагування; інформаційно-аналітичної підтримки управлінських рішень при ліквідації надзвичайних екологічних ситуацій; зберігання інформації в базі даних з прив'язкою до об'єктів планової діяльності; можливості автоматизації формування звітів, ведення статистики, аналізу оперативної обстановки; єдиного інформаційного простору підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Проведеними експериментами підтверджено, що використання GISForestProject забезпечує зменшення помилок 1 роду (до 10^{-2}) та 2 роду (до 10^{-3}) та дозволяє ОПР своєчасно приймати адекватні рішення на основі оцінки екологічного ризику при плановій діяльності об'єктів критичної інфраструктури при виникненні надзвичайних екологічних ситуацій, та відповідно зменшити реальні збитки в умовах надзвичайних екологічних ситуацій. Запропонована система підтримки прийняття управлінських екологічних рішень може забезпечити прийнятні характеристики щодо точності і швидкодії за умови дискретизації простору (місцевості) з розмірами комірок від 10 до 20 м. Результати експерименту доводять, що використання СППУЕР дозволяє зменшити тривалість оцінки ситуації та вибору рішення ОПР, що дає можливість знизити залежність від її психофізіологічних і евристичних властивостей та зменшити екологічні ризики від надзвичайних екологічних ситуацій в об'єктах критичної інфраструктури.

9. Розроблений науково-методичний апарат та програмне забезпечення орієнтовано на фахівців, які здійснюють стратегічне екологічне оцінювання, оцінку впливу на навколишнє середовище, оцінювання екологічних загроз та ризиків.

10. Достовірність наукових і практичних результатів підтверджується їх відповідністю методології дослідження поставленого наукового завдання; повнотою розгляду на теоретичному і експериментальному рівнях об'єкта дослідження, що охоплюють його змістовні і процесуальні характеристики; застосуванням комплексу методів, адекватних предмету дослідження і можливістю відтворення результатів дослідження. Достовірність і обґрунтованість результатів дисертації ґрунтуються на: використанні результатів аналізу сучасного стану екологічної безпеки розглянутої

планової діяльності; коректності застосування методів комплексної оцінки впливу ризиків та загроз на ефективність прийняття управлінських рішень; узгодженістю із наявними результатами інших авторів, які надруковані у вітчизняній та зарубіжній літературі; даних про порівняння отриманих результатів з відомими даними та результатами моделювання.

11. У сукупності отримані в роботі результати відкривають перспективи управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії:

1. **Іващенко Т. Г.** Фосфогіпс (екологічно безпечні шляхи утилізації та використання). Монографія/ За загальною науковою редакцією академіка НААН член-кор., д.б.н. Бондаря О. І., // Т.Г.Іващенко, О.І. Бондар, Л.П. Новосельська, В. І. Вінніченко – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 218с.

2. Вінніченко В.І., **Іващенко Т.Г.**, Рязанов О.М. Енергозбереження та екологія виробництва будівельних матеріалів: навч. посібник / В. І. Вінніченко, Т. Г. Іващенко, О. М. Рязанов. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 212с.

3. Сорока Ю.М., **Іващенко Т.Г.**, Улицький О. А., Тищенко М. О. Перспективи використання фосфогіпсу для вирішення еколого-технологічних проблем гірничих підприємств (рос. мовою): Монографія / Під загальною науковою редакцією д.б.н. О. І. Бондаря / Ю. М. Сорока, Т. Г. Іващенко, О. А. Улицький, М. О. Тищенко. – К.: Основа, 2021. – 40с.

4. Машков О. А., **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І. Ю. Застосування системного підходу до проведення оцінки та вивчення еколого-техногенного стану зони відчуження та розроблення рекомендацій щодо природно-ресурсного відновлення на екологічних засадах. Монографія. – К.: Основа. 2021. – 80с.

5. **Іващенко Т.Г.** Стратегічна екологічна оцінка документів державного планування: Монографія / Під загальною науковою редакцією д.б.н. Г. Г. Шматкова / Т. Г. Іващенко. К.: Основа. 2021. – 60с.

Статті у наукових виданнях представлених в наукометричних базах даних:

(Index Copernicus International (Польща); ERIH PLUS (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences); Ulrich'sweb американського видавництва Bowker; Google Scholar)

6. **Taras Ivashchenko.** Design of dynamic structural models of information management system of oving objects / Oleg Mashkov, Maksym Korobchynskyi, Taras

Ivashchenko / Informatyka Automatyka Pomiary w Gospodarce I Ochronie Środowiska / Informatics Control Measurement in Economy and Environment Protection, №4/2013, p. 78-80.

