

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

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

ІВАЩЕНКО Тарас Григорович

УДК 574.08:681.78:629.52.7

ДИСЕРТАЦІЯ

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

21.06.01 – Екологічна безпека

Галузь знань – технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Т.Г. Іващенко

Науковий консультант: БОНДАР Олександр Іванович,
доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НААН України

Київ – 2021

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. – Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Київ, 2021.

Дисертаційну роботу присвячено вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми розробки 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.

Об'єктом дослідження в роботі є процес підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності в умовах екологічних ризиків та загроз. Предмет дослідження – моделі та методи підтримки прийняття управлінських рішень при управлінні екологічною безпекою.

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, теорії нечітких множин і нечіткої логіки, на основі яких розроблено методику 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 було опрацьовано методами статистичної та математичної обробки даних з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2010.

На основі системного підходу проведено 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. Проведено 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 у 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. Розроблено наукові засади створення моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Проведено якісну оцінку 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. Розроблено методологію системного підходу до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою. Запропоновані 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. Надано наукове обґрунтування технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Запропоновано схему організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності. Здійснено оцінку ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планової діяльності та рекомендації щодо її впровадження. Приведено результати аналізу використання космічних систем в Державній системі екологічного моніторингу. Наведено екранні форми програмного продукту. Представлено 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. Наведено результати застосування аерокосмічних технологій при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

У дисертаційній роботі вперше:

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

– розроблено метод розпізнавання екологічної ситуації, який ґрунтується на використанні аерокосмічних технологій стосовно всієї екосистеми, а не окремих ознак і фактів та 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;

– розроблено технологію прийняття інформаційних екологічних рішень з 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 адекватно 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 оперативної ваги

(важливості) екологічного повідомлення запропоновано враховувати характеристики джерел інформації та умови спостережень замість ймовірного представлення у вигляді фільтраційної процедури з застосуванням експертних оцінок.

Отримали подальший розвиток:

– механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою, який 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 у 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».

У першому розділі «Аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків» проведено: 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. Визначено перспективи створення автоматизованих систем управління екологічною безпекою та формалізація теми дисертаційної роботи.

У другому розділі «Аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру» здійснено системологічний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності, а саме: застосовано системний підхід до аналізу проблемної області, надана концептуалізація проблемної області; розглянуто особливості ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в екосистемах при управлінні екологічною безпекою. Формалізовано постановку проблеми ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Зроблено аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Надана класифікація процесів

руйнівного характеру в екосистемах. Визначено ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою: надано аналіз робіт у сфері моделювання екологічних процесів; аналіз робіт в області оцінки ризику.

Третій розділ «Концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою» присвячено розробки структури проблемної області. Сформована концепція природно-техногенної системи, як об'єкта планової діяльності. Розглядається концепція екологічного ризику. Побудована просторова модель об'єкта планової діяльності: запропонована основна топологічна модель природно-техногенної системи; розглянуто рівень комірок просторової моделі об'єкта планової діяльності; розглянуто статичну складову просторової моделі на рівні геотаксонів; розглянуто на рівні геотаксонів рівень динаміки процесу руйнівного характеру в екосистемі; визначено верхній рівень зони просторової моделі екосистеми; побудована просторова модель природно-техногенної системи; розглянуто розмивання топологічної моделі екосистеми.

У четвертому розділі «Ідентифікація екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем» розроблено моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою. Надана якісна оцінка небезпеки надзвичайної екологічної ситуації. Здійснено оцінку загроз надзвичайних екологічних ситуацій: визначена кількісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації; надана якісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації. Формалізована якісна оцінка компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах. Проведено діагностику ситуації на основі аналізу екологічного ризику: проведено аналіз екологічного ризику; здійснена ідентифікація надзвичайної екологічної ситуації а інтегрованих автоматизованих системах

У п'ятому розділі «Розробка методології формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах» запропонований системний підхід до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою. Досліджені інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планованої діяльності. Розроблено метод формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах: розглянуто процес прийняття інформаційних екологічних рішень; застосовано метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз; розглянуто метод фільтрації екологічної інформації; запропоновано метод розпізнавання екологічної ситуації. Розроблено та обґрунтовано технологію прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок. Розроблено методіку побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень.

У шостому розділі «Оцінка ефективності реалізації системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі при управлінні екологічною безпекою» присвячено науковому обґрунтуванню технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час планованої діяльності засобами інтегрованих автоматизованих систем. Запропоновано схему організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при плановій діяльності. Надана оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні плановою діяльністю та рекомендації щодо її впровадження.

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.

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, планова діяльність, стратегічне екологічне оцінювання, управління екологічною безпекою.

Список публікацій здобувача

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 Ivashcenko.** Design of dynamic structural models of information management system of moving objects / Oleg Mashkov, Maksym Korobchynskiy, Taras Ivashcenko / Informatyka Automatyka Pomiaru w Gospodarce I Ochronie Środowiska / Informatics Control Measurement in Economy and Environment Protection, №4/2013, p. 78-80.

7. **Taras Ivashcenko.** Design of dynamic structural models of information management system of moving objects / Oleg Mashkov, Maksym Korobchynskiy, Taras Ivashcenko / 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 Ivashcenko.** Construction method of optimal control system of a group of unmanned aerial vehicles / Maksym Korobchynskiy, Oleg Mashkov, Taras Ivashcenko / 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., Пекарєв 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., Пекарєв 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., **Іващенко 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. **Іващенко 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., **Іващенко 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., **Іващенко 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. **Іващенко Т.Г.**, Пушкарьова І.Д. Оцінка екологічного стану ґрунтів територій Сакського державного хімічного заводу / Екологічна безпека. – 2014. - № 1(17). – С. 64-68.

20. **Іващенко 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., **Іващенко Т.Г.** Характеристика сапропелів та екологічна безпека їх видобутку / Екологічні науки: науково-практичний журнал. – Київ, – 2014. - № 6. – С. 155-159.

22. **Іващенко 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. **Іващенко Т.Г.** Удосконалення системи безпеки транспортування радіоактивних матеріалів / Автомобільний транспорт . – Харків, 2014. – Вип. 35 – С.14-19.

24. **Іващенко 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. **Іващенко 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., **Іващенко 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.**, Прибителько 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.**, Прибителько 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.**, Вінніченко 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.**, Прибителько 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.**, Прибителько 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.**, Прибителько 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., Прибителько 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.**, Прибителько 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. Грінько 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. Грінько 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.

ANNOTATION

Ivashchenko T.G. Development of scientific bases of management of ecological safety of the planned activity by means of the 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 Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the solution of the actual scientific and applied 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.

The object of research in the work is the process of supporting the management of environmental decisions in the planned activities in terms of environmental risks and threats. The subject of research - models and methods to support management decisions in environmental safety management

To solve the tasks in the dissertation were used: methods of system analysis and synthesis of management decisions, methods of mathematical modeling and functional analysis for system analysis of information technology to assess the state of the environment; methods of fuzzy set theory and fuzzy logic to assess the danger of objects; methods of expert systems, fuzzy set theory and fuzzy logic, on the basis of which a method for assessing the danger of a complex object has been developed. Matrix theory, integral calculus, and simulation techniques using the Matlab computer program were also used to evaluate the effectiveness of creating and applying systems to support managerial environmental decision-making. The obtained research results were processed by methods of statistical and mathematical data processing using Microsoft Exel 2010 software.

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. The analysis of existing decision support systems in integrated automated environmental safety management systems is carried out and the classification of destructive processes in ecosystems is given. Based on the analysis of work in the field of modeling of environmental processes and analysis of work 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 environmental emergency risk in integrated automated systems. Based on the analysis of environmental risk and the 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 management information decisions in the integrated automated systems are developed: a method of comparison of data of ecological monitoring; 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 method 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

managerial 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.

In the dissertation for the first time:

- the methodology of creation of the integrated automated systems (integrated information-control complexes) which allow to complex information (hardware and software) resources in system of management of ecological safety, at carrying out of strategic ecological estimation is offered; conducting environmental impact assessments; environmental threat and risk assessment;

- conceptual and methodical bases of construction of the integrated automated system of management of ecological safety which is based on procedures are developed: formation of structure of a problem area of planned activity; formation of the concept of natural-technogenic system as an object of planned activity; formation of the concept of ecological risk; construction of a spatial model of the object of planned activity;

- developed a method of recognizing the ecological situation, which is based on the use of aerospace technologies for the whole ecosystem, rather than individual features and facts and provides the following procedures: selection of information related to the ecological situation, systematization of ecological information according to certain features, modeling determination of the degree of reliability, description of the situation, making an environmental information decision;

- the technology of making information ecological decisions with application of a method of expert estimations for training of systems of support of decision-making of management in the integrated automated systems is developed.

Improved:

- methods of identification of environmental threats and risks using integrated automated systems, which provides for: development of an information model of environmental facilities in integrated automated environmental safety management

systems; qualitative assessment of the danger of ecological emergency; environmental emergency threat assessment; qualitative assessment of the components of environmental emergency risk in integrated automated systems, which in contrast to existing approaches allows to more adequately assess the risk in the development of environmental emergencies by building a risk surface, and normalized assessment of environmental risk;

- a method of comparing environmental monitoring data in assessing environmental risks and threats, in which when determining the operational weight (importance) of the environmental message it is proposed to take into account the characteristics of information sources and observation conditions instead of probabilistic representation in the form of filtering procedure using expert assessments.

Received further development:

- the mechanism of organizational ecological management of ecological safety which provides a separate branch of strategic and situational management in system of support of acceptance of administrative ecological decisions of the integrated automated systems at the expense of the offered stages: formulation of the purposes of ecological management; definition of the object of ecological management; structural synthesis of the ecological object model; identification of ecosystem model parameters; planning of experiments in the ecosystem; synthesis of environmental management; implementation of environmental management; correction in the environmental management system.

- algorithm for diagnosing the eco-situation in the environmental safety management system of planned activities using integrated automated systems, in which, unlike the existing ones, it is proposed to calculate the distances between the current environmental situation and certain classes of situations based on symptoms. project planning activity.

The practical significance of the obtained results is that the scientific results of the dissertation research are the solution of the scientific problem and constitute the

scientific basis (concepts, principles, models, methods) and instrumental basis (algorithms and information technology) of development of support systems for environmental management in environmental management. security of planned activities with the help of integrated automated systems. The results of the dissertation are implemented in the Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine (act from 10.09.2019), State Enterprise "Barrier" (act from 11.12.2020), Department of Ecology, Natural Resources and Fuel and Energy Complex of Kirovohrad Regional State Administration (Act of March 23, 2020), Department of Ecology and Natural Resources of Cherkasy Regional State Administration (Act of February 20, 2020), Research and Production Implementation Firm "Geotechnology", Kyiv (Act of December 21, 2020), as well as in the educational process at the State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management of the Ministry of Environment of Ukraine, Kyiv (act of 10.12.2019) in teaching disciplines for students majoring in ecology and environmental protection - "Methodology and organization of research", "Philosophy of Science" and innovative development ".

In the first section "Analysis of modern problems of creating integrated automated systems of strategic environmental assessment, environmental impact assessment, environmental risk assessment": analysis of the implementation of strategic environmental assessment systems; analysis of problems of automation of environmental impact assessment; analysis of existing approaches to the construction of integrated automated systems in environmental safety management. Prospects for the creation of automated environmental safety management systems and formalization of the topic of the dissertation are determined.

In the second section "Analysis of the problem of environmental safety management of planning activities to support decision-making in natural emergencies" carried out a systematic analysis of the problem of environmental safety management of planned activities, namely: applied a systematic approach to problem area analysis; features of risk-oriented decision support in ecosystems in

environmental safety management are considered. The problem of risk-oriented support of environmental decision-making in integrated automated systems is formalized. An analysis of existing decision support systems in integrated automated environmental safety management systems is made. The classification of destructive processes in ecosystems is given. The degree of scientific elaboration of the problem of risk-oriented decision-making in integrated automated environmental safety management systems is determined: the analysis of works in the field of modeling of ecological processes is given; analysis of work in the field of risk assessment.

The third section "Conceptual and methodological foundations of building an integrated automated environmental safety management system" is devoted to developing the structure of the problem area. The concept of natural-technogenic system as an object of planned activity is formed. The concept of ecological risk is considered. The spatial model of the object of planned activity is constructed: the basic topological model of natural-technogenic system is offered; the level of cells of the spatial model of the object of planned activity is considered; the static component of the spatial model at the level of geotaxons is considered; the level of dynamics of the process of destructive nature in the ecosystem is considered at the level of geotaxons; the upper level of the zone of the spatial model of the ecosystem is determined; a spatial model of the natural-technogenic system is built; the erosion of the topological model of the ecosystem is considered.

In the fourth section "Identification of environmental threats and risks using integrated automated systems" models of ecological objects in integrated automated environmental safety management systems are developed. A qualitative assessment of the danger of an environmental emergency is provided. The assessment of threats of ecological emergency situations is carried out: the quantitative assessment of threat of emergency ecological situation is defined; a qualitative assessment of the threat of an environmental emergency is provided. The qualitative assessment of the components of the risk of ecological emergency in integrated automated systems is formalized. Diagnosis of the situation on the basis of the analysis of ecological risk is carried out:

the analysis of ecological risk is carried out; identification of the ecological emergency situation and integrated automated systems.

In the fifth section "Development of methodology for the formation of management information solutions in integrated automated systems" system approach is applied to the construction of integrated automated environmental management systems. The information and communication aspects of management decision-making in the environmental safety management system of planned activities are considered. The method of formation of administrative information decisions in the integrated automated systems is developed: the process of acceptance of information ecological decisions is considered; the method of comparison of data of ecological monitoring at an estimation of ecological risks and threats is applied; the method of filtering ecological information is considered; the method of recognition of an ecological situation is offered. The technology of making informational ecological decisions with the use of the method of expert assessments is developed and substantiated. 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 sixth section "Evaluation of the effectiveness of the support system for management information environmental decisions in the automated system for environmental safety management" is devoted to the scientific substantiation of technology support for management environmental decision-making in planning activities using integrated automated systems. 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 management support system for environmental management decisions in the management of planned activities and recommendations for its implementation.

As a result of the dissertation, 54 scientific works were published: 5 monographs, 16 publications in professional scientific journals, including 6 individual ones, including 5 publications in the scientometric database Ulrich'sweb of the American publishing house Bowker, Index Copernicus International (Poland); ERIH

PLUS (European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences); Google Scholar, 4 copyright certificates for the work and an additional 24 publications in international and national conferences.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	32
ВСТУП	33
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ СТВОРЕННЯ ІНТЕГРОВаних АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СТРАТЕГІЧНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ, ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ, ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ	47
1.1 Аналіз стану реалізації систем стратегічного екологічного оцінювання	47
1.2 Аналіз проблем автоматизації оцінки впливу на навколишнє середовище	61
1.3 Аналіз існуючих підходів щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем при управлінні екологічною безпекою	71
1.4 Перспективи створення автоматизованих систем управління екологічною безпекою та формалізація теми дисертаційної роботи	78
Висновки до розділу 1	89
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ	92
2.1 Системологічний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності	92
2.1.1 Системний підхід до аналізу проблемної області	92
2.1.2 Концептуалізація проблемної області	95

2.1.3 Особливості ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в екосистемах при управлінні екологічною безпекою	101
2.2 Постановка проблеми ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень в інтегрованих автоматизованих системах	105
2.3 Класифікація процесів руйнівного характеру в екосистемах	111
2.4 Ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою	114
2.4.1 Аналіз робіт в області моделювання екологічних процесів	114
2.4.2 Аналіз робіт в області оцінки ризику	117
Висновки до розділу 2	131
РОЗДІЛ 3 КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ	134
ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ	
3.1 Структура проблемної області	134
3.2 Концепція природно-техногенної системи, як об'єкта планованої діяльності	138
3.3 Концепція екологічного ризику	144
3.4 Побудова просторової моделі об'єкта планованої діяльності	153
3.4.1 Основна топологічна модель природно-техногенної системи	153
3.4.2 Рівень комірок просторової моделі об'єкта планованої діяльності	160
3.4.3 Статична складова просторової моделі: рівень геотаксонів	163
3.4.4 Рівень динаміки процесу руйнівного характеру в екосистемі	172

3.4.5 Верхній рівень просторової моделі екосистеми: зони	173
3.4.6 Побудова просторової моделі природно-техногенної системи	175
3.4.7 Розмивання топологічної моделі екосистеми	176
Висновки до розділу 3	180
РОЗДІЛ 4 ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ ТА РИЗИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ	182
4.1 Розробка моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою	183
4.2 Якісна оцінка небезпеки надзвичайної екологічної ситуації	192
4.3 Оцінка загроз надзвичайних екологічних ситуацій	195
4.3.1 Кількісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації	196
4.3.2 Якісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації	201
4.4 Якісна оцінка компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах	207
4.5 Діагностика ситуації на основі аналізу екологічного ризику	208
4.5.1 Аналіз екологічного ризику	208
4.5.2 Ідентифікація надзвичайної екологічної ситуації а інтегрованих автоматизованих системах	215
Висновки до розділу 4	220
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РІШЕНЬ В ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ	223
5.1 Системний підхід до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою	223
5.2 Інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планованої діяльності	247

5.3	Метод формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах	250
5.3.1	Процес прийняття інформаційних екологічних рішень	257
5.3.2	Метод зіставлення даних екологічного моніторингу	263
5.3.3	Метод фільтрації екологічної інформації	268
5.3.4	Метод розпізнавання екологічної ситуації	270
5.4	Технологія прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок	276
5.5	Методика побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень	298
	Висновки до розділу 5	306
	РОЗДІЛ 6 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ПІД ЧАС УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ	308
6.1	Наукове обґрунтування технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем	308
6.2	Схема організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час планованої діяльності	334
6.3	Оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час управління планованою діяльністю та рекомендації щодо її впровадження	337
	Висновки до розділу 6	359
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДИСЕРТАЦІЇ	364
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	369

ДОДАТКИ	390
Додаток А Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію матеріалів дисертації	390
Додаток Б Акти впровадження	399
Додаток В Аналіз використання космічних систем в Державній системі екологічного моніторингу	408
Додаток Д 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)	435
Додаток Ж Класифікатор завдань системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в автоматизованій системі управління екологічною безпекою	552
Додаток К Застосування аерокосмічних технологій при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем	635

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БД	база даних
БПЛА	безпілотний літальний апарат
ГЕСППР	геоекологічна система підтримки прийняття рішень
ГЕТ	геоекологічна технологія
ГІС	геоінформаційна система
ДДП	документ державного планування
ДЗЗ	дистанційне зондування Землі
ЕО	екологічний об'єкт об'єкт
ЗС	зовнішнє середовище
ІР	інформаційні процеси
ІАС	інтегрована автоматизована система
КО	картографічний об'єкт
КС	космічні системи
ММС	математичні моделі і методи
НЕС	нештатна екологічна ситуація
НІК	наземні засоби контролю
НПС	навколишнє природне середовище
НС	надзвичайна ситуація
НСПХ	надзвичайної ситуації природного характеру
ОЕС	бортові оптико-електронні системи
ОПР	особа (особи), яка приймає рішення
ПЗФ	природно-заповідний фонд
ПО	правила обслуговування
ПО	природний об'єкт
ППР	підтримка прийняття рішень
ПР	природні ресурси
ПРХ	процеси руйнівного характеру
ПТК	природно-техногенний комплекс
ПТС	природно-техногенні системи
СЕО	стратегічна екологічна оцінка
СЕС	складна екологічна системи
СППР	системи підтримки прийняття рішень
СУБД	система управління базами даних
ТС	територіальна система
ЦОСІ	центр оброблення спеціальні інформаційні

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження

Згідно з Законом України «Про оцінку впливу на довкілля», (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315) {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 199-ІХ від 17.10.2019, ВВР, 2019, № 51, ст.377, № 733-ІХ від 18.06.2020} планована діяльність – планована господарська діяльність, що включає будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, розширення, перепрофілювання, ліквідацію (демонтаж) об'єктів, інше втручання в природне середовище; планована діяльність не включає реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, розширення, перепрофілювання об'єктів, інші втручання в природне середовище, які не справляють значного впливу на довкілля відповідно до критеріїв, затверджених Кабінетом Міністрів України.

На нинішньому етапі суспільного розвитку людство починає усвідомлювати, що збільшення економічних, соціальних та екологічних проблем є наслідком помилкової поведінки людей. Загострення означених проблем змушує переосмислити головні етичні основи життєдіяльності людини і суспільства. Для визначення пріоритетних напрямків спільних дій на рівні світової спільноти прийняті документи (Ріо + 20 «Майбутнє, якого ми прагнемо», Хартія Землі), в якій проголошується ряд принципів збереження природи, відповідно до яких будь-яка діяльність людини, що впливає на природу, має бути керованою і оціненою.

Своїм непродуманим втручанням у хід природних процесів суспільство призвело до порушення природної рівноваги в межах окремих регіонів і в глобальних процесах масоенергопереносу на планеті Земля. Наслідком цього стали процеси, які змінюють звичні умови проживання людей: деградація ґрунтів; всихання лісів; збільшення площі пустель; забруднення поверхневих і підземних вод й атмосферного повітря. Деградація і забруднення ґрунтів, відведення земель сільськогосподарського призначення під житлову,

виробничу та транспортну забудову посилюють і без того гостру проблему забезпечення продовольством все більшою за чисельністю кількістю земель, яка є критичною для багатьох регіонів планети, у яких населення перебуває на межі фізичного виживання. Зростання антропогенного впливу на природу планети призводить до збільшення кількості екстремальних явищ – катастрофічних ураганів, повеней, землетрусів, смерчів, посух тощо.

Системне забезпечення екологічної безпеки держави передбачає визначення мети управління екологічною безпекою, - створення належних умов для життя суспільства, функціонування техносфери, самовідтворення природного середовища. Системні управлінські рішення спрямовані на виконання наступних завдань: оцінка рівнів ризику настання тих чи інших надзвичайних ситуацій (НС) на конкретних територіях чи окремих об'єктах (має на меті майбутнє розроблення заходів із зниження ризику до прийняттого рівня, розробку сценаріїв реагування на надзвичайні ситуації в разі їх настання); класифікація об'єктів підвищеної небезпеки відповідно до рівнів їх ризику, потужності та оточення за ступенем їх небезпечності; класифікація природних явищ відповідно до рівнів їх настання, масштабів локалізації в просторі та часі і зони їх розташування по ступеню небезпеки; класифікація ситуацій довкола об'єктів підвищеної небезпеки за рівнем режиму ситуативного реагування (повсякденний, підвищеної готовності, надзвичайної ситуації, надзвичайний стан); розроблення сценаріїв попереджувальних заходів та дій із ліквідації негативних наслідків відповідно до рівнів ситуативного реагування на об'єктах та територіях; розроблення нормативно-правової бази управління екологічною безпекою; підготовка економічних механізмів запобігання та відшкодування збитків від техногенної та природної небезпеки; формування матеріальних, фінансових та людських резервів для ситуативного реагування по сценаріях запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій.

Основними системними загрозами в екологічній сфері є:

- значне антропогенне порушення і техногенна перевантаженість території України, зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характерів, у тому числі пов'язаних із веденням бойових дій на території України;

- нераціональне, виснажливе використання природних ресурсів як невідновлюваних, так і відновлюваних;

- негативні соціально-екологічні наслідки Чорнобильської катастрофи;

- погіршення екологічного стану водних басейнів, загострення проблеми транскордонних забруднень та якості води;

- загострення техногенного стану гідротехнічних споруд каскаду водосховищ на р. Дніпрі;

- неефективність заходів щодо подолання негативних наслідків та іншої екологічно небезпечної діяльності;

- посилення впливу шкідливих генетичних ефектів у популяціях живих організмів, зокрема генетично змінених організмів, та біотехнологій;

- застарілість та недостатня ефективність комплексів з утилізації токсичних і екологічно небезпечних відходів.

Зважаючи на відсутність чіткого розмежування функцій між міністерствами та відомствами, їх дублювання, система інституційного забезпечення регулювання та контролю за дотриманням вимог екологічної безпеки також потребує суттєвого вдосконалення. Відомча розпорошеність та дублювання контролюючих функцій знижує їх ефективність і створює додаткові перешкоди в діяльності суб'єктів господарювання. Відповідно до світової та європейської практики, як і у попередні роки, очікується подальший розвиток вже існуючих і запровадження нових механізмів регулювання екологічної безпеки, зокрема:

- ідентифікація небезпечних видів діяльності як основного критерію при оцінці стану екологічної безпеки;

- ліцензування небезпечних видів діяльності як інструменту регулювання рівня безпеки при роботі з небезпечними речовинами та процесами;
- страхування екологічних ризиків;
- здійснення екологічного аудиту як одного з можливих інструментів оцінки рівня небезпечності;
- застосування поняття “ризик” як інтегрального показника можливих екологічних загроз. Забезпечення екологічної безпеки є не лише необхідною умовою для забезпечення права громадян України на безпечне для життя та здоров’я довкілля, гарантованого статтею 50 Конституції України, але і невід’ємною умовою для просування держави на шляху інтеграції до європейської спільноти.

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 [1-9]. Однак залишаються ще недостатньо висвітлені питання щодо удосконалення певних підходів та методів, які б об’єднали теорію і практику побудови інтегрованої автоматизованої системи, котра об’єднала виконання завдань стратегічного екологічного оцінювання, оцінювання впливу на навколишнє середовище, оцінювання екологічних загроз та ризиків. Натепер гостро постали питання об’єднання 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 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.

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'язано з можливістю виникнення екологічного ризику. Проблемами оцінки екологічного ризику займаються як вітчизняні, так і зарубіжні фахівці, серед яких особливий внесок у вивчення даного питання внесли: Іванюта С.П., Таранюк К.В., Качинський А.Б., Вітлінський В.В., Веклич О.О., Голованенко М.В., Ілляшенко С.М., Козьменко О.В., Машков О.А., Харічков С.К., Хлобистов Є.В., Бурков В.Н., Ваганов П.А., К. Рихтер, Русак О.Н., Садченко О.В. та інші [10-12].

З врахуванням обмеженості психофізіологічних та евристичних можливостей особа, яка приймає рішення (ОПР), для уникнення 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 спричинених надзвичайними екологічними ситуаціями, наразі найгострішою і найважливішою є науково-практична проблема підтримки прийняття рішень при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності.

Задачам побудови систем підтримки прийняття рішень, які базуються на математичних моделях приділялася велика увага в роботах вітчизняних та закордонних дослідників (Дейнека В.С., Додонов О.Г., Згуровський М.З., Казимир В.В., Кукуль Н.М., Лаврищева К.М., Литвинов В.В., Мокін В.Б.,

Петренко А.І., Петрухін В.О., Сергієнко І.В., Трофімчук 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.) [11-23].

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 визначена проблема занадто далека від свого вичерпного рішення, в зв'язку з випадками надзвичайних ситуацій, що почастишали, вона набуває особливої актуальності.

Мета і задачі дослідження

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

Для розв'язання означеної проблеми були вирішені наступні завдання:

1. Провести аналіз сучасних проблем створення інтегрованих автоматизованих систем стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на довкілля, оцінки екологічних ризиків.

2. Здійснити аналіз 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. Запропонувати наукові засади ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

5. Сформулювати методологію формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах.

6. Оцінити ефективність реалізація системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі 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, теорії нечітких множин і нечіткої логіки, 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 обробки даних з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel 2010.

Достовірність наукового результату

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується їх відповідністю методології дослідження поставленого наукового завдання; повнотою розгляду на теоретичному і експериментальному рівнях об'єкту 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 сучасних інтегрованих автоматизованих систем;

– коректності застосування методів системного підходу та теорії складних систем - при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем;

– узгодженістю із наявними результатами інших авторів, які висвітлені у вітчизняній та зарубіжній літературі;

– даних про їх успішне практичне застосування при комп'ютерному моделюванні та порівняння отриманих результатів з відомими даними незалежних дослідників та результатами моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів

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

Вперше:

– запропоновано методологію створення інтегрованих автоматизованих систем (інтегрованих інформаційно-керуючих комплексів), які дозволяють застосовувати 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 концептуально-методичні основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою, яка ґрунтується на процедурах: формування структури проблемної сфери планованої діяльності; формування концепції природно-техногенної системи, як об'єкта планованої діяльності; формування концепції екологічного ризику; побудова просторової моделі об'єкта планованої діяльності;

– запропонований метод розпізнавання екологічної ситуації, який ґрунтується на використанні аерокосмічних технологій стосовно всієї екосистеми, а не окремих ознак і фактів та передбачає наступні процедури: виокремлення 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;

– сформовано технологію прийняття інформаційних екологічних рішень з 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, які на відміну від існуючих підходів надають можливість більш адекватно оцінювати ризик в умовах ризику, та нормованої оцінки рівня екологічного ризику.

– метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз, в якому при визначенні оперативної ваги (важливості) екологічного повідомлення рекомендується враховувати характеристики джерел інформації та умови спостережень замість ймовірнісного представлення у вигляді фільтраційної процедури з 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 екоситуації в системі управління екологічною безпекою планованої 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 постає можливість підвищити достовірність ідентифікації екологічного стану об'єкта планованої діяльності.

Особистий внесок здобувача

Всі основні результати дисертаційної роботи, які представлено на захист, розроблені 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 методології створення інтегрованих автоматизованих систем [25-35]; концептуально-методичних основ побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою [25, 26,36-38, 201, 204]; запропоновані методи розпізнавання екологічної ситуації [170–172, 177, 184, 202]; формуванні технології прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок [173, 175–177, 181, 195, 203]; використанні методики ідентифікації екологічних загроз та ризиків [173, 178, 180, 185, 190, 195, 204, 212, 213, 215]; реалізований метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз [173, 174, 185, 215]; реалізації механізму організаційного екологічного управління

екологічною безпекою [173, 174, 176, 182, 183, 210, 211, 216]; реалізації алгоритму діагностики екоситуації в системі управління екологічною безпекою планової діяльності [173, 174, 179, 184, 186, 190, 196–198, 205, 206, 209, 217, 220–222].

Апробація матеріалів дисертації

Основні результати і дисертаційну роботу в цілому було представлено, обговорено та схвалено на 24 міжнародних та всеукраїнських конференціях, симпозіумах 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 2018, 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 енергезбереження». – 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.

Зв'язок роботи з галузевими програмами, планами, темами

Дисертацію виконано відповідно до пріоритетних цілей, сформульованих в «Стратегії державної екологічної політики України на період до 2030 року»,

«Національному 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.

Практичне значення отриманих результатів дослідження

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».

Структура і 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.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ СТВОРЕННЯ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СТРАТЕГІЧНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ, ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ, ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ

1.1 Аналіз стану реалізації систем стратегічного екологічного оцінювання

Згідно з Законом України «Про оцінку впливу на довкілля», (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315) {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 199-ІХ від 17.10.2019, ВВР, 2019, № 51, ст.377, № 733-ІХ від 18.06.2020} планована діяльність - планована господарська діяльність, що включає будівництво, реконструкцію, технічне переоснащення, розширення, перепрофілювання, ліквідацію (демонтаж) об'єктів, інше втручання в природне середовище; планована діяльність не включає реконструкцію, технічне переоснащення, капітальний ремонт, розширення, перепрофілювання об'єктів, інші втручання в природне середовище, які не справляють значного впливу на довкілля відповідно до критеріїв, затверджених Кабінетом Міністрів України.

Стратегічна екологічна оцінка (СЕО) (strategic environmental assessment (SEA) [1] – це процес, за допомогою якого екологічні міркування повинні бути повністю інтегровані в підготовку планів і програм до їх остаточного прийняття. Завданнями СЕО є забезпечення високого рівня захисту навколишнього середовища та сприяння сталому розвитку.

Стратегічна екологічна оцінка (СЕО) – процедура (згідно Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку», який вступив в дію 20 жовтня 2018 року за № 2354-VIII), необхідна для визначення, опису та оцінювання наслідків, що впливають на довкілля та здоров'я населення через виконання документів державного планування (містобудівна документація: генеральний план, детальний план території або план зонування території, схеми планування

району, стратегій, загальнодержавних програм, державних цільових програм та інших програм і програмних документів, які розробляються та/або підлягають затвердженню органом державної влади, органом місцевого самоврядування), розроблення заходів із запобігання, зменшення та пом'якшення можливих негативних наслідків.

Стратегічна екологічна оцінка включає такі етапи: визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки; складання звіту про стратегічну екологічну оцінку; проведення громадського обговорення та консультацій; врахування звіту про стратегічну екологічну оцінку, результатів громадського обговорення та консультацій; інформування про затвердження документа державного планування; моніторинг наслідків виконання документа державного планування для довкілля та здоров'я населення.

Для визначення обсягу досліджень, методів екологічної оцінки, рівня деталізації інформації, що має бути включена до звіту про стратегічну екологічну оцінку, замовник (орган виконавчої влади, місцевого самоврядування, інший замовник документів державного планування) подає заяву «Про визначення обсягу досліджень» на своєму офіційному веб-сайті з метою одержання в 15-ти денний термін зауважень і пропозицій від громадськості та врахуванням їх у звіті стратегічної оцінки та документі державного планування.

Складання звіту про стратегічну екологічну оцінку доцільно проводити із залученням кваліфікованих інженерів-екологів та спеціалістів із захисту громадського здоров'я населення, оскільки у звіті СЕО необхідне використання знань санітарного та природоохоронного законодавства, методів оцінювання екологічних ризиків та впливів, а також розроблення заходів із запобігання, зменшення та пом'якшення можливих негативних наслідків на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Звіт повинен містити таку інформацію:

– зміст та основні цілі документа державного планування, його зв'язок з іншими документами державного планування;

– характеристику поточного стану довкілля, у тому числі здоров'я населення, та прогнозні зміни цього стану, якщо документ державного планування не буде затверджено (за адміністративними даними, статистичною інформацією та результатами досліджень);

– характеристику стану довкілля, умов життєдіяльності населення та стану його здоров'я на територіях, які ймовірно зазнають впливу (за адміністративними даними, статистичною інформацією та результатами досліджень);

– екологічні проблеми, у тому числі ризики впливу на здоров'я населення, які стосуються документа державного планування, зокрема щодо територій з природоохоронним статусом (за адміністративними даними, статистичною інформацією та результатами досліджень);

– зобов'язання у сфері охорони довкілля, у тому числі пов'язані із запобіганням негативному впливу на здоров'я населення, встановлені на міжнародному, державному та інших рівнях, що стосуються документа державного планування, а також шляхи врахування таких зобов'язань під час підготовки документа державного планування;

– заходи, що передбачається вжити для запобігання, зменшення та пом'якшення негативних наслідків виконання документа державного планування;

– обґрунтування вибору виправданих альтернатив, що розглядалися, опис способу, в який здійснювалася стратегічна екологічна оцінка, у тому числі будь-які ускладнення (недостатність інформації та технічних засобів під час здійснення такої оцінки);

– заходи, передбачені для здійснення моніторингу наслідків виконання документа державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення;

– опис ймовірних транскордонних наслідків для довкілля, у тому числі для здоров'я населення (за наявності);

– резюме нетехнічного характеру, розраховане на широку аудиторію.

Стосовно міжнародного законодавства слід зауважити, що протокол про Стратегічну екологічну оцінку (надалі-Протокол) до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті був прийнятий 21 травня 2003 року та був ратифікований 1 липня 2015 року.

Відповідно до Протоколу, «стратегічна екологічна оцінка» означає оцінку ймовірних екологічних наслідків, зокрема пов'язаних зі здоров'ям населення, яка поєднує визначення сфери застосування екологічної доповіді та її підготовки, забезпечення участі громадськості й консультацій, а також урахування в плані чи програмі положень екологічної доповіді та результатів участі громадськості й консультацій».

Директива 2001/42/ЄС про оцінку впливу певних планів і програм на навколишнє середовище (Директива СЕО) [5] стратегічну екологічну оцінку визначає як спосіб забезпечення високого рівня захисту навколишнього середовища та сприяння інтеграції екологічних міркувань до підготовки та прийняття планів і програм з метою сприяння сталому розвитку, забезпечуючи, відповідно до цієї Директиви проводиться екологічна оцінка певних планів і програм, які, ймовірно, матимуть значний вплив на навколишнє середовище.

Кажучи про національне законодавство України, слід зауважити, що 12 жовтня 2018 року набрав чинності закон України «Про стратегічну екологічну оцінку». Цей закон визначає, що стратегічна екологічна оцінка – процедура визначення, опису та оцінювання наслідків виконання документів державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення, виправданих альтернатив, розроблення заходів із запобігання, зменшення та пом'якшення можливих негативних наслідків [6], яка включає визначення обсягу

стратегічної екологічної оцінки, складання звіту про стратегічну екологічну оцінку, проведення громадського обговорення та консультацій (за потреби – транскордонних консультацій), врахування у документі державного планування звіту про стратегічну екологічну оцінку, результатів громадського обговорення та консультацій, інформування про затвердження документа державного планування та здійснюється у порядку, визначеному цим Законом.

Стратегічна екологічна оцінка поширюється на державні документи стратегії, плани, схеми, містобудівна документація, загальнодержавні програми, державні цільові програми та інші програми і програмні документи, включаючи зміни до них, які розробляються та/або підлягають затвердженню органом державної влади, органом місцевого самоврядування. Сфери у яких документи державного планування розробляються та підпадають стратегічній екологічній оцінці – це сільського господарства, лісового господарства, рибного господарства, енергетики, промисловості, транспорту, поводження з відходами, використання водних ресурсів, охорони довкілля, телекомунікацій, туризму, містобудування або землеустрою (схеми) та виконання яких передбачатиме реалізацію видів діяльності (або які містять види діяльності та об'єкти), щодо яких законодавством передбачено здійснення процедури оцінки впливу на довкілля, або які вимагають оцінки, зважаючи на ймовірні наслідки для територій та об'єктів природно-заповідного фонду та екологічної мережі (далі – території з природоохоронним статусом), крім тих, що стосуються створення або розширення територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

Стратегічна екологічна оцінка є практичним інструментом для реалізації концепції сталого розвитку через врахування екологічних аспектів у процесах ухвалення рішень політичного, економічного й соціального характеру. Поява концепції сталого розвитку пов'язана з необхідністю розв'язання екологічних проблем, врахування питань охорони довкілля в процесах планування та ухвалення рішень щодо соціально економічного розвитку територіальних одиниць різного масштабу.

Метою СЕО є забезпечення високого рівня охорони довкілля через виявлення й урахування ймовірних екологічних наслідків пропонованих документів державного планування (ДДП) задля забезпечення збалансованого розвитку міст і регіонів. Інакше кажучи, СЕО робить ДДП більш «зеленими», що дає можливість зменшити їх негативний вплив на довкілля та покращити не лише стан довкілля, а й здоров'я та безпеку життєдіяльності населення.

Таким чином, СЕО – це саме серце стратегії збалансованого розвитку. Дивлячись на економіку держави аналізується, який нинішній стан справ у країні. А з погляду в майбутнє, розробляються стратегічні плани економічного розвитку. При проведенні СЕО поєднується екологічний план із планом економічного розвитку.

У багатьох країнах Європи й Америки досвід реалізації СЕО налічує вже десятки років і підтверджує свою не лише доцільність, а й ефективність для досягнення сталого розвитку та уникнення негативного впливу на довкілля.

США першими застосували ОВНС. 1969 р. – закон про національну політику у сфері навколишнього середовища зобов'язав усі федеральні агенції брати до уваги й оцінювати екологічні наслідки проєктів законодавчих документів і проєктів господарської діяльності.

Канада – перша країна, яка застосувала повноцінну СЕО. 1990р. - Директива про екологічну оцінку проєктів політик, планів і програм (оновлена в 1999 році) визначила необхідність розгляду міністерствами та відомствами потенційних впливів на довкілля політик, планів і програм, додатково чітко визначила зобов'язання міністерств і відомств.

Український досвід впровадження СЕО. В Україні основними міжнародними правовими документами щодо СЕО є Протокол про стратегічну екологічну оцінку (Протокол про СЕО) до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті (Конвенція Еспо), ратифікований Верховною Радою України (Закон від 01.07.2015 р. № 562-VIII),

і Директива СЕО, імплементація якої передбачена Угодою про асоціацію між Україною та ЄС.

До початку 2010-х років в Україні СЕО проводили лише в поодиноких випадках і здебільшого на запит міжнародних донорських організацій, які фінансували розроблення стратегічних документів національного чи регіонального значення.

У 2009 році в рамках проекту Програми розвитку та інтеграції Криму Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРІК ПРООН) було здійснено СЕО Стратегії сталого розвитку Бахчисарайського району до 2017 року. Основним методом, використаним у процесі СЕО, був метод експертних оцінок.

Пізніше, у 2013 році, у Львівській області було здійснено постпроектну СЕО Проекту обласної програми поводження з твердими побутовими відходами на 2012–2020 роки. У цьому випадку експертів із СЕО не було залучено до процесу розробки цієї програми – вони лише змогли ознайомитися з проектом обласної програми безпосередньо перед ухваленням рішення щодо її затвердження.

У 2013–2014 роках у межах діяльності Проектів РЕОП і МЕРМ було проведено СЕО для стратегій регіонального розвитку Дніпропетровської та Львівської областей. А протягом 2016–2018 років Проект ПРОМІС ініціював проведення скринінгу стратегій розвитку восьми міст у Запорізькій, Івано-Франківській, Полтавській і Вінницькій областях. Також у рамках Проекту ПРОМІС було проведено повномасштабні СЕО для п'яти міст: Запоріжжя, Івано-Франківська, Кременчука (Полтавська область), Горішніх Плавнів (Полтавська область) і Хмільника (Вінницька область).

Закон України «Про стратегічну екологічну оцінку» важливий і прогресивний крок для України – ухвалення 20 березня 2018 р. Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку» № 2354-VIII11. Раніше під час розроблення державних, місцевих або галузевих програм оцінювали лише

можливі економічні переваги того чи іншого шляху розвитку, а відтепер, дотримуючись закону, враховують і наслідки впливу будь-яких ініціатив на довкілля в довгостроковій перспективі.

Відповідно до Закону процедура СЕО має включати: визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки, складання звіту, проведення громадського обговорення та консультацій (за потреби транскордонних), врахування у документі державного планування звіту про результати попередніх етапів, інформування про затвердження документа державного планування.

Закон регулює відносини у сфері оцінки наслідків для довкілля, у тому числі для здоров'я населення; виконання документів державного планування та поширюється на документи державного планування, які стосуються сільського господарства, лісового господарства, рибного господарства, енергетики, промисловості, транспорту, поводження з відходами, використання водних ресурсів, охорони довкілля, телекомунікацій, туризму, містобудування або землеустрою (схеми) та виконання яких передбачатиме реалізацію видів діяльності (або які містять види діяльності та об'єкти), щодо яких законодавством передбачено здійснення процедури оцінки впливу на довкілля, або які вимагають оцінки, зважаючи на ймовірні наслідки для територій і об'єктів природно-заповідного фонду та екологічної мережі (далі – території з природоохоронним статусом), крім тих, що стосуються створення або розширення територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

Закон України «Про стратегічну екологічну оцінку» визначає СЕО як процедуру визначення, опису та оцінювання наслідків виконання документів державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення, виправданих альтернатив, розробка заходів із запобігання, зменшення та пом'якшення можливих негативних наслідків, яка включає визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки, складання звіту про стратегічну екологічну оцінку, проведення громадського обговорення та консультацій (за потреби - транскордонних консультацій), врахування у документі державного планування

звіту про стратегічну екологічну оцінку, результатів громадського обговорення та консультацій, інформування про затвердження документа державного планування та здійснюється у порядку, визначеному цим Законом.

Перед початком процедури СЕО рекомендовано зробити попередню оцінку (скринінг) проєкту документа: визначити, чи підлягає проєкт стратегії, програми або плану розвитку міста чи територіальної громади процедурі СЕО.

СЕО необхідно застосовувати головним чином до тих стратегічних ініціатив, реалізація яких матиме суттєві негативні екологічні наслідки.

У межах Проєкту ПРОМІС попередню оцінку можливих наслідків для довкілля від реалізації стратегічних документів розвитку міст і субрегіонів проводили відповідно до Протоколу про СЕО.

Для визначення можливих суттєвих екологічних наслідків, зокрема пов'язаних зі здоров'ям населення, використовуються критерії, представлені в Додатку III до Протоколу про СЕО [4]:

1. Значущість стратегії розвитку міста з погляду необхідності врахування екологічних міркувань, зокрема пов'язаних зі здоров'ям населення, у тому числі для сприяння сталому розвитку.

2. Ступінь, у якому стратегія встановлює структуру для проєктів та іншої діяльності, або стосовно місця, характеру, масштабів і умов функціонування, або з погляду виділення ресурсів.

3. Ступінь, у якому стратегія впливає на інші стратегії, плани та програми, у тому числі в порядку ієрархії.

4. Екологічні проблеми, зокрема пов'язані зі здоров'ям населення, що стосуються стратегії.

5. Характер таких екологічних наслідків, зокрема пов'язаних зі здоров'ям населення, як імовірність, тривалість, частотність, зворотність, розмах і масштаб (наприклад, масштаби географічного району, якого це стосується, або чисельність населення, якого це стосується).

6. Ризики для довкілля, зокрема пов'язані зі здоров'ям населення.

7. Транскордонний характер наслідків.

Оцінка екологічної ситуації на території міста чи регіону передбачає збір та аналіз інформації про поточний стан складових довкілля, включаючи значення ключових екологічних показників. При цьому необхідно визначити складові довкілля (як екологічні, так і соціально-культурні), на яких буде зосереджено увагу СЕО. Після цього ідентифікують ключові показники, що характеризують стан цих складових: показники якості води, стану здоров'я населення, стану атмосферного повітря, ситуації з відходами, стану зелених насаджень тощо.

Зібрана інформація дасть можливість оцінити поточний стан довкілля. Проведення SWOT-аналізу з точки зору екологічної ситуації дає можливість виявити сильні та слабкі сторони екологічної ситуації в місті чи регіоні, а також можливості й загрози, які впливатимуть на ситуацію з довкіллям. Усе це сприяє пошуку максимально ефективних способів зменшення негативного впливу планованої діяльності на довкілля.

Якісна оцінка екологічних проблем розвитку міста чи регіону в минулому з наголосом на головних тенденціях та очікуваних проблемах є основою для початку розроблення документації щодо СЕО. У багатьох випадках 50% і більше загального часу на проведення СЕО витрачається саме на визначення базового рівня стану довкілля. Разом із тим такий аналіз дає змогу оцінити альтернативи пропонованій стратегії розвитку міста чи регіону, обумовлені об'єктивними тенденціями зміни стану довкілля.

Проведення СЕО передбачає оцінку ступеня врахування регіональних екологічних цілей у стратегічних й оперативних цілях стратегії (цільовий аналіз). При цьому оцінюється ступінь врахування природоохоронних регіональних цілей у рамках пропонованої стратегії розвитку. Для цього використовують екологічне законодавство, регіональні стратегічні документи та наявні екологічні програми.

Проведення СЕО також передбачає визначення можливих чинників змін антропогенного та природного характеру. Чинники змін у місті чи регіоні можуть бути антропогенними (наприклад, вилучення природних ресурсів, забруднення середовища промисловими й побутовими відходами) або природними (наприклад, дефіцит природних ресурсів, зростання вартості енергії), сюди ж часто зараховують і регіональну політику та управлінські дії. Зміни в екологічній ситуації в регіоні часто обумовлені синергетичною взаємодією економічних, адміністративних, демографічних і соціально-культурних чинників, а також рівнем розвитку промисловості, сільського господарства, науки й технологій.

Найчастіше на довкілля впливають: розширення або скорочення певних галузей економіки (особливо, коли йдеться про гірничодобувну промисловість, енергетику, сільське господарство, переробну промисловість, лісове господарство); зміна моделей міського та сільського розвитку; розширення або звуження взаємодії між органами державної влади, органами місцевого самоврядування, бізнесом і громадськими організаціями; зміни чисельності населення в місті чи регіоні; зміни в практиці землекористування.

Важливо також виокремити впливи локального рівня й такі, що пов'язані з регіональними, національними та глобальними впливами й визначаються національною політикою, міжнародними угодами (спрямованими, наприклад, на збалансований розвиток, збереження біорізноманіття, протидію зміні клімату).

СЕО передбачає проведення оцінки впливу стратегії розвитку міста чи регіону на складові довкілля, стан здоров'я й добробут населення. У випадку, коли стратегією передбачено конкретні заходи й проєкти, що мають територіальну прив'язку, робоча група із СЕО оцінює вплив запропонованих ініціатив на складові довкілля (атмосферне повітря, воду, ґрунти, природні ресурси (ПР), флору й фауну), а також на стан здоров'я та добробут населення (соціально економічні наслідки, поводження з відходами, транспорт, розвиток

інфраструктури, естетичні характеристики території, використання ландшафтів для рекреаційних цілей). Якщо неможливо чітко визначити територіальну прив'язку конкретних заходів і проєктів, оцінка впливів стратегії ґрунтується на експертній оцінці членів робочої групи із СЕО. Для оцінки впливу можна використовувати контрольні переліки та матриці взаємодій, конфліктів і синергізмів. При цьому оцінюють прямі, непрямі, другорядні, сукупні, синергетичні, короткотермінові, тимчасові та довготривалі впливи.

Стратегічна екологічна оцінка здійснюється на основі принципів законності та об'єктивності, гласності, участі громадськості, наукової обґрунтованості, збалансованості інтересів, комплексності, запобігання екологічній шкоді, довгострокового прогнозування, достовірності та повноти інформації у проєкті документа, міжнародного екологічного співробітництва.

Суб'єктами стратегічної екологічної оцінки є: замовник; центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони здоров'я; обласні, Київська та міські державні адміністрації (відповідні підрозділи з питань охорони навколишнього природного середовища та охорони здоров'я); органи виконавчої влади; органи місцевого самоврядування; громадськість.

Етапами стратегічної екологічної оцінки є:

- 1) визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки;
- 2) складання звіту про стратегічну екологічну оцінку;
- 3) проведення громадського обговорення та консультацій у порядку, передбаченому статтями 12 та 13 цього Закону, транскордонних консультацій у порядку, передбаченому статтею 14 цього Закону;
- 4) врахування звіту про стратегічну екологічну оцінку, результатів громадського обговорення та консультацій;
- 5) інформування про затвердження документа державного планування;

б) моніторинг наслідків виконання документа державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення.

Звіт про стратегічну екологічну оцінку, результати громадського обговорення та консультацій, а також результати транскордонних консультацій враховуються в документі державного планування.

Стратегічна екологічна оцінка здійснюється у процесі розроблення документа державного планування до його подання для затвердження. Здійснення стратегічної екологічної оцінки забезпечує замовник.

Для визначення обсягу досліджень, методів екологічної оцінки, рівня деталізації інформації, що має бути включена до звіту про стратегічну екологічну оцінку, та необхідності здійснення стратегічної екологічної оцінки незначних змін до документа державного планування, щодо якого раніше здійснювалася стратегічна екологічна оцінка, замовник подає заяву про визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки і оприлюднює її з метою одержання та врахування пропозицій і зауважень громадськості.

Заява про визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки повинна містити інформацію про:

- замовника;
- вид та основні цілі документа державного планування, його зв'язок з іншими документами державного планування;
- те, якою мірою документ державного планування визначає умови для реалізації видів діяльності або об'єктів, щодо яких законодавством передбачено здійснення процедури оцінки впливу на довкілля (у тому числі щодо визначення місцезнаходження, розміру, потужності або розміщення ресурсів);
- ймовірні наслідки: для довкілля, у тому числі для здоров'я населення; для територій з природоохоронним статусом;
- транскордонні наслідки для довкілля, у тому числі для здоров'я населення;

- виправдані альтернативи, які необхідно розглянути, у тому числі якщо документ державного планування не буде затверджено;
- дослідження, які необхідно провести, методи і критерії, що використовуватимуться під час стратегічної екологічної оцінки;
- заходи, які передбачається розглянути для запобігання, зменшення та пом'якшення негативних наслідків виконання документа державного планування;
- пропозиції щодо структури та змісту звіту про стратегічну екологічну оцінку;
- орган, до якого подаються зауваження і пропозиції, та строки їх подання.

Заява про визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки та (за наявності) проект документа державного планування оприлюднюються шляхом розміщення на офіційному веб-сайті замовника з метою одержання та врахування зауважень і пропозицій громадськості. Замовник повідомляє громадськість про оприлюднення заяви про визначення обсягу стратегічної екологічної оцінки та (за наявності) проекту документа державного планування та забезпечує вільний доступ громадськості до цих документів протягом усього строку громадського обговорення, визначеного частиною п'ятою цієї статті.

Підставою для прийняття рішення про необхідність здійснення стратегічної екологічної оцінки незначних змін до документа державного планування, щодо якого раніше здійснювалася стратегічна екологічна оцінка, є критерії визначення наслідків для довкілля, у тому числі для здоров'я населення, затверджені органом, зазначеним у статті 6 цього Закону.

1.2 Аналіз проблем автоматизації оцінки впливу на навколишнє середовище

Розвиток сучасних телекомунікаційних технологій, глобальних інформаційних мереж та автоматизація технологій отримання, обробки, представлення візуалізації даних спричинили високий рівень очікувань громадян на доступ до екологічної інформації про стан навколишнього природного середовища (НПС), існуючі екологічні ризики (загрози) для безпечної життєдіяльності, екологічну перспективу в електронному вигляді, вимогу модернізації державного управління, прозорості та відкритості діяльності органів державної влади та органів місцевого самоврядування у сфері охорони навколишнього природного середовища, у тому числі раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів, впровадження сучасних електронних форм взаємодії та залучення громадян до прийняття управлінських рішень.

Сучасні проблеми із забезпеченням надання вільного доступу до екологічної інформації про стан навколишнього природного середовища в електронному вигляді спричинені:

- нездатністю (низькою) спроможністю державного управління для запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру, недостатньою оперативністю системи державного кризового реагування;

- невизначеністю інформаційних потреб державного управління у сфері охорони НПС, зокрема раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів, які могли б стати стратегічною основою формування програм моніторингу НПС як основи генерування екологічних даних та інформації;

- відсутністю загальнодержавної природоохоронної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури органів державної влади та органів місцевого самоврядування для виконання їх повноважень та акумуляції

інформації у сфері охорони навколишнього природного середовища, в тому числі раціонального використання, відтворення і охорони ПР;

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

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

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

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

– необхідністю впровадження ефективного превентивного механізму запобігання та протидії корупції, зменшення впливу корупціогенних ризиків і посилення громадського контролю за діяльністю органів державної влади та органів місцевого самоврядування у сфері охорони НПС, в тому числі раціонального використання, відтворення і охорони ПР.

Метою застосування інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою є підтримка прийняття екологічних рішень експертом у сфері охорони НПС, зокрема раціонального використання, відтворення і охорони ПР відповідно до європейських стандартів і вимог для забезпечення дотримання екологічних прав громадян і забезпечення надання вільного

доступу до екологічної інформації про стан НПС, екологічні ризики (загрози) для безпечної життєдіяльності, екологічну перспективу.