7. **Taras Ivashchenko.** Design of dynamic structural models of information management system of moving objects / Oleg Mashkov, Maksym Korobchynskyi, Taras Ivashchenko / Informatyka, automatyka, pomiary w gospodarce i ochronie środowiska. – Lublin: Centrum Innowacji i Transferu Technologii Lubelskiego Parku Naukowo-Technologicznego, 2013, nr 4. – P.78–80.

8. **Taras Ivashchenko.** Construction method of optimal control system of a group of unmanned aerial vehicles / Maksym Korobchynskyi, Oleg Mashkov, Taras Ivashchenko / Informatyka, automatyka, pomiary w gospodarce i ochronie środowiska. – Lublin : Centrum Innowacji i Transferu Technologii Lubelskiego Parku Naukowo-Technologicznego, 2014. – № 1. – P. 41-43.

9. 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.

10. Машков О.А., **Іващенко Т.Г.**, Мухіна К.Є. Застосування аерокосмічних технологій при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. / НАУКОВИЙ ЧАСОПИС Академії національної безпеки, №1-2 (29-30) 2021, с. 4-27.

Статті у наукових фахових виданнях:

11. **Іващенко Т.Г.** Аналіз особливостей космічної діяльності країн світу в сучасних умовах, як складової розвідувально-інформаційного забезпечення органів безпеки і оборони / Машков О.А., Іващенко Т.Г., Пекарев Д.В., Кондратюк С.А., Маршалок М.Я. / Труды Національної академії оборони України, К., інв 39933, 2004, № 49,с.102-108.

12. **Іващенко Т.Г.** Обґрунтування структури автоматизованого програмно-алгоритмічного комплексу прогнозування та виявлення кризових ситуацій за результатами аналізу космічної обстановки / Машков О.А., Іващенко Т.Г., Пекарев Д.В., Михалевич В.Е./ Збірник наукових праць НАН України, ІПМЕ – «Моделювання та інформаційні технології», 2004, Вип.. 28, с. 35-42.

13. **Іващенко Т.Г.** Сучасна парадигма технологій керування перспективними комплексами керування / Машков О.А., Іващенко Т.Г., Кононов О.А., Самборський І.І. / Наукові праці: Науково-методичний журнал. Т. 106. Вип. 93. Комп'ютерні технології. – Миколаїв: Вид. ЧДУ ім. Петра Могили, 2009, с.143-146.

14. **Іващенко Т.Г.** Науково-теоретичні основи забезпечення функціональної стійкості системи моніторингу навколишнього середовища / Машков О.А., Косенко В.Р., Дурняк Б.В., Іващенко Т.Г., Тимченко О.В./ Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 63, Київ, 2012, с. 202-218.

15. Мнухин А.Г., Насекян Ю.П., Мнухина Н.А., **Иващенко Т.Г.**, Денисенко И. Ю. Очистка питьевых вод от биологических загрязнений в чрезвычайных ситуациях / Екологічні науки: науково-практичний журнал – К.: ДЕА, 2015. - №1(8). – С. 39-44.
16. **Иващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю., Печений В.І. Система моніторингу довкілля в Україні: проблеми та шляхи їх вирішення / Судостроение и морская инфраструктура. - №1(13)2020. – с. 51-56.
17. Новосельська Л.П., **Иващенко Т.Г.** Екологічні властивості бенз(а)пірену – типового забруднювача навколишнього природного середовища / Екологічні науки: науково-практичний журнал – К.: ДЕА, 2018. - №2(21). – С. 30-35.
18. Ковалевський В.В., Лисиченко О.Г., Шаго Є.П., **Иващенко Т.Г.** Застосування інфрачервоного сканування для вирішення завдань екологічної та техногенної безпеки / Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист – Вип. 4. – 2012. – С. 4-11.
19. **Иващенко Т.Г.**, Пушкарьова І.Д. Оцінка екологічного стану ґрунтів територій Сакського державного хімічного заводу / Екологічна безпека. – 2014. - № 1(17). – С. 64-68.
20. **Иващенко Т.Г.**, Пушкарьова І.Д. Визначення забруднюючих речовин ґрунту територій промислових підприємств та ідентифікація їх екологічної небезпеки / Вісник полтавської державної аграрної академії. – 2014. - №4 – С.102-105.
21. Новосельська Л.П., **Иващенко Т.Г.** Характеристика сапропелів та екологічна безпека їх видобутку / Екологічні науки: науково-практичний журнал. – Київ, – 2014. - № 6. – С. 155-159.
22. **Иващенко Т.Г.** Напрямки удосконалення системи безпеки об'єктів ядерно-паливного циклу / Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2014. - № 3(70) – С. 113-117.
23. **Иващенко Т.Г.** Удосконалення системи безпеки транспортування радіоактивних матеріалів / Автомобільний транспорт. – Харків, 2014. – Вип. 35 – С. 14-19.
24. **Иващенко Т.Г.**, Индже И.Д. Экологические аспекты технологий утилизации фосфогипса / Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». – 2014. - №2 (73). – С. 223-228.
25. **Иващенко Т.Г.** Основные параметры установки для термообработки твердой взвеси фосфогипса в потоке теплоносителя для его экологически безопасной переработки / Екологічні науки: науково-практичний журнал. – Київ, 2015. - № 3-2014 (7) – С. 157-163.
26. Машков О.А., **Иващенко Т.Г.**, Тупкало В.М. Методологічні аспекти екологічного аудиту системи менеджменту підприємств / Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: ДЕА, 2020.-№ 6(33), 2020, с. 68-78.

Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір:

27. Бондар О.І., Іващенко Т.Г., Прибисько Г.В., Денисенко І.Ю., Маслянюк С.В. Пристрій для очищення внутрішньої поверхні труб від твердих відкладень / Патент на корисну модель № 107545, № заявки у 2015 12828, опубл. 10.06.2016, Бюл. № 11.

28. Бондар О.І., Іващенко Т.Г., Прибисько Г.В., Маслянюк С.В., Денисенко І.Ю. Пристрій для очищення внутрішньої поверхні труб від твердих відкладень / Патент на винахід № 112949, № заявки у 2015 12827, опубл. 10.11.2016, Бюл. № 21.

29. Федоров Г.Д., Савченко О.Г., Вінниченко В.І., Іващенко Т.Г. Кобилев В.С., Куземський В.В., Супряга А.В. Тарілчасто-валковий млин / Пат. 106831 України на винахід МПК51 (2014) B02C 15/06 (2006.01), – а 2013 06230; опубл. 10.10.2014. Бюл. № 19.

30. Іващенко Т.Г. «Стратегічна екологічна оцінка документів державного планування»: авторське свідоцтво №102333; заявл. 13.01.2021р. № с202100094, ідентифікатор елект. Документу CR 0082040221/

Публікації апробаційного характеру:

31. Бондар О.І., Новосельська Л.П., **Іващенко Т.Г.** Основи біологічної та генетичної безпеки (екологічна складова), Херсон: ФОПГ Грінь Д., 2016, - 392с.

32. **Т.Г. Іващенко Т.Г.**, Вінниченко В.І., Рязанов О.М. Енергозбереження та екологія виробництва будівельних матеріалів, Херсон: ФОПГ Грінь Д., 2017, - 211с.

33. Бондар О. І., **Іващенко Т.Г.**, Новосельська Л. П. Основи біологічної безпеки (екологічна складова): навчальний посібник, Херсон: ФОПГ Грінь Д., 2014. – 324с.

34. **Іващенко Т.Г.**, Корабльова А.І., Шматков Г.Г., Новосельська Л.П. Основи екології та екологічні засади ефективного управління в сфері природокористування : навчальний посібник, Херсон: Олді-плюс., 2014. – 327с.

35. **Іващенко Т.Г.**, Пушкарьова І.Д., Денисенко І.Ю. Управління поводження з відходами видобутку та переробки уранових руд в Україні / Форум «Довкілля для України», 2014.

36. Бондар О.І., **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю., Примаченко Д.П. Екологічні аспекти гідродинамічного способу очищення обладнання нафтопромислового виробництва / Міжнар. період. наук. збірник «Інтегроване управління водними ресурсами» / відп. редактор В. І. Щербак. – 2014, с. 379.

37. **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю., Індже І.Д. Деякі аспекти впливу природних радіонуклідів на здоров'я людини / VIII НТК «Екологія людини». – Житомир: ЖНАУ, Т.2, 2014. – С. 90-92.