При цьому застосуванням телекомунікаційних технологій та глобальних інформаційних мереж експертами у сфері НПС здійснюється за такими напрямками:

- впровадження механізму електронного урядування, інформатизації органів державної влади та органів місцевого самоврядування у сфері охорони навколишнього природного середовища, в тому числі раціонального використання, відтворення і охорони ПР;

- модернізація державного управління та цифровізація управлінської діяльності, зокрема процесу надання адміністративних послуг;

- публікація та візуалізація відкритих даних та іншої геопросторової екологічної інформації у форматах, доступних і зручних для користувачів.

Запропонований підхід дозволить сформувати загальнодержавну інформаційно-телекомунікаційну інфраструктуру органів державної влади та органів місцевого самоврядування у сфері охорони НПС, в тому числі раціонального використання, відтворення і охорони ПР.

Створення загальнодержавної інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури передбачає створення ефективної системи моніторингу довкілля в Україні.

Функціонування ефективної системи моніторингу довкілля є невід’ємною складовою державної політики у сфері охорони НПС, спрямованої на забезпечення конституційного права громадян на безпечне середовище існування. У теперішній час основною метою проведення моніторингу довкілля є збирання, збереження та опрацювання достовірної та оперативної інформації, необхідної для розроблення заходів із попередження та зменшення негативних наслідків змін стану навколишнього середовища. Важливість створення ефективної системи моніторингу довкілля набуває особливого значення в контексті реформ у сфері управління та охорони довкілля відзначено

необхідність координації діяльності органів виконавчої влади для гармонізації законодавства та ефективного моніторингу довкілля. Крім того, незадовільний стан моніторингу довкілля визначено як загрозу національній безпеці в екологічній сфері у Стратегії національної безпеки України, затвердженої Указом Президента України [17].

Стан функціонування і розвитку державної системи моніторингу довкілля. Державна система моніторингу довкілля є інтегрованою інформаційною системою, що має здійснювати збирання, збереження та оброблення екологічної інформації для відомчої та комплексної оцінки і прогнозу стану природного середовища, біоти та умов життєдіяльності, вироблення обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних соціальних, економічних та екологічних рішень на всіх рівнях державної виконавчої влади, удосконалення відповідних законодавчих актів, а також виконання зобов'язань України з міжнародних угод, програм, проектів і заходів [2].

Суб'єкти системи моніторингу мають забезпечувати проведення моніторингу за якістю атмосферного повітря, станом вод суші, прибережних вод, земель і ґрунтів, показниками біологічного різноманіття, розповсюдженням ендегенних та екзогенних геологічних процесів, поведженням з відходами, фізичними факторами впливу. Функціонування державної системи моніторингу довкілля має здійснюватися на трьох рівнях, що розподіляються за територіальним принципом і включають загальнодержавний, регіональний і локальний рівні.

Наявна система моніторингу довкілля базується на реалізації розподілених функцій її суб'єктами і складається з підпорядкованих їм підсистем. Кожна підсистема на рівні окремих суб'єктів системи моніторингу має свою структурно-організаційну, науково-методичну та технічну бази.

Спостереження за станом довкілля та факторами впливу на нього в системі моніторингу має відбуватися одночасно в декількох відомчих мережах

спостережень. Однак нині відомчі мережі моніторингу довкілля практично не узгоджені між собою, що призводить до дублювання спостережень. Крім того, сучасний стан організації спостережень за станом довкілля та аналізу результатів не забезпечує необхідні інформаційні потреби системи моніторингу. При цьому більшість спостережень і визначення показників забруднення проводяться за різними методами із застосуванням застарілих методик на обладнанні, що не відповідає сучасним технічним.

Україна є стороною багатьох міжнародних двосторонніх та багатосторонніх угод і конвенцій, імплементація яких потребує використання об'єктивної інформації про стан довкілля та прогнозування динаміки його змін. Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, (УПА) наша держава взяла на себе зобов'язання поступово наблизити своє законодавство до законодавства ЄС у сфері охорони НПС з урахуванням Директив, що вказані у Додатку ХХХ Угоди. Зокрема, імплементація Директиви 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» та Директиви 2004/107/ЄС Європейського Парламенту та Ради «Про миш'як, кадмій, ртуть, нікель та поліциклічні ароматичні вуглеводні у атмосферному повітрі» вимагає визначення зон та агломерацій і встановлення системи оцінки якості атмосферного повітря відносно забруднювачів [3].

Із врахуванням необхідності адаптації вітчизняного природоохоронного законодавства до директив ЄС відповідно до (УПА) треба відмітити, що існуючі в нашій державі мережі спостережень побудовані без урахування рекомендацій Європейської економічної комісії ООН в частині створення Європейської мережі інформації про стан довкілля і тому не спроможні проводити оцінку основних параметрів довкілля відповідно до Директив ЄС. Оцінюючи сучасний стан системи моніторингу довкілля слід відзначити, що вкрай недостатнім є організація та проведення моніторингу забруднення навколишнього середовища на промислових та енергетичних підприємствах.

Незважаючи на те, що в Європейському Союзі постійний моніторинг довкілля на підприємствах, що становлять підвищену екологічну небезпеку, є обов'язковим, в нашій державі останніми роками він поступово згортався.

В сучасних умовах функціонування значної кількості промислових підприємств, що споживають величезні обсяги природних ресурсів і забруднюють навколишнє середовище, відбувається без обов'язкового проведення стратегічної екологічної оцінки, що надало б можливість адекватно оцінити збитки, завдані довкіллю.

Разом з тим можна відмітити, що суб'єктами системи моніторингу отримано значний масив даних про стан навколишнього середовища та джерел його забруднення. Однак через відсутність стандартизованих форматів збереження отриманих результатів спостережень у відомчих базах даних можливості їх використання в єдиній системі моніторингу значно ускладнені. Суттєво обтяжує процес обробки та аналізу низький рівень використання сучасних технологій геоінформаційних систем і дистанційного зондування Землі для отримання та представлення екологічної інформації.

Актуальні проблеми функціонування державної системи моніторингу довкілля. Серед нагальних проблем функціонування системи моніторингу довкілля можна відмітити відсутність ефективного управління і недостатній рівень координації під час проведення моніторингових робіт на державному рівні, що має забезпечувати спеціально уповноважений орган виконавчої влади у сфері раціонального використання природних ресурсів, охорони навколишнього природного середовища та забезпечення екологічної безпеки.

Треба відзначити, що внаслідок адміністративної реформи у 2013 р. Міністерство екології та природних ресурсів України як спеціально уповноважений орган фактично втратило свої територіальні підрозділи через їх передавання до складу місцевих органів виконавчої влади. При цьому вказані підрозділи зазнали скорочення і були переведені на фінансування з місцевих бюджетів, що призвело до значного зниження ефективності функціонування

державної системи моніторингу довкілля та ускладнення імплементації державної екологічної політики через брак об'єктивної інформації про стан довкілля.

Технічне оснащення державної системи моніторингу довкілля можна охарактеризувати як морально і фізично застаріле, що не забезпечує вимірювання необхідного комплексу показників таких як, наприклад, рівні забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та підземних вод, автоматизованого збирання, зберігання та оперативного надання інформації основним споживачам. Значно ускладнює ситуацію проблеми з упровадженням у практику екологічного моніторингу технологій геоінформаційних систем і дистанційного зондування Землі, а також відсутність сучасних систем отримання інформації з супутникових метеорологічних систем.

Понизився також статус спеціально уповноваженого органу у сфері запобігання і реагування на надзвичайні ситуації природного і техногенного характеру, який із Міністерства надзвичайних ситуацій України реформовано в Державну службу України з надзвичайних ситуацій, підпорядковану Міністерству внутрішніх справ України.

Погіршенню ефективності системи моніторингу довкілля останніми роками також сприяло зниження статусу державної гідрометеорологічної служби, яку за десять років із урядового органу державного управління в системі Міністерства екології та природних ресурсів України було перетворено спочатку в департамент Міністерства надзвичайних ситуацій, а потім в Гідрометцентр у складі Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Слід зазначити, що необхідність удосконалення державної системи моніторингу довкілля обумовлюється зовнішньополітичним курсом України на європейську інтеграцію та визнається цілим рядом документів стратегічного характеру. Зокрема, відповідні положення щодо розвитку системи моніторингу довкілля присутні в Основних засадах державної екологічної політики України на період до 2020 р., 2030р. [5]. Серед інших завдань Стратегія національної

безпеки України, затверджена Указом Президента України від 26 травня 2015 р. № 287/2015, передбачає створення ефективної системи моніторингу довкілля (п. 4.14). Указом Президента України від 25 квітня 2013 р. введено в дію рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про комплекс заходів щодо вдосконалення проведення моніторингу довкілля та державного регулювання у сфері поводження з відходами в Україні» [4]. Наближення вітчизняного законодавства до законодавства ЄС у сфері охорони довкілля відповідно до глави 6 та Додатку ХХХ УПА передбачає виконання визначених зобов'язань, що стосуються ефективного моніторингу навколишнього середовища. Зокрема, Директива № 2003/87/ЄС «Про встановлення схеми торгівлі викидами парникових газів у рамках Співтовариства» в частині адаптації до змін клімату та захисту озонового шару передбачає створення в Україні системи моніторингу, звітності, здійснення перевірок і належного впровадження, а також процедури консультацій з громадськістю. Ця система має бути впроваджена в нашій державі з дати набрання чинності УПА [3].

Враховуючи положення Додатку ХХХ УПА стосовно якості атмосферного повітря відповідно до Директиви № 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» в Україні протягом 5 років з дати набрання чинності УПА необхідно забезпечити встановлення системи оцінки якості атмосферного повітря відносно його основних забруднювачів, оскільки наявна система за технічним оснащенням не відповідає вимогам ЄС.

В частині промислового забруднення та техногенних загроз відповідно до Директиви № 2010/75/ЄС «Про промислові викиди (всеохоплююче запобігання і контроль забруднень)» передбачено встановлення в Україні інтегрованої дозвільної системи, механізму моніторингу відповідності та встановлення граничних значень викидів від спалювання, що має здійснюватися за стандартами ЄС. Нині моніторинг забруднення довкілля промисловими підприємствами в Україні перебуває на недостатньому рівні і потребує

серйозного вдосконалення в частині його розширення та оперативного надання найбільш повної та достовірної інформації відповідно до УПА.

Зобов'язання України відповідно до Додатку ХХХ УПА у сфері забезпечення якості води та управління водними ресурсами у відповідності до Директиви № 2007/60/ЄС «Про оцінку та управління ризиками затоплення» передбачають проведення попередньої оцінки ризиків і підготовку відповідних карт загроз та ризиків затоплення [3]. Ці заходи мають здійснюватися на основі даних гідрометеорологічних спостережень і мають бути впроваджені протягом 4 і 6 років з дати набрання чинності УПА.

Очевидно, що сучасний стан державної системи моніторингу довкілля не дозволяє забезпечити ефективну імплементацію положень природоохоронних Директив ЄС в національну екологічну політику відповідно до УПА. Для ефективного виконання функцій державна система моніторингу довкілля має спиратися на визначені регуляторні вимоги щодо відповідальності визначених суб'єктів, обґрунтування програм і регламентів моніторингу, а також критерії безпеки навколишнього середовища. Ця система має забезпечувати об'єктивний аналіз впливів за результатами об'єктових програм моніторингу і контролю, а також надавати результати аналізу динаміки зміни основних складників довкілля у просторі і часі з урахуванням фонових даних забруднення.

Нині в Україні програми моніторингу формуються здебільшого за відомчими ознаками щодо оцінки стану окремих компонентів довкілля включаючи атмосферне повітря, водні та земельні ресурси. В умовах реформування системи державного управління, основними суб'єктами системи моніторингу залишаються Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій, Міністерство охорони здоров'я України та інші. Однак жодне із цих відомств через обмеженість власних функціональних можливостей не може ефективно виконувати функцію управління державною системою моніторингу довкілля.

Розробка ефективної системи моніторингу довкілля, яка б відповідала європейським і світовим підходам до екологічного управління, в тому числі вимогам і директивам Угоди про асоціацію України з Європейським Союзом. Створення такої системи значно розширить можливості міжнародної співпраці України у галузі охорони навколишнього природного середовища та сприятиме приведенню стану довкілля у відповідність до європейських і світових вимог. Незадовільний стан моніторингу довкілля визначено як загрозу національній безпеці в екологічній сфері у Стратегії національної безпеки України, затвердженої Указом Президента України від 26 травня 2015р. № 287/2015.

Серед основних причин неефективного функціонування державної системи моніторингу довкілля можна виділити недосконалість нормативно-правового забезпечення, низький рівень координації діяльності суб'єктів моніторингу довкілля, недостатні обсяги фінансування, а також застарілу приладово-технічну базу суб'єктів екологічного моніторингу.

Неефективність системи моніторингу довкілля обумовлює необхідність розробки і затвердження Концепції реформування державної системи моніторингу довкілля на основі інтеграції об'єктових, відомчих і регіональних складових у єдину систему, а також її удосконалення шляхом запровадження та використання сучасних геоінформаційних та комунікаційних технологій для автоматизації процесів збирання, оброблення та аналізу результатів спостережень. Значний потенціал щодо можливостей розбудови ефективної системи моніторингу довкілля в Україні має Гідрометеорологічний центр, за умови надання йому відповідного статусу Державного агентства чи Державної служби з гідрометеорології та моніторингу довкілля в системі Міністерства екології та природних ресурсів України.

Першочерговим завданням є організація автоматизованого моніторингу навколишнього середовища, що ґрунтується на створенні і застосуванні комп'ютерних технологій оперативного збирання, оброблення та передавання

даних від великої кількості віддалених та розподілених на значній території об'єктів.

1.3 Аналіз існуючих підходів щодо побудови інтегрованих автоматизованих систем при управлінні екологічною безпекою

В даний час створені умови для практичного вирішення задач ризикорієнтованої підтримки прийняття рішення (ППР) в умовах процесів руйнівного характеру (ППХ) в просторово-часовому масштабі. Цьому сприяє розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, таких як геоінформаційні системи (ГІС), а також доступність геопросторових і статистичних даних за допомогою мережі Інтернет. Геопросторові дані, що описують місцевість, онлайн відомості про погодні умови сьогодні є доступними для багатьох регіонів світу, а існуючі моделі динаміки ПРХ дозволяють ефективно використовувати наявні дані. Наразі створено та експлуатується багато систем, які призначені як для вирішення задач автоматизації окремих робочих місць спеціалістів, що забезпечують управління в умовах надзвичайної ситуації природного характеру (НСПХ) (Н, так і для забезпечення державного, міждержавного та міжнародного управління та контролю за надзвичайними ситуаціями (НС) [23].

Такі системи мають різні функціональні задачі: від виконання розрахункових та інформаційно-довідкових функцій до безпосередньо ППР. Прикладом міждержавної інформаційної системи є Глобальна інформаційна мережа GDIN, створена урядом США в 1997 році, яка надає інформацію, пов'язану зі стихійними лихами, та здійснює підтримку прийняття рішень. Система поєднує низку міжнародних, державних, недержавних і комерційних організацій в області реагування на НС. У США розроблений комплекс програм HAZUS, що дозволяє оцінювати ризик від деяких НСПХ, таких як повені,

землетруси, урагани та ін. з метою побудови плану дій щодо ліквідації наслідків таких НС. Обмеженням даного комплексу програм є те, що він не враховує ризик від декількох НС, що поширюються одночасно. У Новій Зеландії розроблена система програмного забезпечення RiskScare для аналізу ризиків від декількох НСПХ, таких, як: повені, землетруси, цунамі, ураганні вітри. Методологія RiskScare дозволяє порівнювати різні джерела небезпеки за допомогою функції нестійкості, яка визначає відношення між НС, характеристиками ресурсів, що знаходяться в умовах ризику, і потенційним збитком. За підтримки координаційного центру з попередження стихійних лих в Центральній Америці (CEPREDENAC) розроблена ГІС-орієнтована система CAPRA, заснована на аналізі статистичних даних, що дозволяє проводити оцінку ймовірності ризику виникнення та розповсюдження природних НС та пов'язаних з ними збитків. В Німеччині функціонує розподілена система збору та пошуку інформації IMIS, що здійснює постійний моніторинг навколишнього середовища з метою надання інформації та прогнозування радіаційної обстановки. Існує ряд проєктів, що фінансуються Європейським Союзом та спрямовані на розробку методології оцінки ризиків від природних НС (посухи, землетруси, повені та ін.) і техногенних НС (аварії об'єктів ядерної енергетики і ін.). Це такі проєкти, як NaRAs, MATRIX, CLUVA, ByMur, EPSON HAZARD

1.3.1. Зазначені проєкти базуються на різних підходах: від найбільш простого у використанні якісного до кількісного, який забезпечує більш точну оцінку елементів ризику. На якісній оцінці ризику засновані проєкти ESPON-HAZARD 1.3.1 і MATRIX, особливістю яких є використання методу Дельфі, що передбачає складання анкет з питаннями для групи експертів, де їм пропонується висловити свої суб'єктивні оцінки ризику від певних НС [18]. У проєкті ESPON анкети, запропоновані експертам, дозволяють ранжувати НС, що аналізуються, на основі набору вагових значень, які подають значущість кожної НС на узагальненій мапі. У проєкті MATRIX якісний метод дозволяє інтегрувати знання кінцевих користувачів для ідентифікації НС і вразливих

об'єктів. В цілому метод Дельфі характеризується суб'єктивністю і вимагає багато часу та організаційних зусиль. Кількісні методи оцінки ризику, такі як зважені суми, байєсовські мережі, імовірнісні підходи, були використані в проєктах NaRAs, CLUVA, VuMur. Прикладом автоматизованих систем підтримки прийняття рішень в НС є європейська комплексна система RODOS, яка є результатом розробки більш ніж 20 європейських інститутів та призначена для підтримки прийняття рішень в реальному масштабі часу в умовах НС, пов'язаних з радіаційною ситуацією в Європі. Система містить підсистеми аналізу та оцінки ситуації, а також вибору ефективних контрзаходів. Система RODOS в рамках проєкту TACIS TA REG 02/3 була впроваджена в Україні. Система РОДОС-Україна забезпечує раннє попередження та радіаційний моніторинг на основі даних мережі метеорологічних станцій України, оброблених УкрГідрометцентром. Традиційно отримання інформації для ППР в умовах НСПХ здійснюється за допомогою експертів безпосередньо на місцевості або шляхом аналізу даних, які надходять від супутників, протипожежних вишок тощо.

Однак останні досягнення в галузі сенсорних та авіаційних технологій привели до створення нових можливостей для застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для виявлення та моніторингу ПРХ з метою ППР в системах реального часу. Автоматичні системи широко використовуються в системах підтримки прийняття рішень (СППР) в умовах НСПХ. Більшість систем виявлення ПРХ базуються на наземних камерах. Це такі системи, як BOSQUE, яка спрямована на виявлення пожеж за допомогою інфрачервоної камери, та ARTIS-FIRE, яка здійснює виявлення димового шлейфу за допомогою візуальних камер.

Недоліки таких систем полягають в тому, що вони не охоплюють всю територію, а також не здатні здійснювати точні спостереження в умовах мінливого навколишнього середовища. Для автоматичного виявлення пожеж також використовуються супутникові системи, але їх використання

супроводжується затримкою виявлення та низькою розділовою здатністю супутникових даних. Моніторинг ПРХ зазвичай здійснюється експертами, що оцінюють візуально або за допомогою камер швидкість розповсюдження, інтенсивність та інші характеристики. Використовуються також керовані літальні апарати, що дозволяють спостерігати за розповсюдженням ПРХ. Моніторинг за допомогою БПЛА дозволяє автоматично отримувати актуальну своєчасну інформацію, що забезпечує володіння ситуацією та інформованість ОПР під час прийняття рішень в умовах НСПХ, та дозволяє знизити ризик для людей, залучених до моніторингу. БПЛА мають можливість спостерігати за територією, передавати зображення та відеоінформацію. Аерофотознімки, особливо накладення зображень в декількох проекціях, і матеріали відеозйомки ПРХ дозволяють діагностувати ситуацію під час НСПХ та визначати об'єкти, які знаходяться в умовах максимального ризику. БПЛА можуть відігравати важливу роль також і в ліквідації НСПХ. Існуючі СППР на основі БПЛА забезпечують оцінку динаміки контуру ПРХ в географічних координатах в реальному часі. Сфера використання БПЛА для виявлення та моніторингу ПРХ сьогодні розвивається досить активно. В США було досліджено використання єдиного БПЛА зі складними сенсорами для гасіння лісових пожеж в проєкті FiRE [18]. Групу більш простих БПЛА було використано для виявлення та моніторингу лісової пожежі в європейському проєкті COMETS. Таким чином, інтеграція БПЛА та методів дистанційного зондування забезпечує швидке та порівняно дешеве вирішення багатьох задач, що виникають під час ППР в умовах ПРХ, тому багато дослідників приділяють підвищену увагу використанню БПЛА [19]. Незважаючи на позитивні результати, багато питань, пов'язаних з системами моніторингу ПРХ за допомогою БПЛА, включаючи їх архітектуру, платформи, сенсори, алгоритми дистанційного зондування та обробки зображень, залишаються недостатньо дослідженими та потребують подальшого дослідження.

Натепер для розв'язання задач екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів все ширше впроваджуються системи підтримки прийняття рішень, засновані на математичних моделях динаміки навколишнього природного середовища [22].

Завдання екологічної безпеки мають комплексний характер, що вимагає при їх вирішенні взаємодії на рівні потоків інформації моделей метеорологічних, гідрологічних, океанологічних, гідрогеологічних процесів, моделей переносу забруднень у навколишньому середовищі, в біологічних екосистемах і харчових ланцюгах. Зазвичай, розрахункові моделі є вузькоспеціалізованими і описують процеси тільки одного з можливих природних діапазонів. Нерідкі ситуації, коли СППР створюється на основі блоків, створених різними групами розробників, без урахування їх сумісності з іншими моделями [23]. Таким чином, основним завданням СППР є забезпечення чіткого, простого шляху інтеграції обчислювальних моделей і системи, а також реалізації можливості інтеграції моделей між собою шляхом об'єднання в обчислювальні ланцюжки.

Іншою, не менш важливою задачею, є надання достатньо зручного інтерфейсу для ініціалізації, управління ходом розрахунку моделі, візуалізації та пост-обробки результатів, щоб користувач системи мав можливість і бажання користуватися нею самостійно. Найбільш складною є така задача в комплексних екологічних додатках, для яких, поряд з інтеграцією різних розрахункових моделей, виникає завдання організації їх взаємодії з базами даних (БД), у тому числі з БД реального часу, інтерфейсом користувача, ГІС. Задачам побудови систем підтримки прийняття рішень, які базуються на математичних моделях 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., Трофімчук 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.) [50-76].

В останні роки стали відомими спеціалізовані моделюючі системи-каркаси для керування інтегрованими до них моделями: OpenMI, TIME, Kepler, OMS та інші. Вони мають різну функціональність, яка дозволяє організувати обчислювальні ланцюжки, а деякі з них – надають для цього графічний інтерфейс. Але розробка СППР на їх основі може мати значні недоліки, особливо якщо початкова предметна область моделюючої системи відрізняється від предметної області СППР. Автоматизація процесів запуску розрахунків моделей, збору, аналізу, зручне представлення та поширення результатів, суттєво розширить коло можливих користувачів та забезпечить підвищення надійності, оперативності та зниження трудомісткості процесу використання обчислювальних модулів. Зміна поколінь інструментальних засобів програмування дозволяє розробляти більш ефективні засоби автоматизації інтеграції моделей у СППР ніж у попередні десятиріччя. Отож, створення нової інформаційної технології для інтеграції математичних моделей, баз даних і ГІС у системи підтримки прийняття рішень з екологічної безпеки є актуальною.

Железняком М.Й. та Євдіним Є.О. зроблено опис сучасних СППР з проблем екологічної безпеки та природокористування, де сформовано, що поряд із задачею інтеграції різних розрахункових моделей та організації їх взаємодії необхідно інтегрувати їх у СППР із зручним графічним інтерфейсом, способом зберігання інформації у базі даних, підсистемою побудови звітів, геоінформаційною системою та іншою функціональністю, яка відсутня у звичайному моделюючому фреймворку [32].

У роботах Козулі Т.В., Ємельянової Д.І. обґрунтована доцільність застосування комплексного підходу щодо розроблення методичного забезпечення оцінки якості і безпечності системних об'єктів з позицій сталого розвитку [33]. Визначена необхідність запровадження системної основи об'єкта

дослідження для отримання оцінки екологічності за результатами MIPS- і ризик-аналізу, встановлення рівня безпеки для прийняття рішень щодо управління якістю природно-техногенних комплексів (ПТК). Розроблено інформаційно-алгоритмічне забезпечення для практичної реалізації методичної підтримки комплексної оцінки екологічності системних об'єктів з урахуванням зв'язку між їх станом і процесами внутрішньої самоорганізації і зовнішньої взаємодії з навколишнім середовищем та з використанням запропонованого програмного продукту в середовищі розробки Visual Studio.

В роботах А.В. Акімова [35] запропоновано методичний апарат дослідження природного та техногенного ризику. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки України розробили Данилишин Б.М., Ковтун В.В., Степаненко А.В. [36-39]. Аналіз та прогноз природно-техногенної безпеки крупних міст із застосуванням нелінійних методів запропонував Іщенко Г.Г [40-44]. Питанням екологічної безпеки України: системному аналізу перспектив покращення присвячено праці Качинського А.Б. [45-46].

Оцінку природно-техногенної безпеки життєдіяльності населення України в розрізі районів, виділених за рівнем природно-техногенних небезпек запропонував Мельничук А.Л. [47-51]. Технологію системного аналізу та моделювання небезпечних процесів в техносфері запропонував Белов П.Г. [52-54].

Системні принципи інформатизації управління природно-техногенною безпекою запропоновано в працях таких вчених, як Биченок М.М., Довгий С.О., Трофимчук О.М.. В їх працях створено методологічні основи геоінформаційної технології підтримки прийняття рішень в природно-територіальних системах в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру, що заснована на своєчасній оцінці ризику [55-57].

Відомі теоретичні підходи щодо створення просторово-часової моделі природно-техногенної системи у вигляді багатовимірною розмитого

топологічного простору. Ці підходи використовують модель подання знань, що описують проблемну область, у вигляді просторово-розподіленої деревовидної мережі подій.

В даній дисертаційній роботі розроблені наукові основи управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Порівняльний аналіз дозволяє визначити нові підходи стосовно створення та застосування систем підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень при здійсненні стратегічного екологічного оцінювання, оцінки впливу на навколишнє середовище, оцінки екологічних загроз та ризиків.

1.4 Перспективи створення автоматизованих систем управління екологічною безпекою та формалізація теми дисертаційної роботи

В результаті господарської діяльності на природне середовище спричиняється антропогенний вплив, який викликає зміни як в окремих компонентах природного середовища, так і в ландшафтах у цілому. Особливе занепокоєння викликають негативні зміни, які полягають в забрудненні природного середовища, зміні видового різноманіття біоти, виснаженні природних ресурсів, порушення природних взаємозв'язків в ландшафтах і їх деградації тощо. Негативні зміни природного середовища впливають на людину, її здоров'я і господарську діяльність. З чим важливе значення має виявлення антропогенних змін у природному середовищі, визначення антропогенного навантаження, оцінка стану навколишнього середовища, екологічна оцінка ступеня придатності території для проживання людини і його господарської діяльності. В даний час для оцінки стану НПС і екологічної оцінки території застосовуються низка методів, але їх класифікація та систематизація далеко не завершені. Можна виділити дві групи методів

екологічних оцінок: 1) методи оцінки стану окремих компонентів навколишнього середовища (атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтового покриву та ін.); 2) методи комплексної оцінки стану навколишнього середовища, що дозволяють визначати стан геосистем або ландшафтів в цілому, умови для розвитку біоти, проживання людини і ведення ними господарської діяльності. У цих методах проводиться визначення фізичних, хімічних, біологічних, санітарно-токсикологічних показників окремих компонентів навколишнього середовища. Основним прийомом оцінки якості компонентів навколишнього середовища є зіставлення визначених параметрів з установлення нормативами, гранично допустимими концентраціями або фоновими значеннями. У зв'язку зі складністю і різноманітністю хімічного складу природних екосистем, а також великою кількістю забруднюючих речовин (ЗВ) такі оцінки не дають чіткого уявлення сумарного забруднення і не дозволяють однозначно визначити якість навколишнього середовища з різним характером забруднення. На недоліки такого підходу вказувалося в роботах багатьох дослідників [58]. Наразі розроблені методи, що дозволяють оцінювати стан компонентів природного середовища за сукупністю хімічних, фізичних, біологічних, показників, а також засновані на використанні узагальнених характеристик – індексів якості, коефіцієнтів забруднення, сумарних показників забруднення. Однак і такі оцінки, коли за допомогою одного або декількох чисел робиться спроба визначити стан складної природної системи, не завжди бувають об'єктивними і представницькими. Тому важливе значення має комплексна екологічна оцінка стану НПС, яка повинна враховувати природні, екологічні та соціально-економічні показники території, характеризувати ступінь антропогенного перетворення і рівень забруднення, як окремих компонентів, так і НПС 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. Значний внесок у розвиток даного напрямку внесли роботи Перельмана А.І., Касимова Н.С. (1999); Кочурова Б.І. (1997, 2003); Алексеєнко В.А. (1990); Хованського А.Д. (1993, 1998); Приваленко В.В. (1994); Закруткін В.Є. і ін. (1996, 2000); Фёдорова Ю.А. (2005); Коробова В.Б. (2007); Копилова І.С. (2011) та інших дослідників [59-65].

У зв'язку з тим, що ступінь порушення природних компонентів довкілля в значній мірі впливає на здоров'я людини та задоволення його потреб, застосовується наступне визначення: екологічна оцінка – це визначення ступеня придатності (сприятливості) природно-ландшафтних умов території для проживання людини і будь-якого виду господарської діяльності. Визначення екологічної оцінки передбачає екологічну діагностику як виявлення і вивчення ознак, що характеризують сучасний і очікуваний стан навколишнього середовища, екосистем і ландшафтів. При цьому екологічна ситуація розглядається як територіальне поєднання різних природних умов, негативних і позитивних антропогенних чинників, що створюють визначену екологічну загрозу різного ступеня небезпеки для людини і навколишнього середовища. Комплексна екологічна оцінка території включає: встановлення природно-ландшафтної диференціації; визначення стану ландшафтів та їх компонентів; встановлення антропогенних впливів на нього; з'ясування їх потенційних можливостей протистояти антропогенним навантаженням; визначення екологічних ситуацій і оцінка ступеня їх гостроти; розроблення рекомендацій щодо поліпшення екологічної обстановки. Для визначення стану території також застосовуються СЕО та ОВД.

Аналіз 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. 1.1).

В процесі оцінки використовувалися методики, розроблені Кочуровим Б.І. (1997, 2003); Хованським А.Д. і ін., (1998); Закруткіним В.Є. і ін. (2000).

Є цілий низка допоки невирішених практичних економіко-правових питань, пов'язаних з постійним ризиком.

Іноді виявляється, що підприємству економічно вигідніше забруднювати НПС, ніж проводити здійснювати заходи з очищення скидів та відходів. Діючі податки і збори за використання природних ресурсів (нафта, газ, вугілля, інші корисні копалини), видаються заниженими. Вони представляють видобувну галузь та знаходяться в не виправдано привілейованому становищі.

Таблиця 1.1 – 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, промислову, транспортну, сільськогосподарську	Види використання території, обсяг еродованих земель Показники демографічного, промислового, транспортного, сільськогосподарського навантаження	Бальна оцінка антропогенного навантаження

<i>Продовження таблиці</i>			
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
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

Наразі, пов'язані з забрудненнями нормативи, встановлюються у вигляді гранично допустимих концентрацій (ГДК). Однак відходи виробництва на підприємствах, зазвичай містять найрізноманітніші речовини, які негативний вплив на організм людини, а також на НПС. Відтак постає проблема сумарної оцінки, тобто побудови інтегрального показника екологічної шкоди даного підприємства. На даний час вона далека від коректного рішення.

Аварійний ризик – ризик небажаних екологічних наслідків, спричинених аварією на виробництві або транспорті. Аварійний ризик, на відміну від постійного ризику, пов'язаний з невизначеністю. В даному випадку ризик - це небажана можливість.

У математичних термінах невизначеність можна моделювати різними способами – за допомогою теорії ймовірностей, лінгвістичних змінних і нечітких множин, інтервального математики і статистики, теорії ігор і т.п. Складність проблеми оцінювання аварійного ризику й різні існуючі підходи підтверджує найпростіший випадок. Нехай в прийнятій математичній моделі невизначеність носить імовірнісний характер, а втрати описуються одновимірною випадковою величиною (а не випадковим вектором і не

випадковим процесом). Іншими словами, збиток адекватно описується одним числом, а величина цього числа залежить від випадку.

Отож нехай величина спричиненого ризиком збитку моделюється випадковою величиною X (в сенсі теорії ймовірностей). Як відомо, випадкова величина описується функцією розподілу

$$F(x) = P(X < x),$$

де x - дійсне число (тобто, будь-який елемент множини R^1). Оскільки X зазвичай інтерпретується як величина збитку, то X - невід'ємна випадкова величина.

У найпростішому випадку ризик R оцінюється як добуток імовірності p небажаної події на математичне очікування випадкової шкоди $M(X)$, тобто $R = p M(X)$.

Залежно від припущень стосовно властивості функції розподілу $F(x)$ імовірнісні моделі ризику поділяються на параметричні і непараметричні. У першому випадку мається на увазі, що функція розподілу входить в одне з відомих сімейств розподілів - нормальних (тобто гауссовських), експоненційних чи інших. Однак зазвичай подібне припущення є мало обґрунтованим - реальні дані не можуть входити в заздалегідь задане сімейство. Відтак необхідно застосовувати непараметричні статистичні методи, що не припускають, що розподіл збитку взято з того чи іншого популярного серед математиків сімейства. При використанні непараметричних статистичних методів зазвичай приймають лише, що функція розподілу $F(x)$ є безперервною функцією числового аргументу x .

При оцінці екологічних ризиків слід враховувати дві особливості.

По-перше, оскільки величина збитку залежить від багатьох причин, то вона повинна мати т.зв. нормальний розподіл. Це не вірно. Все залежить від способу взаємодії причин. Якщо причини діють адитивно, то в силу Центральної граничної теореми теорії ймовірностей маємо підстави використовувати нормальний розподіл (розподіл Гауса). Якщо ж причини діють

мультиплікативно, то в силу тієї ж Центральної граничної теореми теорії ймовірностей варто наближати розподіл величини збитку X за допомогою логарифмічного нормального розподілу. Якщо ж основний вплив має «слабка ланка», то відповідно до теореми Гнеденка Б.В., якому вдалося довести в остаточному формулюванні локальну граничну теорему, слід наближати розподіл величини збитку X за допомогою розподілу з сімейства Вейбулла-Гнеденко. На жаль, в конкретних практичних випадках розрізнити ці варіанти зазвичай не вдається.

По-друге, невірно традиційне уявлення про те, що похибки вимірювання нормально розподілені. Проведений багатьма фахівцями ретельний аналіз похибок реальних спостережень довів, що їх розподіл в переважній більшості випадків відрізняється від гауссова [66].

Приклад, коли можлива (випадкова) величина збитку, пов'язаного з ризиком, описується функцією розподілу $F(x) = P(X < x)$. Зазвичай намагаються перейти від функції, що описується (з точки зору математики) нескінченно великим числом параметрів, до невеликого числа числових параметрів, найкраще до одного.

Для позитивної випадкової величини (величини збитку) часто розглядають такі її характеристики, як:

- математичне очікування;
- медіана і, більш загально, квантилі, тобто значення $x = x(a)$, при яких функція розподілу досягає певного значення a ; іншими словами, значення квантиля $x = x(a)$ знаходиться з рівняння $F(x(a)) = a$;
- дисперсія (часто позначається як «сигма-квадрат»);
- середньоквадратичне відхилення (квадратний корінь з дисперсії, тобто «сигма»);
- коефіцієнт варіації (середнє відхилення, поділене на математичне очікування);

– лінійна комбінація математичного очікування і середнього квадратичного відхилення (наприклад, вважається, що можливі значення збитку розташовані в такому інтервалі: математичне очікування плюс-мінус три сигма);

– математичне очікування функції втрат, і т.д.

Тоді задача оцінки збитку може розумітися як завдання оцінки тієї чи іншої з перерахованих характеристик. Найчастіше оцінку проводять за емпіричними даними (за вибіркою величин збитків, відповідним тим, що сталося раніше аналогічних випадків). При відсутності емпіричного матеріалу залишається спиратися на експертні оцінки. Найбільш обґрунтованим є модельно-розрахунковий метод, який спирається на моделі еколого-економічної ситуації, що дозволяють розрахувати характеристик збитку.

Підкреслимо тут, що характеристик випадкового збитку є багато. Не можна обмежуватися тільки середнім збитком, під яким зазвичай розуміють математичне очікування, хоча медіана збитку не менше відповідає цьому терміну. Дуже важлива верхня межа для шкоди, тобто квантилі порядку a , де a близько до 1, наприклад, $a = 0,999999$. При цьому з імовірністю, що не перевищує $0,000001$, реальний збиток буде менше x ($0,999999$). Складні проблеми полягають в обґрунтованому обчисленні межі x ($0,999999$), їх не слід використовувати, оскільки математико-статистична теорія оцінювання ймовірностей рідкісних подій залишається недостатньо розробленою.

Завдання управління екологічною безпекою може розумітися як завдання мінімізації тієї чи іншої з перерахованих вище характеристик. Тоді мінімізація випадкового збитку за одним критерієм може розглядатися з різних аспектів (постановок):

- 1) мінімізація математичного очікування (середніх очікуваних втрат);
- 2) мінімізація квантиля розподілу (наприклад, медіани функції розподілу втрат або квантиля порядку $0,999999$, вище якого розташовуються великі

втрати, що зустрічаються вкрай рідко - в 1 випадку з 1000000, тобто в 1 випадку з мільйона);

3) мінімізація дисперсії (тобто показника розкиду можливих значень втрат);

4) мінімізація середнього квадратичного відхилення, що з чисто математичної точки зору еквівалентно попередній задачі мінімізації дисперсії;

5) мінімізація коефіцієнта варіації;

6) мінімізація суми математичного очікування і потроєного середнього квадратичного відхилення (на основі відомого «правила трьох сигм»), або інший лінійної комбінації математичного очікування і середнього квадратичного відхилення (такий підхід використовують в разі близькості розподілу втрат до нормального (гауссову) розподілу як комбінацію підходів, націлених на мінімізацію середніх втрат і мінімізацію розкиду можливих значень втрат);

7) мінімізація математичного очікування функції втрат.

Визначаються особливості цих перерахованих аспектів (постановок). Перша з них – мінімізація середніх втрат - видається цілком природною, якщо всі можливі втрати малі в порівнянні з ресурсами підприємства (організації). В іншому випадку перший підхід не завжди раціональний.

Другий підхід націлений саме на мінімізацію великих втрат, на захист від розорення. Інша його відоме застосування – виняток катастрофічних аварій на атомних електростанціях, наприклад, типу Чорнобильської. При другому підході середні втрати можуть збільшитися (в порівнянні з першим), зате максимальні будуть контролюватися. На жаль, вкрай важко за статистичними даними робити обґрунтовані висновки про досить великих значеннях аргументу і відповідних вельми малих можливостях. Наприклад, іноді зустрічаються твердження типу наведеного вище: «надійність дорівнює шести дев'яткам», тобто 0,999999. Іншими словами, ймовірність небажаного результату дорівнює 0,000001. Таку малу ймовірність безпосередньо за статистичними даними

оцінити неможливо (для цього обсяг вибірки повинен бути не менше 10 мільйонів). Значить, висновок отриманий за допомогою моделі, наприклад, моделі експоненціального розподілу. Добре відомо, що висновки про виявлення різко виділяються спостережень (викидів) вкрай нестійкі по відношенню до малих відхилень від припущень моделі. Тому і до слів типу «надійність дорівнює шести дев'яткам» варто ставитися обережно.

Третій і еквівалентний йому четвертий підходи націлені на мінімізацію розкиду остаточних результатів. Середні втрати при цьому можуть бути вище, ніж при першому або другому підходах, але того, хто приймає рішення, це не цікавить. Йому потрібна максимальна визначеність майбутнього, нехай навіть ціною підвищення втрат.

П'ятий підхід дає один із способів позбавитися від такої забудькуватості - використовується не абсолютне значення середнього квадратичного відхилення, а відносне. Це - аналог в теорії ризику загальноекономічної ідеї використання характеристик типу рентабельності.

Шостий підхід поєднує в собі перший і третій, хоча і досить примітивним чином. По суті, проблема в тому, що управління ризиком в даному випадку - це принаймні двухкритеріальне завдання. Бажано середні втрати знизити (іншими словами, математичне очікування доходів підвищити), і одночасно зменшити показник невизначеності - дисперсію. Як відомо, неможливо провести оптимізацію одночасно за двома критеріями. Доводиться тим чи іншим чином перейти до оптимізації за одним критерієм. Наприклад, можна один з критеріїв перетворити в обмеження. Або об'єднати два критерії в один, наприклад, мінімізувати коефіцієнт варіації. Добре відомі різні підходи, які використовуються при багатокритеріальній оптимізації, і практично всі вони можуть бути застосовані в теорії ризику, розвиваючи шостий підхід.

Найбільш просунутий підхід - сьомий. Але для його застосування необхідно побудувати функцію втрат або її антипод - функцію корисності. Це -

самостійне завдання. Зазвичай його вирішують за допомогою спеціально організованого економетричного або еколого-статистичного дослідження.

Природним часто представляється використання багатокритеріальних задач управління екологічною безпекою. Наприклад, як уже говорилося, бажано мінімізувати як середній ризик, так і розкид ризику (дисперсію). На жаль, неможливо одночасно домогтися обох цілей. У цьому немає нічого незвичайного. Не можна домогтися максимального прибутку при мінімумі витрат, як і максимуму доходу при мінімумі ризику.

При розгляді багатокритеріальних задач зазвичай намагаються все критерії, крім одного, перетворити в обмеження. Наприклад, мінімізують середній збиток за умови, що дисперсія не перевищує заданої величини. Або, навпаки, мінімізують розкид (дисперсію) за умови, що середній збиток не перевищує заданої межі.

Є й метод, при якому критерії об'єднуються в один, наприклад, у вигляді лінійної комбінації, як в шостому підході до управління ризиками, описаному вище. Більш обґрунтованим видається виділення кордону Парето, тобто варіантів, які можна поліпшити відразу по всіх параметрах, а потім аналіз цієї межі за допомогою експертів.

Крім імовірнісних методів моделювання ризику, іноді розглядаються методи опису ризиків за допомогою об'єктів нечислової природи, зокрема, якісних ознак, понять теорії нечітких множин, інтервальних математичних і економетричних моделей та інших математичних засобів.

Під використанням якісних ознак розуміємо, зокрема, використання термінів типу «високий ризик», «помітний ризик», «малий ризик» і аналогічних їм. Такого роду оцінки, звичайно, більш відповідають повсякденній свідомості, ніж оцінки у вигляді дійсних чисел. Це добре відомо в теорії вимірювань - людині набагато легше порівнювати альтернативи за ступенем ризику, ніж намагатися говорити про те, що одна з них о такій-то раз краще або на стільки-то краще. Іншими словами, людині набагато легше працювати в порядкової

шкалою, ніж в шкалах кількісних ознак - інтервального, відносин, різниць та ін. Методи аналізу статистичних даних, вимірних в порядковій шкалою, розроблені в статистиці об'єктів нечислової природи.

Якщо невизначеність носить інтервальний характер (оцінки ризиків описуються інтервалами), то природно застосувати методи статистики інтервальних даних (як частини інтервальної математики), розрахувати мінімальний і максимальний можливий доходи і втрати, і т.д.

Сьогодні розроблені різні способи зменшення екологічних ризиків, пов'язані з вибором стратегій поведінки. Одним з таких способів є диверсифікація, тобто створення різноманіття видів діяльності.

Під час розроблення програмного забезпечення систем підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих комплексах при управлінні екологічною безпекою необхідно враховувати різноманіття методів опису критеріїв, ризиків. Вибір будь-якого одного певного методу без належного обґрунтування може привести до неадекватного управління екологічною безпекою.

Наступним етапом досліджень є аналіз проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру.

Висновки до розділу 1

1. Визначено, 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.

2. Здійснено 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.

3. Визначено 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.

4. Визначено, що задача оцінки екологічного збитку може розумітися як завдання оцінки величини збитку. Найчастіше оцінку проводять за емпіричними даними (за вибіркою величин збитків, відповідним тим, що сталося раніше аналогічних випадків). При відсутності емпіричного матеріалу залишається спиратися на експертні оцінки. Найбільш обґрунтованим є модельно-розрахунковий метод, який спирається на моделі еколого-економічної ситуації, що дозволяють розрахувати характеристик збитку.

5. 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.

6. 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 присвячено дане дослідження. Оскільки методологія ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в умовах виявлення екологічних загроз та ризиків на сьогоднішній день розроблена недостатньо, а визначена проблема занадто далека від свого вичерпного рішення, в зв'язку з випадками надзвичайних ситуацій, що почастишали, вона набуває особливої актуальності.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ

2.1 Системологічний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності

2.1.1 Системний підхід до аналізу проблемної області

В основу дослідження покладено системний підхід, який оперує поняттями «екосистема», «екологічний об'єкт», «екологічний стан», «екологічний процес», «екологічна ситуація».

Складна екосистема виконує певні функції, містить множину взаємодіючих елементів (об'єктів), внаслідок чого набуває нових властивостей. В ній виділяють структуру, зовнішнє та внутрішнє середовище (рис. 2.1). Множина взаємопов'язаних елементів, що еволюціонують в часі, трактується як динамічна система, яка в кожний момент часу має певний стан, і в якій динаміка описується переходами з одного стану в інший.

Елементом складної екологічної системи (СЕС) є динамічний екологічний об'єкт, який має власну внутрішню структуру, входи (точки прикладання зовнішніх впливів) і виходи (які характеризують його стан) (рис. 2.2).

Екологічним станом об'єкта в певний момент часу є сукупність значень його параметрів. Об'єкт може реагувати на зовнішні впливи зміною свого внутрішнього стану і вихідних величин, або виконанням певних процесів.

Екологічний процес в контексті даної роботи розглядається як послідовність змін станів СЕС, всередині якої він відбувається, у відповідь на сукупність впливів (рис. 2.3) [67].

Будь-який вплив переводить СЕС з одного стану в інший.

Розрізняють зовнішні впливи, пов'язані з впливом на СЕС зовнішнього середовища (ЗС), та впливи рішень з боку особи, яка приймає рішення.

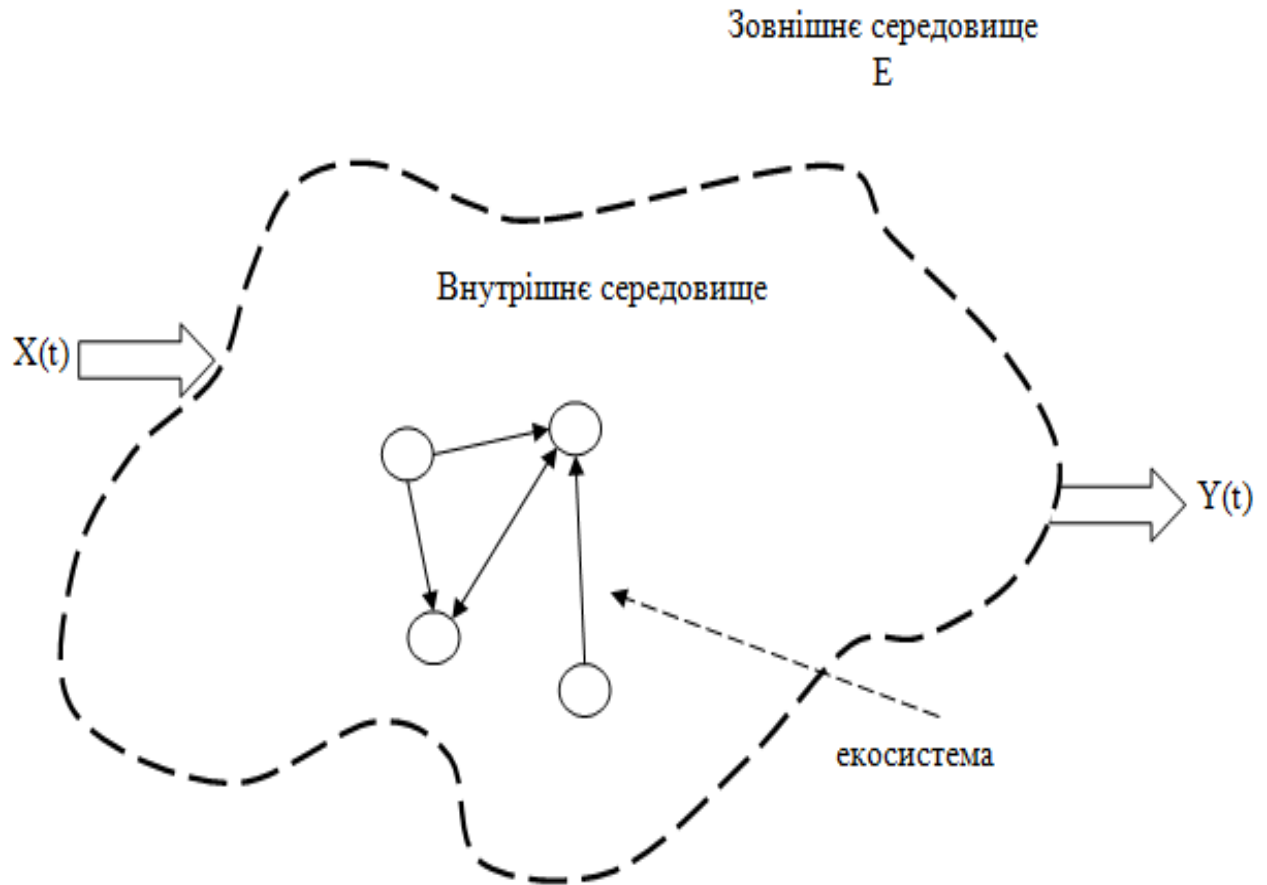


Рис. 2.1 – Формалізація екосистеми

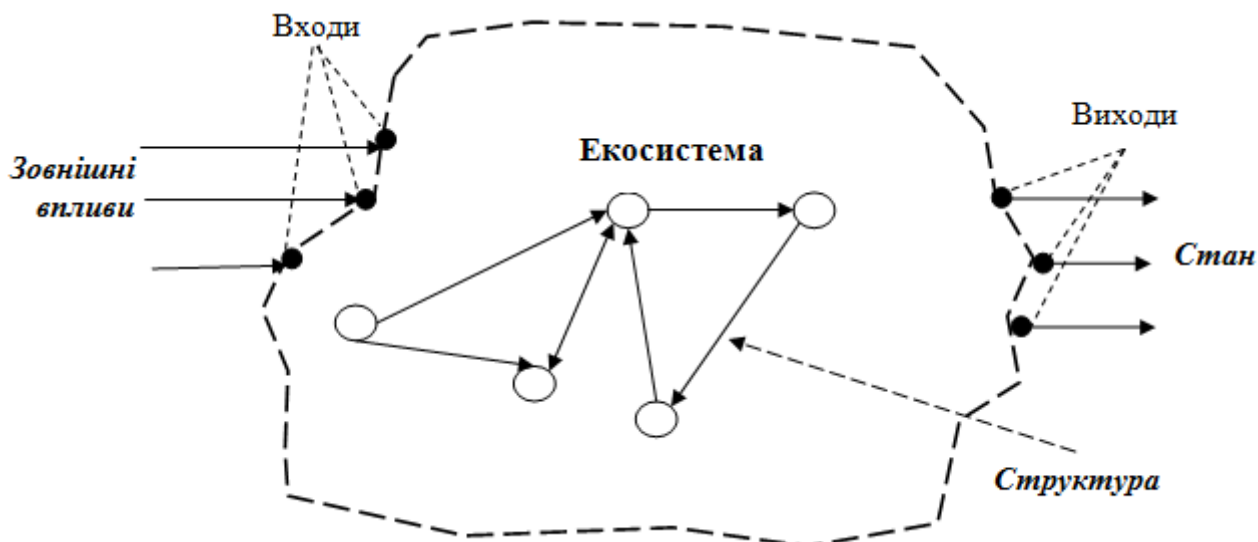


Рис. 2.2 – Екосистема

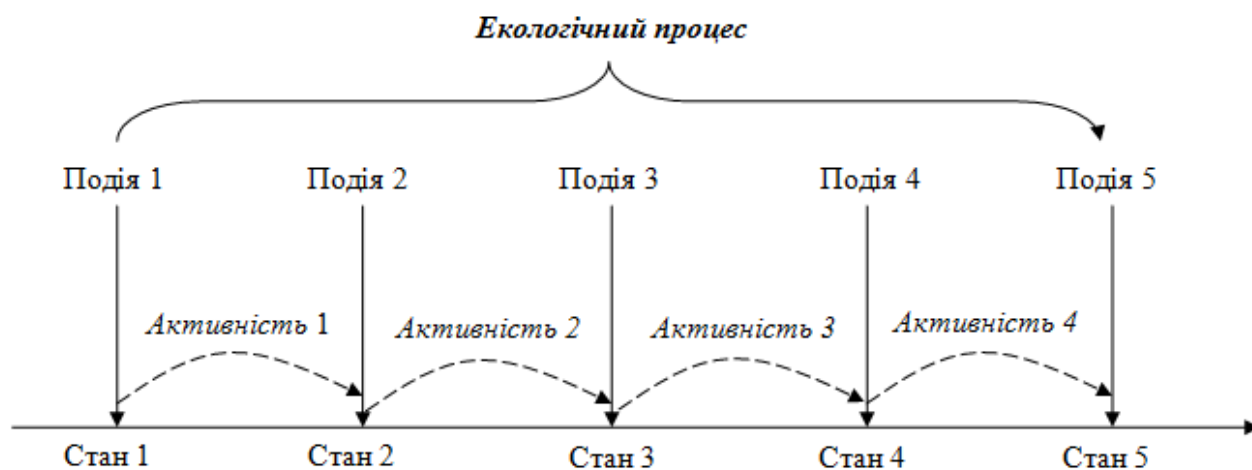


Рис. 2.3 – Екологічний процес і його складові частини

Екологічні події розглядати як прикладання впливів до СЕС, тому процес може бути визначений як орієнтована в часі послідовність подій, яка відображає впливи на простір станів СЕС, а активність – як цілеспрямований процес зміни станів СЕС в результаті реакцій на такі впливи [68].

Під *екологічною ситуацією* розуміється сукупність всіх відомостей про склад і структуру СЕС в певний момент часу.

Зовнішнє середовище – це середовище, що розташовується за межами СЕС, впливає на неї, але не належить їй. Впливами зовнішнього середовища

можуть бути природні процеси, діяльність людини, потрапляння забруднюючих речовин з інших регіонів тощо [69].

Зовнішнє середовище в контексті даного підходу може бути *інерційним* або *збурюючим*, в результаті чого СЕС може бути в *стабільному* або в *збуреному* стані відповідно.

В стабільному стані СЕС знаходиться завдяки процесам самоорганізації, які виявляються в самоузгодженому функціонуванні системи за рахунок внутрішніх зв'язків із зовнішнім середовищем.

В збуреному стані СЕС потребує прийняття рішень з боку ОПР, метою яких є компенсація дії збурюючих впливів.