38. Бондар О.І., **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю. Еколого-економічні аспекти радіаційно забрудненого технологічного обладнання нафтогазовидобувної

промисловості України / МНКМВ «Еколого-економічні проблеми сучасності у дослідженнях молодих науковців». – Одеса: ОДЕУ, 2015. – С. 59-61.

39. **Іващенко Т.Г.**, Прибисько Г.В., Маслянюк С.В., Денисенко І.Ю. Екологічні аспекти очищення технологічного обладнання, забрудненого джерелами опромінення природного походження / XIII МНТК «Проблеми екологічної безпеки». – Кременчук: КНУ ім. М. Остроградського, 2015. – С. 50.

40. **Іващенко Т.Г.**, Прибисько Г.В., Денисенко І. Ю. Очищення технологічного обладнання нафтогазовидобувної промисловості, забрудненого джерелами опромінення природного походження / II МНПК «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». – Львів: ЛДУ безпеки життєдіяльності, 2015. – С. 203 – 204.

41. **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю. Впровадження технології очищення обладнання нафтогазовидобувної промисловості, забрудненого джерелами опромінення природного походження / Матеріали форуму «Ресурсоефективне та чисте виробництво (РЕЧВ): скорочення та безпечна утилізація відходів». – Київ: Інформаційно-просвітницький Організаційний центр, 2015, с.3.

42. **Іващенко Т.Г.**, Прибисько Г.В., Денисенко І.Ю., Маслянюк С.В. Екологічні аспекти очищення технологічного обладнання нафтогазовидобувної промисловості від радіоактивних відкладень / Збірник тез доповідей XIV МНТК «Проблеми екологічної безпеки». – Кременчук: Кременчуцький Націон.у-тет імені Михайла Остроградського, 12-14 жовтня 2016. – С. 33.

43. **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю., Прибисько Г.В., Маслянюк С.В. Екологічні та економічні аспекти зберігання та очищення від радіоактивних забруднень насосно-компресорних труб нафтогазовидобувної промисловості / Матеріали круглого столу в рамках Міжнародного екологічного Форуму «Довкілля для України» «Екологічний стан та перспективи розвитку Чорнобильської зони відчуження». – Київ, 27 квітня 2016.

44. **Іващенко Т.Г.**, Прибисько Г.В., Денисенко І.Ю., Маслянюк С.В. Екологічні аспекти зберігання та очищення від радіоактивних забруднень насосно-компресорних труб нафтогазовидобувної промисловості / Праці та повідомлення IV Міжнародної конференції «Хімічна і радіаційна безпека: проблеми і рішення». – Київ: ІГНС, 2016. – С. 75.

45. **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю., Печений В.Л. Спеціальна експериментальна аналітична лабораторія як мобільний комплексний засіб вимірювання концентрацій газових забруднювачів та пилу в атмосферному повітрі населених пунктів та санітарних зонах промислових підприємств / Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екології та енергезбереження». – Миколаїв, 20-22 вересня 2019р. – С. 22-23.

46. Грінко О.М., Денисенко І.Ю., **Іващенко Т.Г.** Екологічна безпека під час дезактивації металевих поверхонь, забруднених радіоактивними відкладеннями за допомогою екзотермічної суміші / Екологічна безпека та технології захисту довкілля: науковий журнал.- №1, 2019. – С.21-25.

47. Гринько О.М., **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю. Екологічна безпека під час дезактивації металевих поверхонь, забруднених радіоактивними відкладеннями за допомогою екзотермічної суміші / Екологічна безпека та технології захисту довкілля/науковий журнал. – К.: Науковий парк Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління «Чорнобиль», 2019. - №1/2019. – С. 21-25.

48. **Іващенко Т.Г.**, Гладиш А.В. Перспективи утилізації фосфогіпсу як матеріалу вогнегасних перешкод та компонента вогнегасних речовин / Екологічна безпека та технології захисту довкілля/науковий журнал. – К.: Науковий парк Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління «Чорнобиль», 2019. - №1/2019. – С. 70-76.

49. **Ivashchenko T.**, Mokrenko N. Vinnichenko V., Process Sing Phosphogypsum In Building Products / Weimar Conference (30-31.03.2011). - Weimar Bundesrepublik Deutschland TAGUNGSBERICHT, 2011. – P.309-316.