2.1.2 Концептуалізація проблемної області

В межах дослідження розглядається особливий клас СЕС – *природно-техногенні системи* (ПТС), що містять множину взаємодіючих статичних та динамічних природних і технічних об'єктів, які характеризуються просторовою прив'язкою та знаходяться в тісному взаємозв'язку. Природно-техногенні системи є відкритими, обмеженими в просторі системами, що характеризуються діалектичною єдністю компонентів (природних і технічних) та територіальною різноманітністю природного середовища.

Під впливом стабільного зовнішнього середовища така система знаходиться в стабільному стані. Відповідно, під впливом збурюючого зовнішнього середовища – в збуреному стані.

Картографічним об'єктом (КО) є модель реального об'єкта ПТС, відображена на місцевість, що має певні характеристики, які визначають однозначне місце розташування та межі об'єкта.

Існує багато методів організації просторових даних в ПТС, від вибору яких залежить просторова точність представлення візуальної частини інформації в ПТС.

Серед процесів, що виникають в ПТС, визначається особливий клас процесів – *процеси руйнівного характеру*, під якими в контексті дослідження маються на увазі просторово-розподілені небезпечні природні явища, що протікають в ПТС та за своєю інтенсивністю, масштабом розповсюдження й тривалістю можуть становити негативні наслідки для самої системи та її зовнішнього середовища у вигляді матеріальних збитків та порушення умов життєдіяльності людей. Тож, ПРХ є проявом збурюючих впливів, що порушують стабільне функціонування системи.

ПРХ характеризується певним типом і потенціалом, який, в свою чергу, може бути охарактеризований інтенсивністю та площею охоплення.

Інтенсивність визначається кількістю енергії, що звільняється в результаті ПРХ. Оцінка інтенсивності має відрізнятися для ПРХ різних типів. Так, для землетрусів або вивержень вулканів інтенсивність може бути виражена у вигляді кількості звільненої енергії, для повеней – у вигляді величини підйому рівня води, для пожеж – у вигляді кількості виділеного тепла. Чим більше енергії звільняється під час ПРХ, тим більш руйнівним є його потенціал. Потенціал ПРХ – це характеристика, що описує його здатність завдавати шкоди об'єктам.

Оскільки ПРХ є проявом послідовності збурених станів ПТС, він може призвести до *надзвичайної ситуації природного характеру* (НСПХ), під якою розуміється обстановка в ПТС, яка склалася в результаті ПРХ та негативно впливає на суспільство й матеріальні цінності, спричиняючи людські жертви, шкоду здоров'ю людей або зовнішньому середовищу, значні матеріальні збитки, та яка потребує прийняття рішень з боку осіб, що приймають рішення, метою яких є компенсація дії збурюючих впливів.

НСПХ виникає за умови наявності вразливих екологічних об'єктів (ЕО), що потрапляють під вплив ПРХ та вимагають прийняття рішень з боку ОПР.

Необхідними умовами виникнення НСПХ є (рис. 2.4): наявність вразливих ЕО; необхідність прийняття рішень.

ПРХ, що виникають на певній території за відсутністю вразливих ЕО, які можуть бути охоплені цими процесами, не можуть перетворюватись в НСПХ.

Процес розвитку НСПХ є процесом руйнівного характеру, який виникає найчастіше раптово при певному співвідношенні параметрів ЗС і ПТС та є проявом руйнівного впливу ЗС на ПТС. Тому важливою є задача діагностики НСПХ, що дозволяє виявити сукупність параметрів ЗС, які характеризують НСПХ.

Основною метою рішень з боку ОПР в умовах НСПХ є знаходження такої компенсації, яка була б достатньою для подолання збурюючого впливу, але сама не стала б збуренням. Рішення з боку ОПР розглядається у вигляді цілеспрямованого впливу на ПТС, в результаті якого остання переходить в потрібний (цільовий) стан з мінімальною шкодою для ЕО. Відповідно, процес підтримки прийняття рішень може трактуватися як цілеспрямоване формування послідовності рішень.

НСПХ потребує прийняття наступних рішень: попередження (запобігання виникненню); запобігання розвитку; щодо ліквідації наслідків.

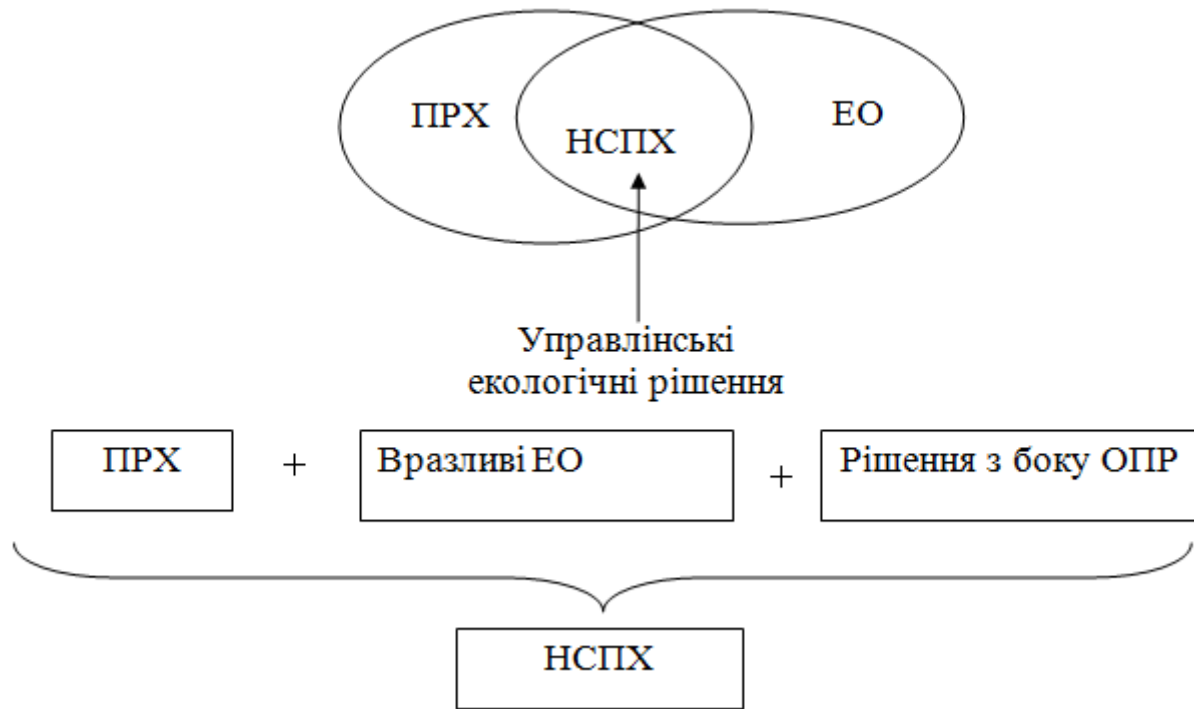


Рис. 2.4 – Взаємозв'язок ПРХ і НСПХ

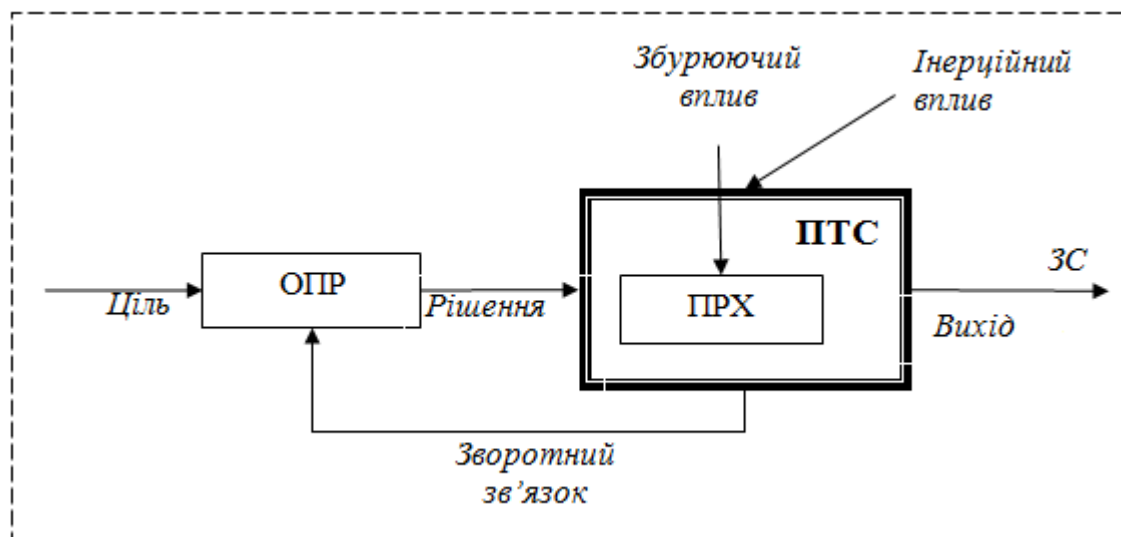


Рис. 2.5 – Види впливів на ПТС

Для прийняття рішень необхідно вирішити наступні задачі: моделювання; моніторингу; діагностики ситуації; підтримки прийняття рішень.

Таким чином, зовнішні впливи (впливи ЗС) на ПТС можуть бути розподілені на наступні групи:

- інерційні впливи (вплив ЗС у стабільному стані);
- збурюючі впливи (вплив, що викликає ПРХ);
- керуючі впливи (вплив прийнятих рішень).

Прийняття управлінських екологічних рішень має бути спрямоване на зменшення руйнівного ефекту від збурюючих впливів. Система здатна реагувати на зовнішні впливи за допомогою зворотного зв'язку (рис. 2.5).

ППР спрямовано на захист об'єктів ПТС від руйнівного збурюючого впливу. Внаслідок ліміту часу в системах реального часу всі об'єкти належним чином розглянути неможливо. Тому визначають групу *цільових об'єктів*, які представляють цінність для людини і потребують екологічної безпеки від ПРХ.

Отож ПТС в умовах НСПХ – це сукупність території, а також природних і штучних картографічних об'єктів, що знаходяться в її межах, мають певні відносини один з одним та з ЗС, серед яких виділяються ЕО, що знаходяться під негативним впливом НСПХ та вимагають своєчасного прийняття рішень з боку ОПР щодо їх захисту.

Кожен ЕО має певну цінність, яка динамічно змінюється в умовах ПРХ.

Цінність ЕО – це оцінка об'єктивної корисності цього об'єкту.

Рішення щодо захисту ЕО засновані на оцінці ризику.

Екологічний ризик в контексті даного дослідження прив'язано до ЕО, тож він є потенціалом реалізації небажаних, несприятливих наслідків для ЦО в умовах НСПХ, що можуть бути виражені в зменшенні їх цінності (рис. 2.6).

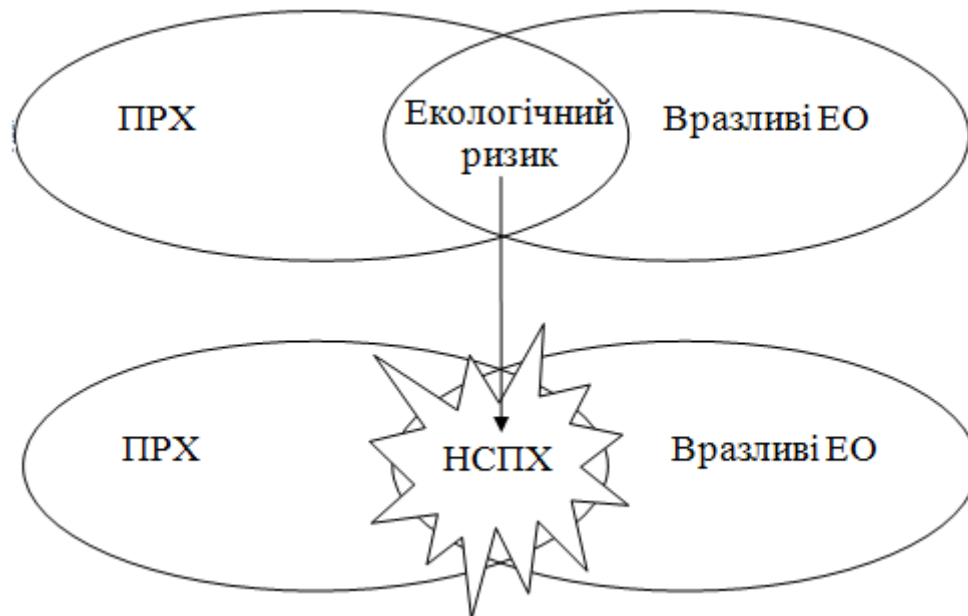


Рис. 2.6 – Матеріалізація екологічного ризику

Для оцінки ризику ЕО необхідно оцінити наступні його складові:

- небезпеку - можливість (або ймовірність) виникнення ПРХ певного типу, певної інтенсивності на певній ділянці території;
- загрозу - прогностичну складову ризику на стадії матеріалізації небезпеки в умовах ПРХ, який розвивається, що характеризує певний час, з плином якого даний об'єкт можливо буде охоплений ПРХ;
- потенційний збиток, що залежить від потенціалу ПРХ, а також вразливості та стійкості ЕО.

Небезпека асоційована з конкретною ділянкою місцевості та може бути оцінена за допомогою ймовірності.

Загрози та ризик асоційовані з об'єктами. Вони створюються у випадку, коли небезпека матеріалізується у вигляді ПРХ.

Загроза має сенс в умовах, коли ПРХ вже розвивається, та визначає його прогностичний аспект. НСПХ охоплює об'єкт, коли загроза ПРХ для даного об'єкту стає реальністю (матеріалізується). Після того як ПРХ охоплює ЕО, його цінність починає зменшуватися.

Як підсумок ПТС містить сукупність природних та штучних об'єктів, серед яких виділяються ЕО, які представляють цінність для людини і потребують захисту від ПРХ. ПТС зазнає впливу ЗС, стан якого може бути стабільним або збурюючим. Збурюючий вплив ЗС переводить ПТС в збурений стан, проявом якого є ПРХ. В умовах ПРХ об'єкти ПТС можуть зазнавати руйнівного впливу, тоді може виникати НСПХ, яка завдає шкоди ЕО та є підставою для прийняття рішень з боку ОПР, спрямованих на збереження цінності та захист ЦО. При цьому рішення щодо захисту ЕО мають бути засновані на оцінці ризику, тобто метою процесу ППР є переведення ПТС в цільовий стан з мінімальним ризиком для ЕО.

2.1.3 Особливості ризик-орієнтованої підтримки прийняття рішень в екосистемах при управлінні екологічною безпекою

ПРХ характеризується значною мірою невизначеності. На динаміку ПРХ впливають різні чинники, зв'язки та параметри, сила і ступінь впливу і взаємодії яких не можуть бути чітко визначені і враховані з достатньою повнотою [71]. Вхідні дані надходять з різних джерел. Більшість параметрів неможливо або дуже складно точно виміряти. Як правило, уявлення ОПР про причини і можливі способи зміни ситуації є розмитими, нечіткими та суперечливими [72]. Крім того, ПРХ є швидкоплинним процесом, який характеризується мінливістю характеру свого протікання. Це вимагає врахування його динаміки та формування прогнозів розвитку ситуації [73], але неможливість багаторазового спостереження ПРХ в однакових умовах ускладнює застосування для цього відомих статистичних методів.

Важливою специфічною характеристикою ПРХ є його прив'язка до місця розташування, в той час як більшість існуючих алгоритмів працюють зі

статистичними характеристиками, які лише побічно або зовсім не відображають розташування об'єктів або явищ в просторі.

Особливостями ПРХ є: руйнівний характер; просторове розповсюдження; невизначеність; швидкоплинність, що потребує прийняття рішень в умовах ліміту часу; неможливість багаторазового спостереження в однакових умовах.

Якщо ПРХ має такі додаткові характеристики, як, - наявність вразливих цінних об'єктів, необхідність прийняття рішень з боку ОПР для компенсації руйнувань, то він перетворюється в НСПХ.

З урахуванням особливостей ПРХ, використання методів математичного моделювання, зокрема статистичних методів, для його опису не уявляється можливим. Внаслідок перерахованих вище особливостей, процес розповсюдження ПРХ складно моделювати та прогнозувати. Також важким для формалізації є процес підтримки прийняття рішень в умовах НСПХ, від швидкодії якого залежить не тільки величина економічних та екологічних збитків, але й життя та здоров'я людей.

ОПР доводиться приймати рішення в умовах невизначеності, мінливого середовища та обмежених часових ресурсів. До того ж динаміка розвитку НСПХ часто характеризується не тільки кількісними, але й якісними показниками, тож ОПР доводиться маніпулювати якісною інформацією у вигляді гіпотез (припущень), інтуїтивних понять тощо. Застосування якісних показників потребує залучення відповідних інструментів, таких як експертні методи, методи теорії нечітких множин та інші, що характеризуються певним рівнем суб'єктивізму [74].

Із урахуванням вищезазначеного, можливо визначити наступні особливості управління екологічною безпекою планової діяльності:

- невизначеність (неповнота, неточність, суперечливість і помилковість) вихідних даних і знань;

- нестационарність, суттєва нелінійність та значна розмірність моделей ПРХ;

- 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.

З позицій системного підходу проблемна область, пов'язана з ППР в ПТС в умовах НСПХ, є слабкоструктурованою. Перераховані особливості проблемної області, що відображають складність прийняття рішень в умовах НСПХ, вимагають розроблення і впровадження нових моделей, методів та геоінформаційної технології, що дозволить обробляти не тільки чисельні, але й якісні параметри.

Зі слабкою структурованістю проблемної області пов'язана складність вирішення в ній задач, що обумовлена наступними аспектами [75]:

- проблемну область складно формалізувати (багато фактів проблемної області неможливо точно описати виключно за допомогою математичної теорії або детермінованих моделей);
- рішення задач не може бути зведено до чисельних розрахунків;
- цілі, яких необхідно досягти шляхом вирішення задач, не можуть бути виражені в термінах точно визначеної цільової функції.

Системи, поведінку яких складно формалізувати через складні залежності, взаємовідносини чи взаємодії між її складовими частинами, або між її складовими частинами та ЗС, називають *складними екологічними системами*.

ПТС в умовах ПРХ має всі основні ознаки СЕС: відкритість; нелінійність поведінки; емерджентність; самоорганізація; адаптація; цикл зворотного зв'язку.

Відкритість системи означає, що СЕС безперервно взаємодіє з ЗС. Під нелінійністю поведінки СЕС мається на увазі, що на один і той же вхідний вплив система може відповідати по різному в залежності від її стану та стану ЗС. Принцип емерджентності означає, що поведінка складової частини системи, яка функціонує ізольовано, відрізняється від її поведінки, коли вона є частиною системи. Чим більше система і чим більше розходження в розмірах між частиною і цілим, тим більше властивості цілого можуть відрізнятися від властивостей частин.

ПТС в умовах ПРХ, що функціонує без втручання ОПР, є самоорганізованою системою, яка сама себе організує зсередини. Самоорганізація передбачає взаємодію системи з ЗС та нелінійні взаємозв'язки між її елементами. СДС містить заплутану мережу лінійних і нелінійних механізмів зворотного зв'язку, які дозволяють їй адаптуватися до нових ситуацій, еволюціонувати, змінювати рівень активності та демонструвати несподівані властивості. Без наявності зворотного зв'язку між взаємопов'язаними та взаємодіючими частинами системи неможлива організація ефективного управління ними. Наявність зворотного зв'язку є необхідною умовою ефективного функціонування системи та сигналізує про досягнутий результат.

Задача управління екологічною безпекою планової діяльності має наступні особливості:

- основним джерелом знань є досвід, а не моделі;
- результати вирішення задачі ППР не є унікальними для кожної ситуації, тобто можуть бути використані в інших (подібних) ситуаціях;
- мета вирішення задачі полягає не в отриманні гарантовано точного рішення (результату), а в отриманні найкращого з можливих рішень.

Перераховані властивості та чинники невизначеності або суб'єктивності дозволяють віднести ПТС в умовах ПРХ до класу *слабкоструктурованих систем* [75], а проблему ППР в ПТС в умовах ПРХ – до класу *складних і*

важкоформалізованих проблем [76]. Суворі математичні методи не відповідають рівню суворості її формулювання.

Таким чином, для вирішення задачі підтримки прийняття рішень в ПТС в умовах ПРХ потрібне застосування інтелектуальних методів (експертних оцінок).

2.2 Постановка проблеми ризик-орієнтованої підтримки прийняття екологічних рішень в інтегрованих автоматизованих системах

Визначимо множину Y деякої природи та алгебру σ_Y над нею.

Визначимо множину моментів часу T . Використовується шкала часу, задавши відношення строгого порядку $<_T$ та початкове значення часу t_0 .

Нехай X – лінійний нормований рівномірний (Чебишевський) простір з нормою:

Нехай X – лінійний нормований рівномірний (Чебишевський) простір з нормою:

$$\|y\|_X = \min_{t \in [0, T)} (y(t)), \quad (2.1)$$

де $y \in Y$, $t \in T$.

Встановлюється метрика $\xi_X(y_1, y_2) = \|y_1 - y_2\|$, відповідну нормі $\|y\|_X$, таку що:

- а) $\xi_X(y_1, y_2) = \|y_1 - y_2\| = 0 \Leftrightarrow y_1 = y_2$;
- б) $\xi_X(y_1, y_2) = \|y_1 - y_2\| = \|y_2 - y_1\| = \xi_X(y_2, y_1)$;
- в) $\xi_X(y_1, y_2) = \|y_1 - y_2\| = \|(y_1 - z) - (z - y_2)\|, \|(y_1 - z) + (z - y_2)\| = \xi_X(y_2, y_1)$;
- г) $\xi_X(y_1, y_2) = \xi_X(y_1 + a, y_2 + a)$;
- д) $\xi_X(\lambda y_1, \lambda y_2) = |\lambda| \xi_X(y_1, y_2)$.

Нехай X – двовимірний простір, що містить область розгляду. Визначається в ньому базис e_1, e_2 так, щоб метрика ξ_X залишалась рівномірною, а розкладання будь-якого вектору $v = \alpha_1 e_1 + \alpha_2 e_2$ давало координати $v(\alpha_1, \alpha_2)$ в просторі X .

Введиться на T метрику ξ_T , таку що $\forall t_i, t_j, t_k \in T, t_i \leq t_j \leq t_k$:

$$\text{а) } \xi_T(t_i, t_j) = 0 \Leftrightarrow t_i = t_j;$$

$$\text{б) } \xi_T(t_i, t_j) = \xi_T(t_j, t_i);$$

$$\text{в) } \xi_T(t_i, t_k) = \xi_T(t_i, t_j) + \xi_T(t_j, t_k).$$

Модель території з введеною на ній нормою та метрикою називається *територіальною системою* (ТС) Ξ . У межах територіальної системи Ξ виділяється множина природних та штучних *картографічних об'єктів* $O = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$, кожен з яких в кожний момент часу характеризується *станом* у вигляді множини значень параметрів. Стан об'єкта o_i в момент часу t позначається $State_{o_i}^t$. Ззовні ПТС зазнає впливу зовнішнього середовища E ,

стан якого в момент часу t позначається $State_E^t$. Проявом руйнівного впливу ЗС є множина ПРХ F . В умовах ПРХ F об'єкти можуть зазнавати збитків. Вважатється, що в момент часу t множина ПРХ F складається з окремих ПРХ $F = \{F_j\}$, кожен з яких характеризується станом $State_{F_j}^t$. Станом ПРХ в момент часу t є сукупність значень його параметрів, що описують його місцеположення, потенціал. Об'єкти пов'язані з ПРХ множиною відношень \mathfrak{R} , які формують внутрішню структуру ПТС.

Отже, ПТС в умовах ПРХ може бути представлена у вигляді четвірки:

$$\Omega = \langle \Xi, O, \mathfrak{R}, E, F \rangle. \quad (2.2)$$

Стан ПТС Ω в момент часу t є сукупністю станів об'єктів, ПРХ та ЗС:

$$State_{\Omega}^t = \left\{ \bigcup_{o_i \in O} State_{o_i}^t, \bigcup_{F_j \in F} State_{F_j}^t, State_E^t \right\}. \quad (2.3)$$

Вводиться поняття цінності V_i для кожного КО $o_i \in O$, яка визначає його корисність. Вважатимемо, що для ОПР повинен буде встановлений певний *рівень інтересу* c^* , при цьому всі об'єкти o_i , оцінка цінності яких $V_i < c^*$ на момент t , виключаються з розгляду.

Цільовим об'єктом називається об'єкт $o_i \in O$, який на момент розгляду t має цінність $V_i(t)$, таку що $V_i \geq c^*$.

Задача ППР вирішується відносно *множини цільових об'єктів* $O^*(t) = \{o_i\}_{i=1}^m \in O$ ПТС, таких, що на момент часу t справедливе

співвідношення: $(\forall o_i \in O) \left((o_i \in O^*(t)) \Leftrightarrow (V_i(t) \geq c^*) \right)$. Для ППР

потрібно діагностувати ситуацію в ПТС. Діагностика складається з двох послідовних етапів: ідентифікація (опис) ситуації та класифікація ситуації. Для опису ситуації в ПТС розглядаються відношення \mathfrak{R} між множиною цільових об'єктів і множиною ПРХ, які описують потенційний чи наявний негативний вплив ПРХ на об'єкти та виражаються у вигляді оцінок загроз та ризиків. Підставою для оцінки загроз та ризиків є відомі стани об'єктів і ПРХ. Класифікація ситуації здійснюється на підставі множини заздалегідь побудованих класів ситуації, кожний з яких зумовлює використання певних ресурсів для мінімізації ризиків.

Кожне j -те потенційне джерело ПРХ в певний момент часу t характеризується небезпекою $\mu_j(t)$, а при матеріалізації небезпеки у вигляді

ПРХ F_j з потенціалом S_j для кожного ЦО o_i , що має цінність $V_i(t)$, (а також для будь-якої ділянки місцевості), створюється загроза, яка характеризується потенціалом ПРХ, а також просторовою та часовою віддаленістю ЦО від контуру ПРХ, яка характеризує рівень загрози для даного ЦО $\varsigma_{ji}(t)$.

Множина рівнів загрози описується метриками ξ_X та ξ_T та може створювати зони навколо контуру ПРХ, які описують розподіл загроз за їх мірою.

Отже, для кожного ЕО o_i , що знаходиться в умовах ПРХ F_j , в кожний момент часу t можна визначити рівень загрози $\varsigma_{ji}(t)$ і цінність $V_i(t)$, що дозволяє, знаючи потенціал ПРХ S_j , визначити ризик $R_{ji}(t)$ для даного ЕО у вигляді функції $R_{ji}(t) = f(\varsigma_{ji}(t), v_i(t), S_j)$.

Якщо ЕО o_i не знаходиться в умовах ПРХ, то ризик від потенційного джерела j оцінюється з врахуванням небезпеки $\mu_j(t)$. Тоді в загальному випадку ризик для ЦО o_i від ПРХ F_j в момент часу t є функцією:

$$R_{ji}(t) = f(\mu_j(t), \varsigma_{ji}(t), v_i(t), S_j), \quad (2.4)$$

де $R_{ji}(t)$ – ризик для i -го об'єкта від j -го ПРХ в момент часу t ,

$\varsigma_{ji}(t)$ – загроза, яку створює j -й ПРХ для i -го об'єкта в момент часу t .

У випадку декількох джерел ПРХ, які одночасно впливають на вразливий ЕО, для цього ЕО створюється *мультизагроза* та *мультиризик*:

$$\begin{aligned} \zeta_i &= \bigoplus_{j=1}^{n_j} \zeta_{ji}(t) \\ R_i &= \bigoplus_{j=1}^{n_j} R_{ji}(t), \end{aligned} \quad (2.5)$$

де n_j – кількість джерел ризику для ЕО o_i , \bigoplus – операція поглинання.

Розглянемо множину ЕО $O^*(t) = \{o_i\}$ в умовах ПРХ, таких що:

1) множина $O^*(t)$ в умовах ПРХ є частиною ПТС, що динамічно змінюється (склад множини може динамічно змінюватися); умовою входження

в неї об'єкта o_i в момент часу $t \in V_i(t) \geq c^*$;

2) кожен ЕО o_i має картографічну прив'язку і стан, що динамічно змінюється;

3) кожен ЕО o_i має цінність $V_i(t)$, що теж динамічно змінюється;

4) в умовах ПРХ F_j ЕО o_i в кожен момент часу потрапляє в ту або іншу зону загроз, причому може динамічно переходити з однієї зони в іншу, у випадку множини ПРХ зони загроз можуть накладатися одна на іншу та формувати зони мультизагрози;

5) оцінки небезпеки, цінності і мультизагрози для кожного ЕО o_i дозволяють визначати мультиризик R_i для нього в умовах множини ПРХ

$F = \{F_j\}$, де кожний ПРХ F_j має певну інтенсивність S_j ;

6) мета ОПР відносно кожного i -го ЕО o_i полягає в мінімізації мультиризик R_i .

Ризик для кожного ЕО в момент часу t може бути представлений як точка в k -вимірному просторі параметрів (2.3).

Траєкторією $R_i(t)$ ризику ЕО o_i є безперервна послідовність $\{R_i(t_1), R_i(t_2), \dots, R_i(t_j), \dots\}$ оцінок мультиризик в моменти часу $\{t_1, t_2, \dots, t_j, \dots\}$.

В момент виникнення ризиків для ЕО для ОПР створюється *проблемна ситуація*, що потребує вирішення шляхом прийняття адекватних рішень щодо мінімізації ризиків.

Оцінка ситуації ПТС Ω в умовах ПРХ в момент часу t визначається як множина ризиків для цінних об'єктів:

$$M(t) = \{R_i(t) \mid \forall o_i \in O^*(t)\} \quad (2.6)$$

Для вирішення задачі діагностики ситуації в ПТС визначається множина класів можливих ситуацій в ПТС $I = \{I_0, I_1, \dots, I_p\}$, таких що $I_1 \cup I_2 \cup \dots \cup I_p = I$. Вводиться функція ідентифікації $\iota_{\text{ль}}: \text{State}_{\Omega} \rightarrow M$, що дозволяє на підставі стану ПТС встановити клас ситуації, і функцію класифікації $K_M: M \rightarrow I_j$, де $j = 1, 2, \dots, p$.

ППР в ПТС Ω в умовах ПРХ пов'язана з певною метою G , для досягнення якої необхідно виконати в просторі X множину операцій (ітеративних чи рекурсивних) $\{m_l, m_k\}$. В контексті даного дослідження G являє собою мінімізацію ризиків ЦО (цільовий стан ПТС).

Для постановки проблеми ППР в ПТС в умовах ПРХ необхідно задати:

1) мету G ;

2) просторову та часову шкали і метрики ξ_X та ξ_T ;

3) множину об'єктів O з підмножиною цільових об'єктів O^* ;

4) множину відношень між об'єктами \mathcal{R} ;

5) впливи ЗС Е: інерційні, збурюючі, керуючі;

6) перехідну функцію ПТС $\Phi: T \times \text{State}_{\Omega} \times E \rightarrow \text{State}_{\Omega}$;

7) функцію ідентифікації $\iota_{\text{ль}}: \text{State}_{\Omega} \rightarrow M$;

8) функцію класифікації $K_M : M \rightarrow I_j$.

Проблема ППР в умовах ПРХ розкладається на наступні задачі: моделювання просторової компоненти ПТС; моделювання динаміки ПРХ в ПТС; оцінка небезпеки, загроз, ризику; задача діагностики ситуації; ризик-орієнтована ППР в ПТС в умовах ПРХ.

2.3 Класифікація процесів руйнівного характеру в екосистемах

ПРХ відрізняються один від одного за природою виникнення, інтенсивністю, масштабом розповсюдження, швидкістю розповсюдження, а також за своїм впливом на вразливі об'єкти. ПРХ, а також НСПХ, що виникають в наслідок цих процесів, можуть мати різні джерела виникнення: *природні* (геологічні, гідрометеорологічні, біологічні) або *антропогенні* (деградація природного середовища, технологічні). Кожний ПРХ характеризується місцем виникнення та площею розповсюдження, інтенсивністю, частотою, тривалістю, швидкістю розповсюдження.

Пропонується наступна класифікація ПРХ за природою виникнення [77]:

- НСПХ – природні процеси, що можуть створювати руйнівний ефект (деградація ґрунтів, природні пожежі, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, землетруси, урагани тощо);

- НС техногенного характеру - ПРХ, походження яких пов'язане з технічними об'єктами (вибухи, пожежі, аварії на хімічно небезпечних об'єктах, викиди на радіаційно небезпечних об'єктах, аварії з викидом екологічно небезпечних речовин, обвалення будівель та споруд, аварії на системах життєзабезпечення, транспортні катастрофи тощо);

- антропогенні ПРХ - порушення природних процесів, що виникають в результаті помилкової або навмисної діяльності людини та мають руйнівний ефект (забруднення атмосфери, збройні конфлікти).

За джерелом виникнення ПРХ підрозділяють на [78] метеорологічні, геоморфологічні та геологічні (в результаті аномалій на поверхні Землі), екологічні (що відносяться до флори та фауни), технологічні, глобальні (що відносяться до навколишнього середовища в глобальному масштабі) та позаземні (таблиця 2.1).

За масштабом розповсюдження ПРХ можуть охоплювати локальні ділянки місцевості (сконцентровані ПРХ), такі як паводки, зсуви, або цілі регіони та навіть континенти, такі як посухи або процеси, пов'язані зі зміною клімату. На рисунку 2.7 відображено види ПРХ за тривалістю та масштабом розповсюдження [79]. Червона горизонтальна лінія на рисунку умовно поділяє ПРХ на два класи в залежності від швидкості розповсюдження: швидкі та повільні. ПРХ, які входять до першого класу, відбуваються за короткий час: від декількох секунд до декількох днів. Тривалість повільних процесів становить від місяця до сотен років. Червона вертикальна лінія умовно поділяє ПРХ два класи в залежності від масштабу розповсюдження: локально-регіональні та глобальні. Залежно від можливості запобігання негативним наслідкам НС можна виділити передбачувані та непередбачувані (раптові) надзвичайні ситуації. До раптових НС можна віднести раптові пожежі, повені. У той же час, не кожна пожежа є непередбачуваною. В умовах посухи пожежі є «звичайним» явищем, і вчасно прийняті профілактичні заходи можуть запобігти їх виникненню.

Таблиця 2.1 – Класифікація процесів руйнівного характеру за джерелом виникнення

Метеорологічні	Геоморфологічні та геологічні	Екологічні	Технологічні	Глобальні	Позаземні
Посуха Пилова буря Повінь Ураганний	Землетрус Цунамі Виверження вулкану	Хвороба сільськогосподарських культур Хвороба тварин Зараження	Збройний конфлікт Наземні міни Автомобільна катастрофа	Кислотний дощ Забруднення атмосфери Глобальне	Падіння астероїду

вітер Гроза Град Торнадо Циклон Аномальна спека Холодний атмосферний фронт	Зсув Сніговий обвал Просідання порід Берегова ерозія	комахами Лісова пожежа Зникнення коралових рифів Пестициди	Хімічна аварія Витік нафти Забруднення води, ґрунту, повітря	потепління Підвищення рівня моря Виснаження озонового шару	
---	--	--	---	---	--

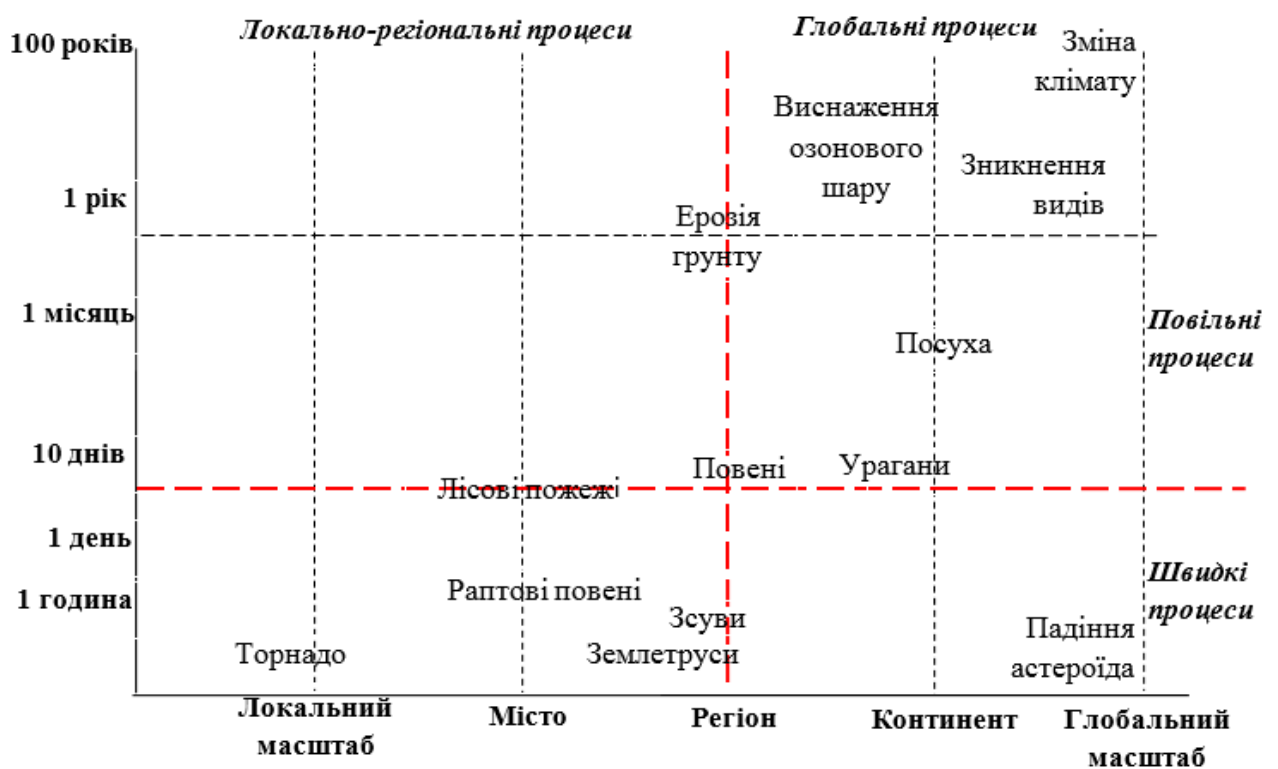


Рис. 2.7 – Розподіл ПРХ за масштабом розповсюдження та тривалістю

Залежно від ступеня ефективності втручання ОПР в ліквідацію НС підрозділяють їх на *керовані* (контрольовані, стримувані) і *некеровані* (неконтрольовані, нестримувані).

Крім того, швидкість наростання та розповсюдження таких ПРХ обмежена, що створює резерв часу для прийняття управлінського рішення та

його реалізацію з метою зниження збитків, тобто ці процеси мають бути керованими.

Отже, характеристики ПРХ, що досліджуються, є наступними: швидкі процеси, тривалість яких становить до декількох днів; локальні або регіональні; керовані.

2.4 Ступінь наукової розробленості проблеми ризик-орієнтованого прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою

Проблема ризик-орієнтованого прийняття рішень в умовах ПРХ є складною та різноплановою, вона потребує комплексного вирішення низки взаємопов'язаних задач, визначених в пункті 2.1.2. Тому в даному підрозділі проаналізовано існуючі роботи, досить різнопланові за своєю тематичною спрямованістю.

2.4.1 Аналіз робіт в області моделювання екологічних процесів

Комп'ютерні моделі ПРХ є обов'язковою компонентою СППР в умовах ПРХ в реальному часі. Основна мета цієї компоненти полягає в тому, щоб визначити час, за який ПРХ досягне ЦО, що дозволяє планувати прийняття рішень. В даний час моделюванню ПРХ приділяється велика увага. В роботі [80] ця задача вирішується із застосуванням методів статистичного аналізу для ретроспективних баз даних. Для побудови таких моделей потрібен великий обсяг статистичних даних, що описують спостережувані в минулому реальні ПРХ. Однак нерепрезентативність і неточність статистичних даних, пов'язаних з виникненням і розповсюдженням ПРХ, а також недостатня точність

вимірювання параметрів зовнішнього середовища перешкоджають отриманню достовірних прогнозів, що знижує цінність самостійного застосування статистичних підходів. Дані, що описують площі та периметри ПРХ, мають дуже грубе наближення, а великі часові інтервали між спостереженнями можуть спотворювати важливі деталі того, як ПРХ поширювався протягом певного періоду. Особливо це стосується ПРХ, що швидко розповсюджуються.

У роботі [81] використовуються детальні математичні моделі фізико-хімічних процесів, які виникають під час ПРХ, в умовах певного стану зовнішнього середовища на однорідних ділянках місцевості, що дозволяє досить точно визначати межі контуру ПРХ в певні моменти часу. Недоліком використання таких моделей є їх висока обчислювальна складність, а також те, що вони складні в побудові і вимагають великої кількості вхідних даних, які неможливо або складно виміряти. В даний час є певні успіхи в побудові теоретичних моделей ПРХ, але при цьому залишається ряд проблем: неповнота аналітичного вивчення відповідних крайових задач та обмежене число еталонних рішень, отриманих для гранично спрощених умов; відсутність загального обґрунтування прийнятих в моделях математичних описів; необхідність розроблення нових чисельних методів вирішення крайових задач, що виникають, і підвищення швидкодії алгоритмів розрахунку за теоретичними моделями. В роботі [77] модель ПРХ значною мірою спрощується, що дозволяє прискорити обчислення, але знижує її точність, внаслідок чого знижується і переконливість оцінки ситуації.

Можна зробити висновок про те, що необхідна для ОПР швидкодія може бути досягнута за допомогою певного огрубіння (розмивання) моделі, зокрема, за допомогою розробки правдоподібної формальної моделі ПРХ, яка має носити наближений характер, внаслідок чого контур ПРХ буде розмитим, що дозволить значно знизити вимоги до точності моделі розповсюдження ПРХ без істотного її (моделі) спрощення і без втрати наочності та, відповідно, обґрунтованості оцінок для ОПР. В переважній більшості робіт

використовуються головним чином статистичні та математичні методи. У той же час, побудова наближеної моделі ПРХ вимагає застосування інтелектуальних методів, що диктується неструктурованістю проблемної області, причому традиційні підходи на основі формалізму нечітких множин (fuzzy set), що характеризуються високою обчислювальною складністю, не можуть забезпечити необхідні показники швидкодії СППР [82].

Значно меншою обчислювальною складністю характеризуються операції в формалізмі, заснованому на наближених множинах (rough set) [83-86], однак, дослідження зазначених формалізмів з позицій їх застосування в СППР для вирішення задач протидії ПРХ практично не проводилося, і відповідні моделі на сьогоднішній день відсутні, що обумовлює актуальність і необхідність подальших досліджень в області побудови моделей ПРХ на основі формалізму теорії наближених множин.

Уточнити модель ПРХ можна за допомогою онлайн моніторинга ПРХ, заснованого на використанні технологій дистанційного зондування [87-89]. Такий моніторинг дозволяє на основі онлайн спостережень обчислювати найбільш важливі параметри, що описують розповсюдження ПРХ в реальному часі. Більшість підходів до онлайн моніторинга ПРХ мають суттєві недоліки. Наприклад, наземні системи, що використовують статичні камери, мають неприйнятно високу вартість [90]. Системи, засновані на використанні супутників, характеризуються низькою часовою та просторовою роздільною здатністю [91]. Пілотовані літальні апарати великі за розмірами та коштовні, вони залежать від погодних умов та потребують наявності аеродромів [92].

В останній час спостерігається прогрес в області використання безпілотних літальних апаратів для моніторинга, виявлення, і навіть локалізації ПРХ [93-94]. БПЛА здатні виконувати довготривалі монотонні та повторювані місії без участі людини. Проте спотворення отримуваних зображень в результаті вібрацій і турбулентності, а також неможливість напряду виміряти параметри, необхідні для ОПР, є недоліками цього підходу [95]. Таким чином, інтеграція БПЛА з технологіями дистанційного зондування є швидкодіючим,

мобільним, дешевим та потужним вирішенням задачі моніторингу ПРХ. Використання комплексу БПЛА з високотехнологічними сенсорами досліджувалось в Європейських проектах FiRE та COMETS [96]. Незважаючи на позитивні результати, пов'язані з використанням БПЛА, на сьогоднішній день багато питань залишилися недостатньо дослідженими. Такі питання, як архітектура систем моніторингу ПРХ, заснованих на використанні БПЛА, відповідні платформ, сенсори, алгоритми дистанційного зондування та оброблення зображень, потребують подальшого дослідження.

Як підсумок, попри що проведені активні дослідження, застосування усталених підходів для розглянутого класу процесів, до якого належать ПРХ, не забезпечує необхідної швидкодії і прийнятної ефективності СППР. Очевидно, що для даного класу процесів доцільно використання гібридної моделі, що поєднувала б наближену модель ПРХ, засновану на методах штучного інтелекту, з методами онлайн-моніторингу з використанням БПЛА.

2.4.2 Аналіз робіт в області оцінки ризику

У даній дисертаційній роботі використовується ризик-орієнтований підхід до ППР. Ризиком є потенційна можливість для цінного об'єкта (ЦО) понести збитки в результаті НСПХ.

Враховуючи той факт, що ризик є основою для прийняття рішень в умовах НСПХ, значний інтерес становить місце оцінки ризику в повному життєвому циклі управління НСПХ. В цьому циклі виокремлюють три основні фази [97]: планування заходів та забезпечення готовності на випадок НСПХ (підготовка / попередження); реагування на НСПХ; відновлення після НСПХ.

Оцінка ризику в даний час розглядається як статична величина, що описує потенціальний ефект від впливу ПРХ на цінні об'єкти. Тому оцінка ризику здійснюється тільки в рамках першої фази (рис. 2.8). В системах

реального часу становить інтерес наскрізна оцінка динаміки ризику не тільки на фазі попередження ПРХ, але й на стадії реагування (ліквідації) на НСПХ.

Ризик прийнято визначати у вигляді комбінації ймовірності виникнення та наслідків невизначених майбутніх подій [98-100].

Дарма що термінологія, пов'язана з ризиком, пройшла довгий шлях еволюції и має свої традиції, вона до цих пір є суперечливою. Так, дотепер немає однозначного визначення терміну «ризик» і пов'язаних з ним понять, таких як «небезпека», «загроза». Багато дослідників при оцінці ризику основну увагу приділяють збиткам, описуючи ризик в основному як взаємозв'язок фізичної ймовірності виникнення руйнівного процесу або явища та потенційного збитку, який вони наносять людям і навколишньому середовищу [101-110]. Наприклад, в [111-113] ризик представлено як комбінацію невизначеності, пов'язаної з виникненням ПРХ, та збитків; в [156] ризик визначено як кількісну міру наслідків виникнення небезпеки, виражену за допомогою умовної ймовірності виникнення збитків; в [269] ризик визначено як «ймовірність того, що певне несприятливе явище виникне протягом певного періоду часу».



Рис. 2.8 – Життєвий цикл управління НСПХ

Міжнародне товариство з аналізу ризику (Society for Risk Analysis) дає наступні визначення терміну ризик [114-120]:

1. Ризик – потенціал реалізації небажаних, несприятливих наслідків для людського життя, здоров'я, майна або навколишнього середовища.

2. Оцінка ризику заснована на очікуваному значенні умовної ймовірності виникнення події, помноженої на наслідки події за умови, що вона сталася.

З огляду наведених вище визначень, будь-який ризик пов'язаний з потенційними наслідками від впливу небажаного явища. В усіх перерахованих вище роботах збитку приділяється основна увага, проте питання його теоретичного опису не отримало належної уваги. Такі поняття, як збиток, несприятливі наслідки, явно чи неявно припускають певну цінність, що приписується об'єктам, які знаходяться під впливом небезпечного явища.

Об'єктами, що мають цінність (цінними об'єктами), можуть бути будівлі або елементи інфраструктури, елементи екосистеми і навіть життя людей [121]. В [122] викладено розуміння концепції ризику як "ситуації або події, при якій що-небудь, що має вартість для людини (включаючи саму людину), поставлено під загрозу, з невизначеним результатом". Дана робота значно розширила розуміння концепції ризику. Питання оцінки цінності об'єкта як компонента загальної оцінки ризику було також вивчено в роботах [123-130].

Під *вразливістю* ЕО в загальному випадку розуміють набір умов і процесів, що впливають з фізичних, соціальних, економічних факторів та визначають сприйнятливість цінних ресурсів до впливу ПРХ певного типу (наприклад, лісової пожежі, повені тощо) з певною інтенсивністю [131]. В [132] вразливість визначається як потенціал об'єкта нести збитки від ПРХ та відновлювати своє нормальне функціонування після ліквідації ПРХ. Вразливість і здатність до відновлення нормального функціонування об'єкта, схильного до впливу ПРХ, визначаються фізичними, соціальними, економічними, політичними, культурними факторами, а також факторами зовнішнього середовища.

Можливо визначити наступні види вразливості [133]:

1) фізична вразливість – ступінь шкоди для фізичного певного об’єкта або групи об’єктів в результаті ПРХ певного типу та інтенсивності, який може бути виражений у вигляді числа від 0 до 1;

2) економічна вразливість – потенційний вплив ПРХ на економічні об’єкти та процеси (наприклад, у вигляді переривання діяльності підприємства або вторинних ефектів, таких як втрата роботи або підвищення рівня бідності);

3) соціальна вразливість – потенційний вплив ПРХ на певні групи людей (наприклад, людей, що знаходяться за межою бідності, вагітних жінок, людей з обмеженими можливостями, дітей, людей похилого віку тощо);

4) вразливість навколишнього середовища – потенційний вплив ПРХ на навколишнє середовище (флору, фауну, екосистеми тощо).

Найчастіше вразливість розуміють у вузькому сенсі як здатність об’єкта до фізичного руйнування. Вразливість в даному випадку – це ступінь, до якого об’єкт можливо зазнає збитків або буде зруйнований в результаті ПРХ певного типу та інтенсивності. Під час опису вразливості враховується цінність ЦО, а також його здатність до руйнування та відновлення після руйнування. Інформація про вразливість об’єктів часто зберігається у вигляді кривих вразливості або матриць вразливості, які відображають відносини між рівнями шкоди для об’єкта певного типу, схильного до ризику, і рівнями інтенсивності ПРХ певного типу. Криві вразливості формуються емпірично на основі статистичних даних про ПРХ, що містять відомості про інтенсивність і збитки для низки об’єктів (рис. 2.9).

Функціональна стійкість – здатність об’єкту зберігати свою цінність в умовах ПРХ.

Зміна цінності об’єкту визначається сукупним впливом його вразливості та стійкості.

Поняття потенціалу ПРХ, зміни цінності ЕО в результаті руйнівного впливу ПРХ і ризику ПРХ динамічне взаємопов’язані. Для виникнення ризику

ПРХ і вразливі ЕО повинні бути присутніми на одній і тій же ділянці ПТС, в один і той же час [134].

Розглянемо існуючі способи оцінки двох основних груп компонентів ризику, що описують ПРХ та ЕО (рис. 2.10). ПРХ описується потенціалом і можливістю (правдоподібністю) виникнення, ЕО – вразливістю та функціональною стійкістю. Для оцінки ризику в реальному часі також важливо знати розташування ЦО відносно області, що зайнята ПРХ.

Потенціалом ПРХ є його здатність наносити збитки, що оцінюється у вигляді інтенсивності та площі охопленої території.

Правдоподібність – достовірність інформації (характеристика якості інформації, яка пов'язана зі ступенем точності відображення в ній реальності, з мірою відповідності змісту інформації про об'єкт основним, з точки зору даного дослідження, характеристикам цього об'єкта).

Правдоподібність найчастіше інтерпретується у вигляді ймовірності, при цьому ймовірнісні моделі можна умовно поділити на дві групи: моделі, в яких правдоподібність подано у вигляді ймовірності виникнення ПРХ, і моделі, в яких правдоподібність подано у вигляді ймовірності розповсюдження ПРХ. В обох випадках кількісна оцінка ймовірності визначається на основі статистичної оброблення даних, що описують статистику виникнення, розповсюдження ПРХ, а також метеорологічні, антропогенні та інші умови. Такі БД на сьогоднішній день накопичені в багатьох регіонах світу і доступні для комп'ютерної обробки. Ймовірність розповсюдження частково залежить від ймовірності виникнення, але також залежить і від динаміки ПРХ, яка оцінюється найчастіше за допомогою методів імітаційного моделювання [163, 225].

Інтенсивність та інші характеристики ПРХ, необхідні для оцінки ризику, такі як час виникнення, тривалість та інші, оцінюються за допомогою моделей динаміки ПРХ і подаються у вигляді різних показників [225]. Наприклад, висота полум'я під час пожежі оцінюється за допомогою

модельовання поведінки пожежі при постійних погодних умовах [106] або за допомогою усереднення ряду оцінок, що отримуються з використанням методів імітаційного моделювання при різних погодних умовах і при різних напрямках поширення пожежі [3, 163]. Інтенсивність ПРХ визначається за допомогою просторового розподілу руйнівних ефектів.