50. Винниченко В.И., Мокренко Н.Н., Виценко Н.Ю., **Іващенко Т.Г.** Технология производства строительных материалов и изделий из фосфогипса / Сборник тезисов докладов Международного научного симпозиума «Инновации в области применения гипса в строительстве» (31 мая – 01 июня 2012г., г. Москва). – ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», Группа КНАУФ СНГ, 2012. – С. 7-10.

51. Пушкарьова І.Д., **Іващенко Т.Г.**, Новосельська Л.П. Роль вищих водяних рослин у процесах очистки та доочистки стічних вод тваринницьких комплексів / Інтегроване управління водними ресурсами: Міжнародний періодичний науковий збірник. – К.:ДЕА, 2013. - №1 – С. 240-245.

52. Бондар О.І., **Іващенко Т.Г.**, Денисенко І.Ю., Примаченко Д. П. Екологічні аспекти гідродинамічного способу очищення обладнання нафтопромислового виробництва / Міжнародний періодичний науковий збірник «Інтегроване управління водними ресурсами: дослідження, інновації, освіта». – Київ, 2014. – С. 345-351.

53. Винниченко В.И., Костюк Т.А., Мокренко Н.Н., **Іващенко Т.Г.** Строительные материалы на основе фосфогипса / Сухие строительные смеси. – Москва. – 2014. - № 3. – С. 18-19.

54. **Іващенко Т.Г.** Наукові основи екологічно безпечного поводження з забрудненим технологічним обладнанням / Збірник тез доповідей XIII МНТК «Проблеми екологічної безпеки» (8-9 жовтня 2014р., м. Кременчук), 2014. – С. 48.

АНОТАЦІЯ

Іващенко Т.Г. Розвиток наукових основ управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. – На правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека. – Державний заклад «Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління» Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Київ, 2021.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню актуальної науково-практичної проблеми розроблення теоретичних основ та технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності з використанням динамічної просторово-розподіленої моделі екологічних загроз та ризиків, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень.

На основі системного підходу проведений аналіз: стану реалізації систем стратегічного екологічного оцінювання; аналіз проблем автоматизації оцінки впливу на навколишнє середовище; аналіз існуючих підходів щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем при управлінні екологічною безпекою. Поставлена проблема ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Проведений аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою та надана класифікація процесів руйнівного характеру в екосистемах. На основі аналізу робіт в сфері моделювання екологічних процесів та аналізу робіт в області оцінки ризику визначено ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Представлено структуру проблемної області та обґрунтована концепція природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності. Розроблені наукові засади розроблення моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Проведена якісна оцінка компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегрованих автоматизованих системах. На основі аналізу екологічного ризику та ідентифікації надзвичайної екологічної ситуації в інтегрованих автоматизованих системах запропонована методика діагностики ситуації на основі аналізу екологічного ризику. Розроблена методологія системного підходу до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою. Розроблені методи формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах: метод зіставлення даних екологічного моніторингу; метод фільтрації екологічної інформації; метод розпізнавання екологічної ситуації. Запропонована технологія прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок. Розроблена методика побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень. З'ясоване наукове обґрунтування технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Запропоновано схему організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності. Здійснена оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планової діяльності та рекомендації щодо її впровадження. Приведені результати аналізу використання космічних систем в Державній системі екологічного моніторингу. Наведені екранні форми програмного продукту. Представлені результати застосування методики стратегічного екологічного оцінювання з використанням системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень (на прикладі планової діяльності – здійснення

робіт технологічного процесу виконання приймально-навантажувально-

перевантажувальних операцій в Миколаївському морському порту). Представлено розроблений Класифікатор завдань системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в автоматизованій системі управління екологічною безпекою. Наведені результати застосування аерокосмічних технологій при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Ключові слова: аерокосмічні технології, екологічна безпека, екологічні загрози та ризики, експертні оцінки, інтегрована автоматизована система, оцінка впливу на навколишнє середовище, підтримка прийняття управлінських екологічних рішень, планована діяльність, стратегічне екологічне оцінювання, управління екологічною безпекою.