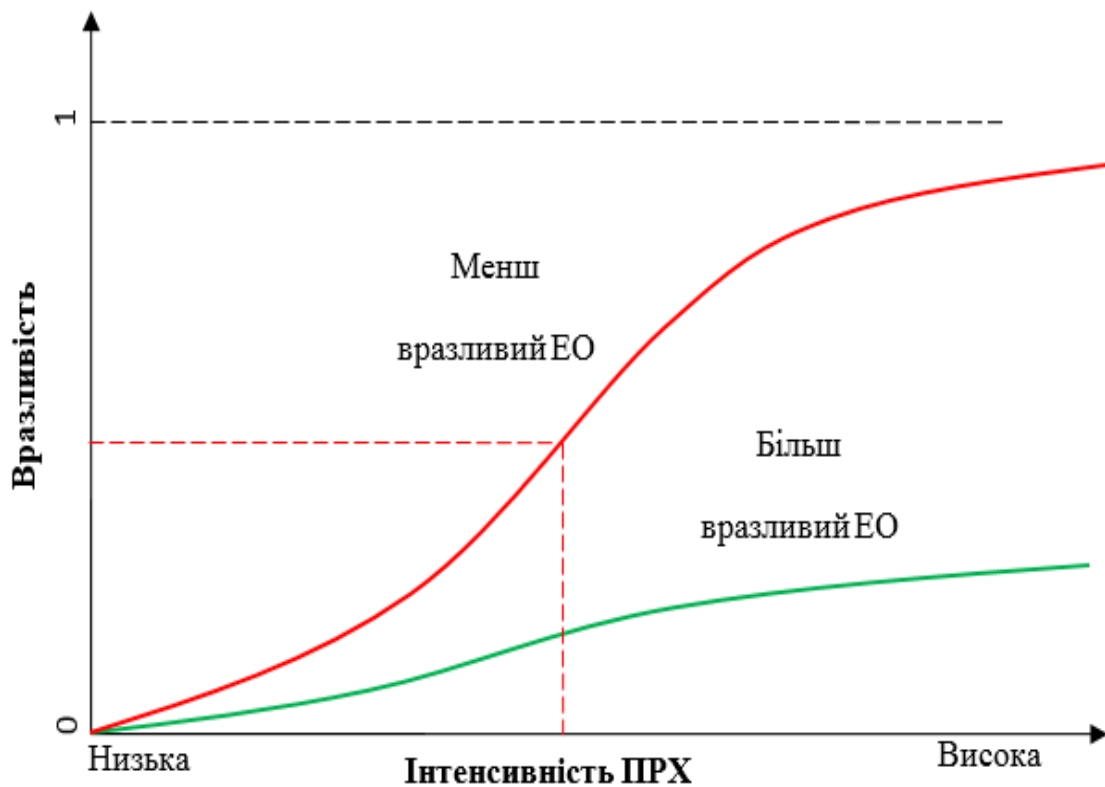


Рис. 2.9 – Приклад кривих вразливості для двох ЕО

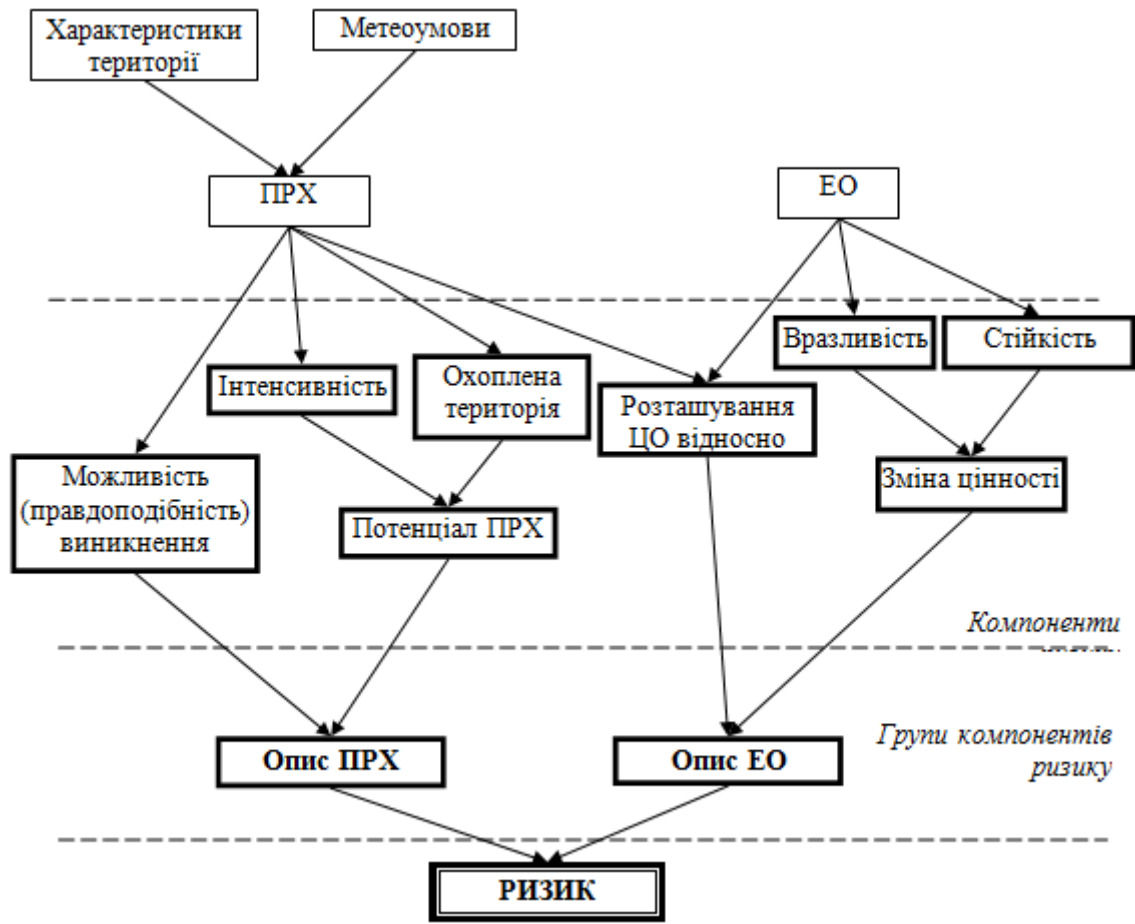


Рис. 2.10 – Структура екологічного ризику

Компонент *розташування ЕО* щодо області, охопленої ПРХ, дозволяє виділити підмножину ЕО, які знаходяться в межах цієї області, а також ранжувати множину ЕО за ступенем віддаленості від цієї області. Цей компонент ризику знаходиться на перетині групи компонентів, яка описує ПРХ, і групи компонентів, яка описує ЕО.

В останні десятиліття розроблено множину фреймворків, присвячених саме оцінці вразливості. В [135-140] розглядається двостороння концепція вразливості, згідно з якою вразливість має «зовнішню сторону», пов'язану зі схильністю об'єкта до негативного впливу ПРХ, і «внутрішню сторону», пов'язану зі здатністю запобігати ПРХ шляхом прийняття оптимальних рішень, а також зі здатністю до ліквідації наслідків ПРХ. В [141] вразливість визначається за допомогою трьох компонентів:

- 1) розташування об'єктів щодо області, охопленої ПРХ (exposure);

2) заходів, вжитих для запобігання ПРХ або зменшення збитків (resistance);

3) здатності об'єкта відновлювати своє нормальне функціонування або досягати бажаного стану після впливу ПРХ (resilience).

В рамках європейського проєкту MOVE [142-144], спрямованого на розробку методів оцінки вразливості об'єктів в умовах НС для Європи, був розроблений фреймворк, згідно з яким вразливість визначається як комбінація трьох компонентів: розташування об'єктів щодо області, охопленої ПРХ, сприйнятливості об'єктів до негативного впливу ПРХ, і здатності суспільства попереджати ПРХ, адаптуватися до умов ПРХ, а також ліквідувати такі процеси.

Доцільно відзначити певні обмеження робіт з оцінки ризику, заснованих на вразливості. Вразливістю є здатність об'єкта до руйнування в умовах ПРХ, однак існує ще одна характеристика об'єкта, протилежна вразливості, яку можна назвати стійкістю. Стійкість дозволяє об'єкту зберігати цінність в умовах ПРХ. Сукупний вплив вразливості та стійкості виражається в зміні цінності об'єкта у відповідь на вплив ПРХ. Отже, крива вразливості не може відображати поведінку об'єкта в умовах ПРХ. Замість неї доцільно розглядати функцію зміни цінності об'єкта.

Оцінкою зміни цінності в умовах ПРХ певного типу та інтенсивності є зміна екологічних, соціальних та економічних цінностей, в результаті впливу даного ПРХ. Ефект зміни цінності оцінюється за допомогою перехідної функції (response function), за допомогою якої обчислюється негативна або позитивна зміна цінності певного об'єкта, що зазнає ризику, у відповідь на вплив ПРХ певного типу та інтенсивності [163, 225]. Перехідні функції можуть відображати динаміку зміни відносного значення цінності, показуючи частку збитку по відношенню до початкової цінності об'єкта, або динаміку абсолютного значення цінності, відображаючи абсолютне значення збитку під впливом ПРХ певного типу та інтенсивності [303-306].

Ризик оцінюється по відношенню до цінних об'єктів. У зв'язку з цим в схемі оцінки ризику (рис. 2.11) не вистачає компонентів, які відображають прогноз майбутньої ситуації для ЕО в умовах ПРХ. Іншими словами, необхідна оцінка часу, за який ПРХ досягне ЕО за умови, якщо ПРХ вже поширюється. Цей фактор повинен знаходитися на перетині двох груп параметрів, що описують потенціал ПРХ і ЕО, оскільки залежить від характеристик ПРХ і розташування ЕО по відношенню до нього. Цей фактор є розширенням компонента, що описує розташування об'єкта щодо області, охопленої ПРХ, та дозволяє наділити його динамічними властивостями і спрогнозувати можливість охоплення ЕО ПРХ. Такий фактор є *загрозою* для ЕО і дозволяє вирішувати задачу не тільки діагностики поточної ситуації, а й прогнозу майбутньої ситуації. Її оцінка особливо необхідна при вирішенні задачі ППР в системах реального часу, коли час прийняття рішення є критичним.

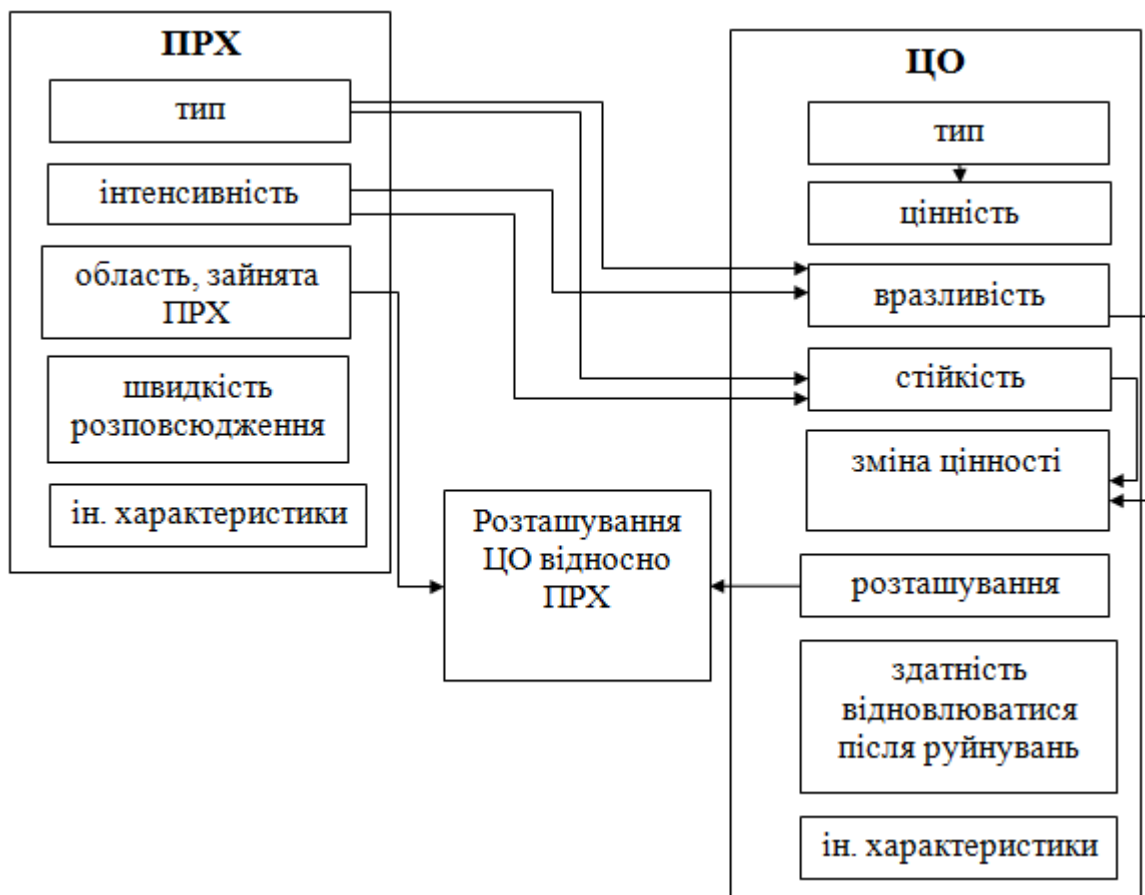


Рис. 2.11 – Взаємозв'язок компонентів екологічного ризику

Основні підходи до оцінки ризику, що використовуються в даний час [150] (рис. 2.12):

- 1) кількісна оцінка ризику,
- 2) підхід на основі дерев подій,
- 3) підхід на основі матриці ризиків,
- 4) підхід на основі індикаторів.

Перші два методи є кількісними, останні два – якісними.

Кількісний підхід до оцінки ризику заснований на статистичній обробці даних і вимагає знання ймовірностей виникнення ПРХ і охоплення певної ділянки цим процесом [151]. Внаслідок складності отримання значимої статистичної вибірки, вона береться на великій ділянці місцевості (часто в масштабі країни) і за великий проміжок часу (10-100 років), компенсуючи непрезентативність.

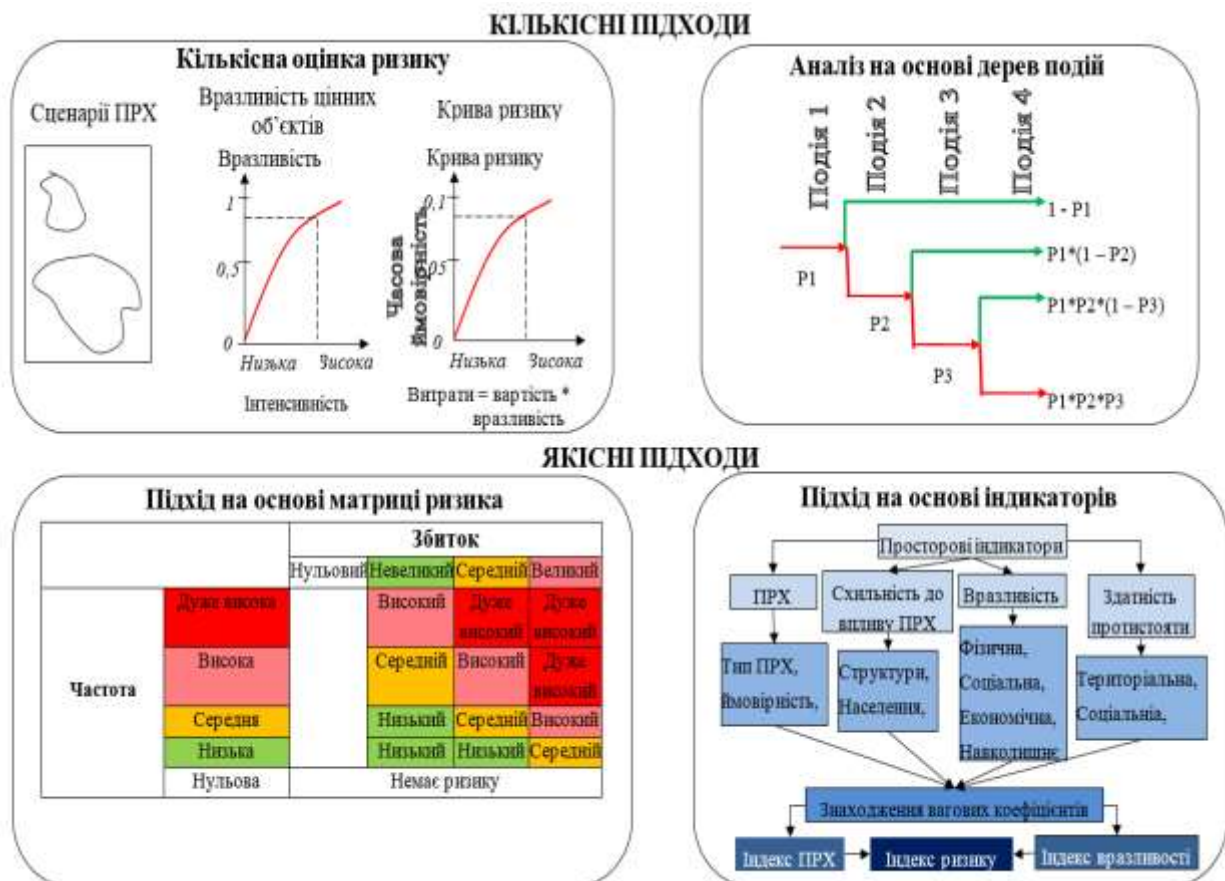


Рис. 2.12 – Сучасні методи оцінки екологічного ризику

Недостатню кількість статистичних даних, як правило, компенсують використанням методів імітаційного моделювання, що пов'язані з високою обчислювальною складністю. Оцінка ризику, що отримана за допомогою такого підходу, є статичною величиною. Сумарний ризик оцінюється за допомогою виразу [152]:

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

де $P_{(T|HS)}$ – часова ймовірність певного сценарію ПРХ (HS), під яким розуміють ПРХ певного типу (наприклад, пожежа, повінь тощо) певної частоти;

$P_{(S|HS)}$ – просторова ймовірність того, що певна територія буде охоплена певним сценарієм ПРХ;

$A_{(ЦО|HS)}$ – цінність об'єктів, що схильні до негативного впливу певного сценарію ПРХ;

$V_{(ЦО|HS)}$ – вразливість об'єктів, що знаходяться в зоні ризику, для певного сценарію ПРХ (значення від 0 до 1).

Кількісний метод може бути успішно використаний для попередження НСПХ, але для підтримки прийняття рішень в системах реального часу, де рішення приймаються в умовах ліміту часу, такий метод не може бути застосований.

Одним з поширених методів оцінки ризику є дерева подій, які дозволяють моделювати послідовність подій, формуючи структури будь-якого рівня складності. Аналіз з використанням дерев подій може бути використаний для оцінки мультиризиків в умовах декількох ПРХ, які слідують один за іншим ("ефект доміно"). Недоліком дерев подій є те, що події не прив'язані до місцевості [70]. При цьому метод є доволі гнучким і має великий потенціал для

розвитку. Прив'язка подій до місцевості дозволила б моделювати динаміку просторово-розподілених ПРХ. Такі моделі можуть бути доповнені з урахуванням різних способів оцінки невизначеності (імовірнісних, нечітких, наближених тощо).

Підхід на основі *матриці екологічного ризику* дозволяє оцінювати ризик з використанням певних класів замість точних значень, тим самим дозволяючи подолати проблему кількісного підходу в умовах недостатньої репрезентативності вибірки. Матриці ризику будують на основі експертних знань, вони дозволяють класифікувати ділянки місцевості за ступенем ризику на основі інформації про частоту ПРХ та очікувані збитки [153]. Слід зазначити, що оцінка такої частоти не завжди однозначна, оскільки одній і тій же ділянці можуть бути співставлені різні комбінації частоти ПРХ і очікуваних збитків. Ефективність застосування методу залежить від компетентності експертів, які формують сценарії ПРХ, а також ранжують їх за частотою та можливим збитком. Даний метод також не дозволяє отримувати кількісні значення оцінки ризику.

Підхід на основі *індикаторів* використовується у випадках, коли кількісні та напівкількісні методи не можуть застосовуватися через нестачу вхідних даних. Цей підхід дозволяє здійснювати всебічну оцінку ризику, враховуючи додаткові компоненти, такі як соціальний, економічний чинники, а також вразливість об'єктів, що знаходяться в зоні ризику. З множини компонентів формується дерево, кожному вузлу якого присвоюється вага. Недоліком підходу є те, що результуюча оцінка ризику є відносною і не відображає інформацію про очікувані збитки [154].

У Додатку В наведено порівняння переваг і недоліків кожного з розглянутих методів оцінки ризику.

Наведений огляд методів оцінки ризику в СППР дозволяє зробити висновок про те, що існуючі підходи дозволяють отримувати статичну оцінку ризику лише на етапі, що є попереднім для ПРХ, і практично не застосовні в

системах реального часу. Більшість методів, що використовуються для оцінки ризику в даний час, є кількісними, заснованими на статистичному аналізі даних. Внаслідок того, що достатню кількість статистичних даних, що описують реальні ПРХ, складно зібрати, вибірка береться на великій ділянці місцевості та за великий проміжок часу. Нерепрезентативність вибірки компенсується методами імітаційного моделювання, які пов'язані з проведенням множини обчислювальних експериментів. Так, для обчислення ймовірності виникнення ПРХ часто використовується метод Монте-Карло. Методи кількісної оцінки ризику мають істотний недолік: велику обчислювальну складність.

Оцінка ризику вимагає великої кількості кроків обробки географічної інформації, на кожному з яких необхідно обчислити характеристики ПРХ і вразливість ЕО. Великий обсяг обчислень створює потенціал для помилок, а час, який витрачається на обчислення, ускладнює використання таких оцінок в СППР реального часу. В результаті оцінка ризику є статичною величиною, яка розраховується заздалегідь, до початку ПРХ, і може бути використана для попередження НСПХ, але для підтримки прийняття рішень ППР в системах реального часу, де про ймовірності не може бути мови, а рішення приймаються в умовах ліміту часу, такий метод застосувати не можливо.

В цілому, в даний час відсутні моделі, в яких модель ПРХ йде у зв'язці з моделлю динаміки ризику, а ризик розглядається як процес, при якому здійснюється наскрізна динамічна його оцінка в системах реального часу. В даному дисертаційному дослідженні ризик пропонується розглядати як процес, який враховує динаміку вразливості, динаміку загрози охоплення ЕО ПРХ, а також вплив зовнішнього середовища ЗС та прийнятих рішень.

Вимоги до створення ефективних ризик-орієнтованих геоінформаційних систем підтримки прийняття рішень в умовах процесів руйнівного характеру, діючих в реальному часі, з одного боку, і недостатній

рівень наукового і методологічного дослідження цих питань, з другого боку формують *протиріччя*, які полягають в наступному (рис. 2.13):

1) Необхідність прийняття рішень за мінімальний час внаслідок високої динаміки ситуацій, а також великого об'єму різномірної вхідної інформації, частина якої є невизначеною, висуває завдання, вирішення яких перевищує фізіологічні можливості ОПР. Застосування існуючих методик оцінки ризику, заснованих на статистичних методах з використанням імітаційних моделей, пов'язане з неприйнятною обчислювальною складністю, яка не припустима в СППР реального часу;

2) Існуючі статистичні методи оцінки ризику пов'язані з обробкою даних, що описують великі площі, та не забезпечують достатньої деталізації розподіленої в просторі оцінки ризику, що потрібна для прийняття обґрунтованих рішень в СППР реального часу.

3) Існуючі методи засновані на статичній оцінці ризику, яку складно застосувати в системі реального часу, яка потребує динамічної реакції ОПР в умовах швидкоплинного ПРХ.

Описані протиріччя між існуючими (традиційними) методами оцінки ризику в ПТС в умовах ПРХ і потребами сучасної практики породжує необхідність в створенні принципово нових підходів до побудови ризик-орієнтованих ГІС ППР реального часу в умовах ПРХ, які дозволили би істотно підвищити швидкодію прийняття рішень з метою підвищення безпеки ПТС.

Таким чином, *науково-прикладна проблема* полягає в недостатній ефективності існуючих інформаційних технологій, що не забезпечують своєчасне та обґрунтоване прийняття управлінських рішень в умовах НСПХ на основі ризику в ГІС ППР реального часу.

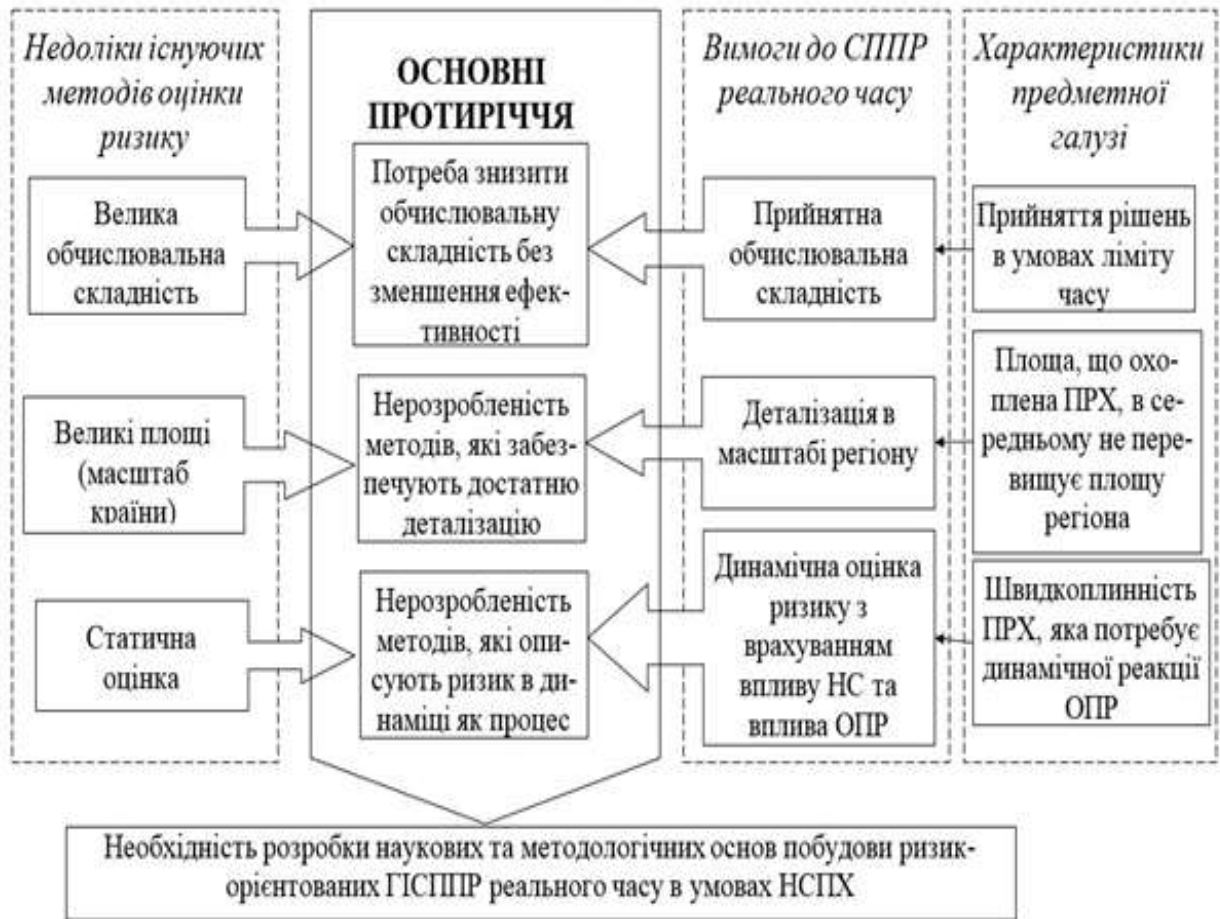


Рис. 2.13 – Актуальність управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем

Наступним етапом досліджень є розробка концептуально-методичної основи побудови інтегрованої автоматизованої системи управління екологічною безпекою.

Висновки до розділу 2

1. Здійснено аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру. Системологічний аналіз проблеми управління екологічною безпекою планової діяльності здійснено 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.

2. Здійснено 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.

3. Запропонована класифікація процесів руйнівного характеру в екосистемах для застосування в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою планової діяльності.

4. Сформовані оцінки ступеню 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.

5. 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. Природно-техногенні системи схильні до стабільних або збурюючих впливів зовнішнього середовища.

6. 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.

7. Необхідність прийняття рішень при планованій діяльності за мінімальний час внаслідок високої динаміки ситуацій, а також великого обсягу різномірної вхідної інформації, частина якої є невизначеною, постають 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.

8. 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 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.

РОЗДІЛ 3

КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОБУДОВИ ІНТЕГРОВАНОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

3.1 Структура проблемної області

Планована діяльність здійснюється на визначеній ділянці місцевості та стосується природних та техногенних об'єктів. Нехай X – підпростір двовимірного Евклідового простору, який містить ділянку місцевості, в межах якої розташована природно-техногенна система. У межах X виокремлюється множина природних та штучних картографічних об'єктів $O = \{o_i\}_{i=1}^n$. Позначимо підмножину природних об'єктів, до яких відносяться однорідні ділянки місцевості, O_{nat} , а підмножину штучних об'єктів, до яких відносяться будівлі, об'єкти інфраструктури тощо, – O_{art} , тоді $O = O_{nat} \cup O_{art}$.

Кожен об'єкт в певний момент часу t характеризується станом $State_i^t$ у вигляді множини значень параметрів A , серед яких вирізняється підмножина картографічних параметрів A_K , які описують прив'язку об'єкта до місцевості, та підмножина атрибутивних параметрів A_A , які описують характеристики об'єкта, не пов'язані з географією, $A = A_K \cup A_A$. Сукупність значень картографічних параметрів об'єкта o $A_K(o)$ і вважається її картографічною складовою об'єкта o . Сукупність значень атрибутивних параметрів об'єкта o позначається $A_A(o)$ і вважається її атрибутивною складовою об'єкта o . Також вважається, що картографічна складова об'єктів є частиною територіальної системи.

Територіальна система – модель території у вигляді лінійного Чебишевського простору з введеною в ньому нормою, метрикою, та картографічною складовою об'єктів, розташованих в його межах.