АНОТАЦІЯ

Иващенко Т.Г. Развитие научных основ управления экологической безопасностью планируемой деятельности с помощью интегрированных автоматизированных систем. - На правах рукописи. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 21.06.01 - Экологическая безопасность. - Государственная экологическая академия последипломного образования и управления Минприроды Украины, Киев, 2021.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-практической проблемы разработки теоретических основ и технологии поддержки принятия управленческих экологических решений при плановой деятельности с использованием динамической пространственно-распределенной модели экологических угроз и рисков, обеспечивает повышение оперативности и эффективности управленческих экологических решений.

Проведен анализ современных проблем создания интегрированных автоматизированных систем стратегического экологического оценивания, оценки воздействия на окружающую среду, оценки экологических рисков. Проведен анализ проблемы управления экологической безопасностью плановой деятельности поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера. Разработаны концептуально-методические основы построения интегрированной автоматизированной системы управления экологической безопасностью. Разработаны научные основы идентификации экологических угроз и рисков с помощью интегрированных автоматизированных систем. Разработана методология формирования управленческих информационных решений в интегрированных автоматизированных системах. Оценена эффективность реализации системы поддержки принятия управленческих информационных экологических решений в автоматизированной системе при управлении экологической безопасностью.

Ключевые слова: аэрокосмические технологии, экологическая безопасность, экологические угрозы и риски, экспертные оценки, интегрированная автоматизированная система, оценка воздействия на окружающую среду, поддержка принятия управленческих экологических решений, плановая деятельность, стратегическое экологическое оценивание, управление экологической безопасностью.

ABSTRACT

Ivashchenko T.G/ Development of scientific bases of ecological safety management of planned activity by means of integrated automated systems. - On the rights of the manuscript. The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of technical sciences on a specialty 21.06.01 - Ecological safety. - State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Environment of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the solution of the actual scientific and practical problem of development of theoretical bases and technology of support of acceptance of administrative ecological decisions at planned activity with use of dynamic spatially distributed model of ecological threats and risks that provides increase of efficiency and efficiency of administrative ecological decisions.

On the basis of the system approach the analysis is carried out: a condition of realization of systems of strategic ecological estimation; analysis of problems of automation of environmental impact assessment; analysis of existing approaches to the construction of integrated automated systems in environmental safety management. The problem of risk-oriented support of environmental decision-making in integrated automated systems is posed. An analysis of existing decision support systems in integrated automated environmental safety management systems and a classification of destructive processes in ecosystems. Based on the analysis of works in the field of modeling of environmental processes and analysis of works in the field of risk assessment, the degree of scientific development of the problem of risk-oriented decision-making in integrated automated environmental safety management systems is determined. The structure of the problem area is presented and the concept of natural-technogenic system as an object of planned activity is substantiated. Scientific bases of development of model of ecological objects in the integrated automated control systems of ecological safety are developed. A qualitative assessment of the components of the risk of environmental emergency in integrated automated systems. Based on the analysis of environmental risk and identification of environmental emergencies in integrated automated systems, a method of diagnosing the situation based on environmental risk analysis is proposed. The methodology of the system approach to construction of the integrated automated control systems of ecological safety is developed. Methods of formation of managerial information decisions in integrated automated systems are developed: method of comparison of ecological monitoring data; method of filtering environmental information; method of recognizing the ecological situation. The technology of making information ecological decisions with application of a method of expert estimations is offered. The technique of construction of a tree of the purposes and allocation of functional tasks in system of support of decision-making is developed. The scientific substantiation of technology of support of acceptance of administrative ecological decisions at planned activity by means of the integrated automated systems is given. The scheme of the organization of process of support of acceptance of administrative ecological decisions at planned activity is offered. An assessment of the effectiveness of the application of the support system for environmental management decisions in the management of planned activities and recommendations for its implementation. The results of the analysis of the use of space systems in the State system

of ecological monitoring are given. The screen forms of the software product are given. The results of application of the methodology of strategic ecological assessment with the use of the system of support of managerial ecological decisions (on the example of planned activity - implementation of works of technological process of acceptance-loading-reloading operations in the Nikolaev seaport are presented). The developed Classifier of tasks of the system of support of management ecological decisions in the automated system of management of ecological safety is presented. The results of application of aerospace technologies at management of ecological safety of the planned activity by means of the integrated automated systems are resulted.

Keywords: aerospace technologies, environmental safety, environmental threats and risks, expert assessments, integrated automated system, environmental impact assessment, support for management environmental decisions, planning activities, strategic environmental assessment, environmental.