Зовнішнє середовище (ЗС) E також описується сукупністю параметрів A_E , значення яких в кожен момент часу t формують його стан $State_E^t$.

Серед КО, розташованих на досліджуваній території, виокремимо цінні, або *цільові* об'єкти, що мають певну цінність (об'єкти енергетичної, транспортної, рекреаційної інфраструктури тощо), та позначимо їх множину.

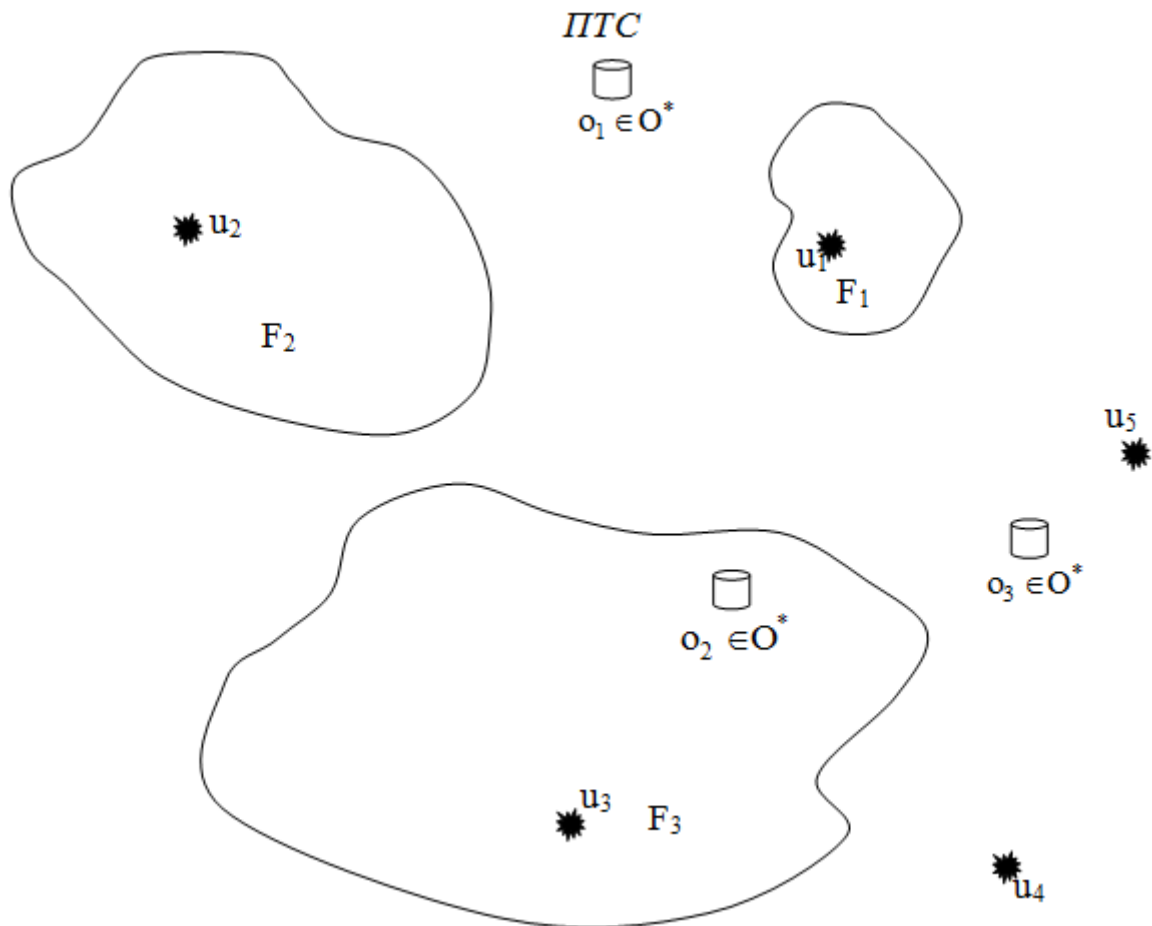


Рис. 3.1 – Схематичне зображення компонентів природно-техногенних систем

На рис. 3.1 схематично відображено ПТС, яка містить три активних сценарії F_1 , F_2 та F_3 з джерелами u_1 , u_2 та u_3 відповідно, два потенційних джерела ПРХ u_4 та u_5 , а також три цінних об'єкта o_1 , o_2 і o_3 , один з яких охоплено сценарієм.

Вразливим цінним екологічним об'єктом по відношенню до сценарію є ЕО, для якого існує можливість зменшення цінності в результаті реалізації цього сценарію. Це означає, що ЕО розташований на такій відстані від сценарію, що може бути охоплений ним через певний час.

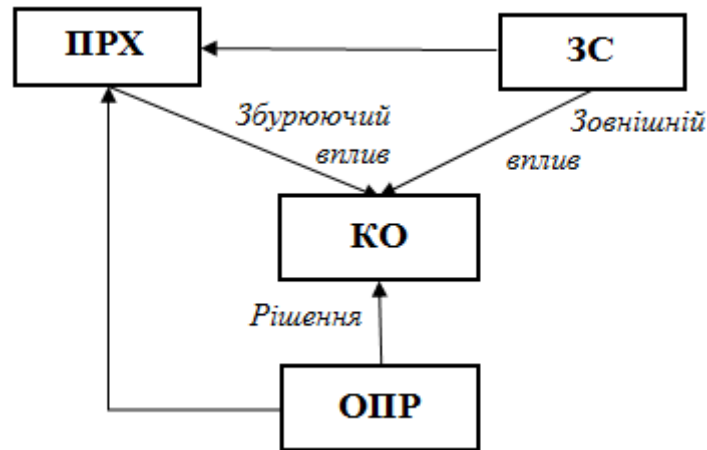


Рис. 3.2 – Види впливів на КО

$O^* = \{o_i\}_{i=1}^m \subseteq O, m \leq n$. Вважається, що множина інших об'єктів $o_k \notin O^*$ не становлять інтерес для ОПР, тому оцінка ризику та ППР буде здійснюватися тільки для ЦО з множини O^* .

В межах природно-техногенних систем визначаються сценарії нештатних екологічних ситуацій (НЕС) $F_j, j = 1, \dots, J$, які можуть бути джерелами ризику для ЕО. Кожен сценарій F_j описує розповсюдження ПРХ від певного джерела u_j в межах ПТС при певних параметрах ЗС. У певний момент часу кожен сценарій F_j може бути потенційним або активним. У момент активізації (реалізації) сценарію F_j частина ЦО можуть зазнавати його негативного впливу у вигляді зменшення цінності. Такі об'єкти називаються вразливими, вони є приймачами ризику від джерела F_j .

Множину вразливих ЦО по відношенню до сценарію F_j позначимо O^{*j} , при цьому $(\forall j = 1, \dots, J) O \subseteq O^* \subseteq O^{*j}$. Саме ці об'єкти $o_j \in O^{*j}$ потребують захисту при реалізації сценарію F_j , тому для них доцільно здійснювати оцінку ризику R_{ij} .

В умовах реалізації сценарію F_j стани об'єктів $o_i \in O^{*j}$ динамічне змінюються під впливом різних джерел. Під *впливом* на об'єкт розуметься певну величину, яка сприймається об'єктом, і на яку він реагує зміною значень певних параметрів, що характеризують його стан. Впливи на КО в ПТС можуть генеруватися наступними джерелами (рис. 2.2) [155]: зовнішній вплив; збурюючий вплив; рішення, спрямовані на компенсацію збурюючого впливу.

Метою ППР є зменшення цієї шкоди, яке має бути досягнуте за допомогою рішень з боку ОПР, спрямованих на компенсацію збурюючого впливу. Тобто, ППР в умовах ПРХ повинна бути спрямована на захист ЦО (рис. 3.2). Процедура підтримки прийняття рішень заснована на оцінці ризику того, що екологічні об'єкти зазнають втрат у результаті ПРХ.

З огляду на вищезначене, проблема ППР в умовах ПРХ розпадається на наступні складові задачі: моделювання території, на якій розповсюджується ПРХ; моделювання природних і штучних об'єктів, розташованих в межах досліджуваної території; моделювання динаміки ПРХ; опис ЗС; виокремлення ЕО; діагностування ситуації в ПТС в умовах ПРХ (оцінка ризику); моделювання підсистеми ризик-орієнтованої ППР (РОППР).

В результаті вирішення перших трьох задач мають бути отримані моделі, сукупність яких є моделлю ПТС (рис. 3.3) як цілісного територіального утворення, що формується в тісному взаємозв'язку людей, природних і штучних об'єктів, які можуть перебувати під впливом ПРХ.

3.2 Концепція природно-техногенної системи, як об'єкта планованої діяльності

Концепція природно-техногенної системи, як об'єкта планованої діяльності, яка пропонується в даному дослідженні, має пошарову структуру і складається з наступних шарів:

– територіальна система у вигляді двовимірного лінійного Чебишевського простору з введеною нормою та метрикою, а також з картографічними атрибутами розташованих в її межах КО,

– природні об'єкти з прив'язаною до них атрибутивною інформацією,

– штучні об'єкти з прив'язаною до них атрибутивною інформацією,

– динаміка ПРХ, що відбуваються в межах місцевості.

Перший шар утворює територіальну систему, перший шар в сукупності з другим утворює природну систему (ПС) в стабільному стані, перший шар в сукупності з другим і третім утворює природно-техногенну систему в стабільному стані, а накладення всіх чотирьох шарів утворює ПТС в умовах ПРХ - ПТС(F) (рис. 3.4).

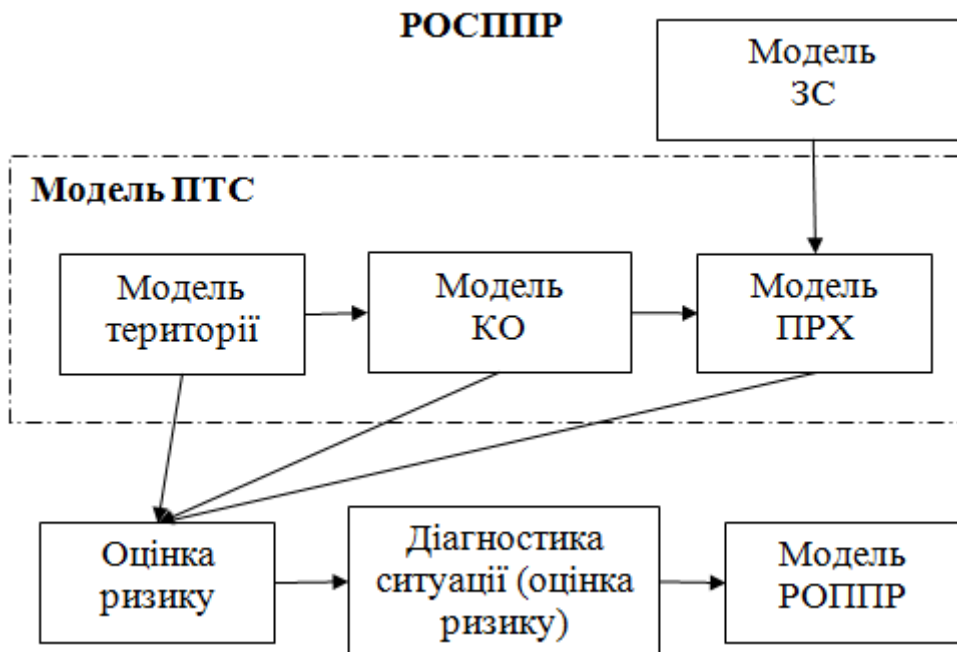
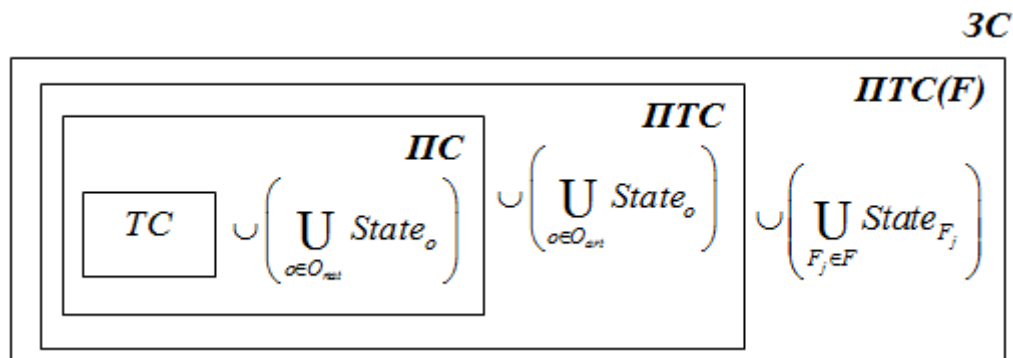


Рис. 3.3 – Структура (модель) предметної області



- TC* – територіальна система
- ПС* – природна система
- ПТС* – природно-техногенна система
- ПТС(F)* – природно-техногенна система в умовах ПРХ
- F* – процеси руйнівного характеру
- ЗС* – зовнішнє середовище
- State_o* – стан об'єкта *o*
- State_{F_j}* – стан ПРХ *F_j*
- O_{nat}* – підмножина природних об'єктів
- O_{art}* – підмножина штучних об'єктів

Рис. 3.4 – Концепція природно-техногенної системи

$$TC = \bigcup_{o \in O} A_K(o),$$

$$\begin{aligned}
 PC &= TC \cup \left(\bigcup_{o \in O_{nat}} State_o \right), \\
 PTC &= PC \cup \left(\bigcup_{o \in O_{art}} State_o \right), \\
 PTC(F) &= PTC \cup \left(\bigcup_{F_j \in F} State_{F_j} \right)
 \end{aligned}$$

Отже ПРХ при своєму розповсюдженні зазнає впливу ЗС, а також стану КО, розташованих в межах ТС. Стан КО характеризується картографічною та атрибутивною складовими. Серед КО виділяються ЕО, на які повинна бути спрямована ППР в умовах НСПХ. Тобто модель ПРХ на вході приймає вихідні параметри ЗС, а також параметри КО (рис. 3.5). КО мають географічну прив'язку, тобто їх картографічні складові формуються на основі ТС. Множина ЕО є підмножиною сукупності штучних (ШО) та природних об'єктів (ПО).

Екологічний стан ПТС в умовах ПРХ є об'єднанням станів всіх природних, штучних об'єктів, ПРХ і ЗС (1.3). Під *екологічною ситуацією* в ПТС в певний момент часу розуміється оцінку структури ПТС, яка необхідна для ППР.

Якщо стан є констатуючим концептом, тобто задається перерахуванням значень множини параметрів окремих КО, ПРХ або їх множини і являє собою реальну точку (або точки) в фазовому просторі параметрів, то ситуація є концептом оціночним. Вона співвідносить відомий на даний момент стан з обумовленими класами ситуацій [156]. Тож, якщо поняття стану може мати місце як для окремих КО, ПРХ, так і для ПТС в цілому, то ситуація – це узагальнююче поняття, яке має місце тільки для ПТС в цілому.

Для опису ситуації визначають певну підмножину параметрів, частина з яких перетворюється в якісну форму і узагальнюється. Потім отримана множина ознак зіставляється з еталонами класів ситуацій. Результатом є формування для проблемної ситуації рішень, які цілеспрямовано змінюють стан ПТС, і отже – ситуацію (рис. 3.6).

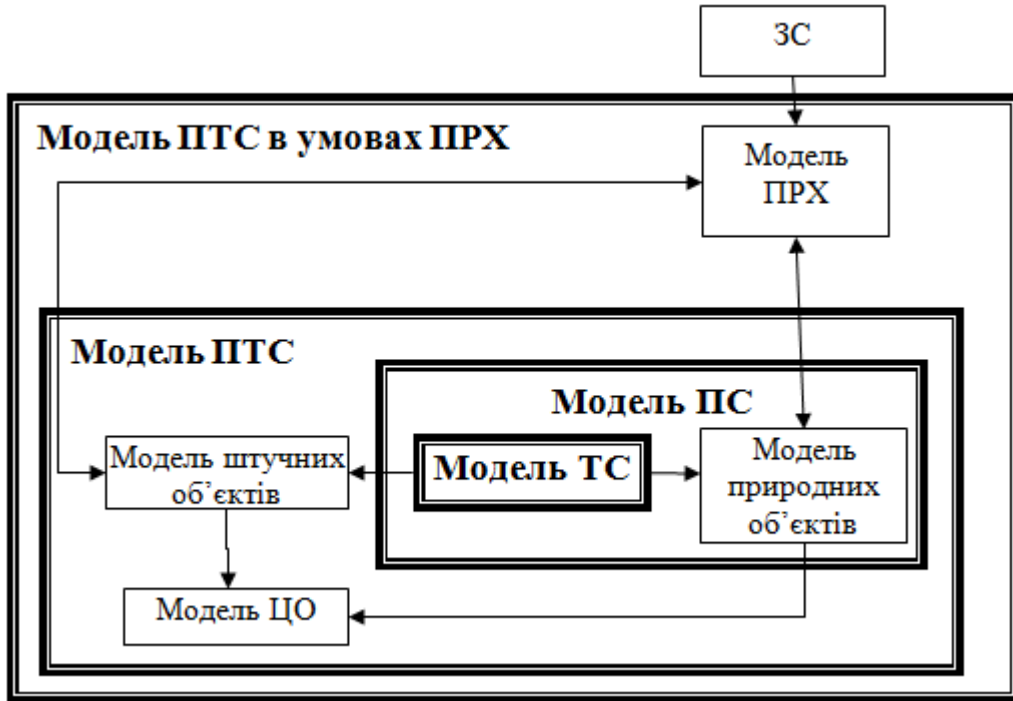


Рис. 3.5 – Модель природно-техногенної системи в умовах процесів руйнівного характеру

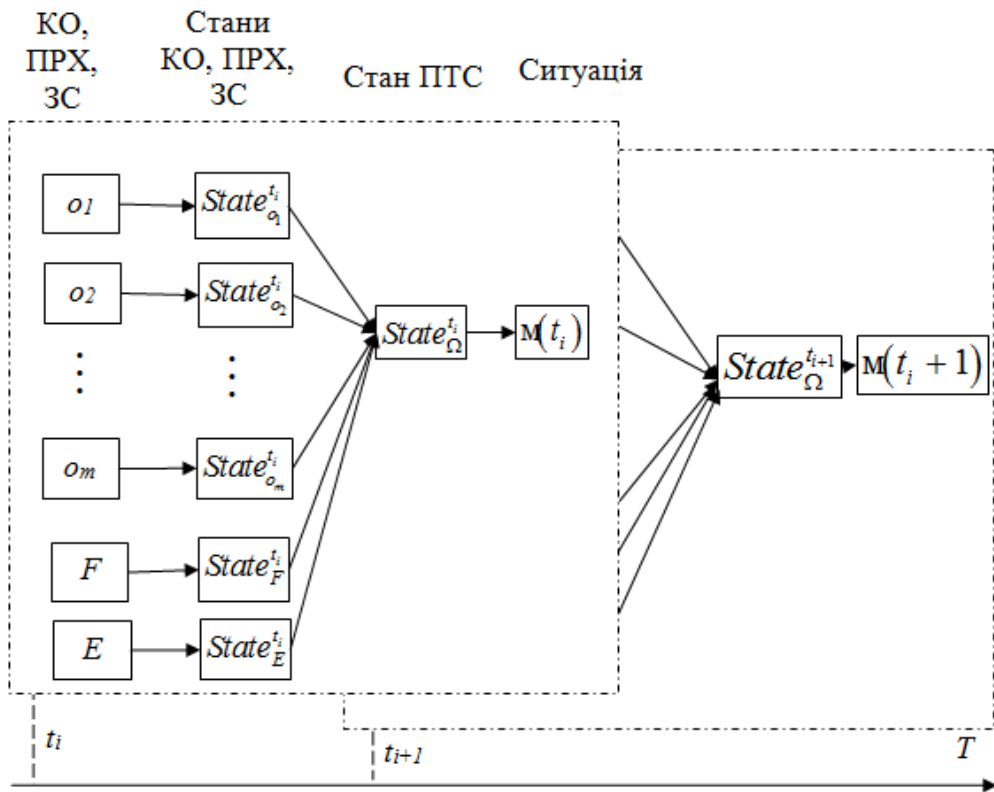


Рис. 3.6 – Динаміка станів і ситуацій

Формалізується поняття часу, стану, ситуації.

Визначення 3.1. Часовою структурою називається кортеж $\langle T, <_T \rangle$, де T – множина моментів часу, $<_T$ – відношення повного порядку на T .

Множину моментів часу задано на відрізку $t = [t_0, t_1, \dots, t_i, \dots, T)$ з початковим значенням t_0 і дискретними значеннями t_i . Відповідно, відношення $<_T$ задає на множині моментів часу впорядковану часову шкалу [157].

Нехай o_i – i -тої КО ПТС. Тоді $A_{o_i} = \{a_{o_i}^j\}_{j=0}^s$ – множина параметрів стану КО o_i , де s – розмірність вектору параметрів стану, V_{o_i} – множина можливих значень параметрів стану КО o_i , що визначається як $V_{o_i} = \bigcup_{a_{o_i}^j \in A_{o_i}} V_{a_{o_i}^j}$, де $V_{a_{o_i}^j}$ – область значень параметра $a_{o_i}^j$.

Нехай F_j – j -й ПРХ, що розповсюджується в межах ПТС. Тоді $A_{F_j} = \{a_{F_j}^l\}_{l=0}^n$ – множина параметрів стану ПРХ F_j , де n – розмірність вектору параметрів стану, V_{F_j} – множина можливих значень параметрів стану ПРХ F_j , що визначається як $V_{F_j} = \bigcup_{a_{F_j}^l \in A_{F_j}} V_{a_{F_j}^l}$, де $V_{a_{F_j}^l}$ – область значень параметра $a_{F_j}^l$.

Нехай $A_E = \{a_E^j\}_{j=0}^E$ – множина параметрів стану ЗС, де E – розмірність вектору параметрів стану ЗС, V_E – множина можливих значень параметрів стану ЗС, що визначається як $V_E = \bigcup_{a_E^j \in A_E} V_{a_E^j}$, де $V_{a_E^j}$ – область значень параметра a_E^j .

Визначення 3.2. Станом $State_{o_i}^t$ КО o_i в момент часу t називається вектор оцінки вимірної в зазначений момент часу із заданою точністю множини параметрів A_{o_i} :

$$State_{o_i}^t = \left\{ \bigcup_{a_{o_i}^j \in A_{o_i}} \hat{a}_{o_i}^j \right\}^{(t)} \quad (3.1)$$

де $\hat{a}_{o_i}^j \in V_{a_{o_i}^j}$ – значення параметра $a_{o_i}^j$.

Визначення 3.3. Станом $State_{F_j}^t$ ПРХ F_j в момент часу t називається вектор оцінки вимірної в зазначений момент часу із заданою точністю множини параметрів A_{F_j} :

$$State_{F_j}^t = \left\{ \bigcup_{a_{F_j}^l \in A_{F_j}} \hat{a}_{F_j}^l \right\}^{(t)} \quad (3.2)$$

де $\hat{a}_{F_j}^l \in V_{a_{F_j}^l}$ – значення параметра $a_{F_j}^l$.

Визначення 3.4. Станом $State_E^t$ ЗС в момент часу t називається вектор оцінки вимірної в зазначений момент часу із заданою точністю множини параметрів A_E :

$$State_E^t = \left\{ \bigcup_{a_E^j \in A_E} \hat{a}_E^j \right\}^{(t)} \quad (3.3)$$

де $\hat{a}_E^j \in V_{a_E^j}$ – значення параметра a_E^j .

Визначення 3.5. Станом $State_{\Omega}^t$ ПТС Ω в умовах ПРХ в момент часу t називається вектор:

$$State_{\Omega}^t = \left(\bigcup_{i=1}^N State_{nat_i}^t \right) \left(\bigcup_{i=1}^A State_{art_i}^t \right) \left(\bigcup_{i=1}^M State_{F_i}^t \right) \cup State_E^t, \quad (3.4)$$

де $State_{nat_i}^t$ – стан i -го природного об'єкта ПС, N – кількість ПО,

$State_{art_i}^t$ – стан i -го ШО, A – кількість ШО,

$State_{F_i}^t$ – стан i -го ПРХ, M – кількість ПРХ.

Графічну інтерпретацію зміни станів природно-техногенної системи представлено на рис. 3.6.



Рис. 3.7 – Схематичне зображення компонентів індивідуального ризику для цінного об'єкта від потенційного сценарію

Визначення 3.6. Ситуацією $m(t)$ в ПТС Ω в момент часу t є оцінка (аналіз, узагальнення) станів КО, ПРХ та ЗС, а також зв'язків між КО та ПРХ, виражаються в оцінках ризиків (2.6).

3.3 Концепція екологічного ризику

Ризик в контексті даної роботи є оцінкою відношення між сценаріями ПРХ F_j – джерелами ризику, та вразливими ЕО $o_i \in O^{*j}$ – приймачами ризику, а його оцінка використовується для діагностики ситуації в ПТС в умовах ПРХ.

Ризик від одного джерела для певного ЕО є *індивідуальним*. Індивідуальний ризик оцінюється для певного ЕО $o_i \in O^*$ і характеризує можливість для об'єкта зазнати втрат від ПРХ F_j з джерелом u_j .

Джерело, а отже і пов'язаний з ним сценарій, може бути потенційним і мати небезпеку μ_j , яка характеризує можливість виникнення в даній точці ПРХ F_j (рис. 3.7). Ризик від потенційного джерела *потенційним*.

При наявності декількох джерел ризику для певного ЕО створюються *мультизагрози і мультиризиками*.

При виникненні ПРХ F_j , тобто при реалізації сценарію F_j , виділяється множина вразливих ЕО $O^{*j} \in O^*$, для яких існує можливість бути охопленими цим процесом. Поняття небезпеки при цьому втрачає сенс, а для кожного вразливого об'єкту $o_i \in O^{*j}$ в процесі розвитку ПРХ визначається динамічна характеристика – загроза ζ_{ji} , яка характеризується просторовою та часовою віддаленістю ЕО o_i від контуру ПРХ F_j , а також потенціалом ПРХ F_j , який визначається інтенсивністю ПРХ S_j і площею, охопленою ПРХ F_j (рис. 3.8). Збиток, який понесе об'єкт o_i в результаті ПРХ F_j , залежить від потенціалу ПРХ F_j . Ризик від активного сценарію для вразливого об'єкта, ще не охопленого цим сценарієм, називають *ризиком екологічних загроз*.

При охопленні ЕО сценарієм поняття загрози втрачає сенс, а об'єкт починає відчувати негативний вплив сценарію, виражений у вигляді зменшення його цінності. Такий ризик називається *ризиком руйнувань* (рис. 3.9).

Відповідно до вищевикладеного, в кожен момент часу певний сценарій F_j може бути потенційним або активним. Джерело потенційного сценарію описується небезпекою, при цьому загрози для ЕО (ще) не існує, а існує потенційний ризик. Активний сценарій є матеріалізованою небезпекою у вигляді ПРХ, який поширюється від джерела, і може викликати ризик загроз або руйнувань для певного вразливого ЕО. Сценарій, який ще не охоплює вразливий ЕО, викликає для нього загрозу і, відповідно, ризик загроз. Сценарій, який охоплює ЕО, викликає зміну (як правило, зменшення) цінності для ЕО і є ризиком руйнувань.

Отже, динаміка індивідуального ризику для певного ЕО в загальному випадку проходить три стадії: потенційний ризик, ризик загроз, ризик руйнувань. Задачею підтримки прийняття рішень є не допустити або мінімізувати вплив останньої стадії ризику. Індивідуальний ризик ПРХ для

певного ЕО складається з наступних компонентів: небезпека виникнення ПРХ певного типу та інтенсивності; інтенсивність ПРХ; загроза; потенційний збиток для ЕО.

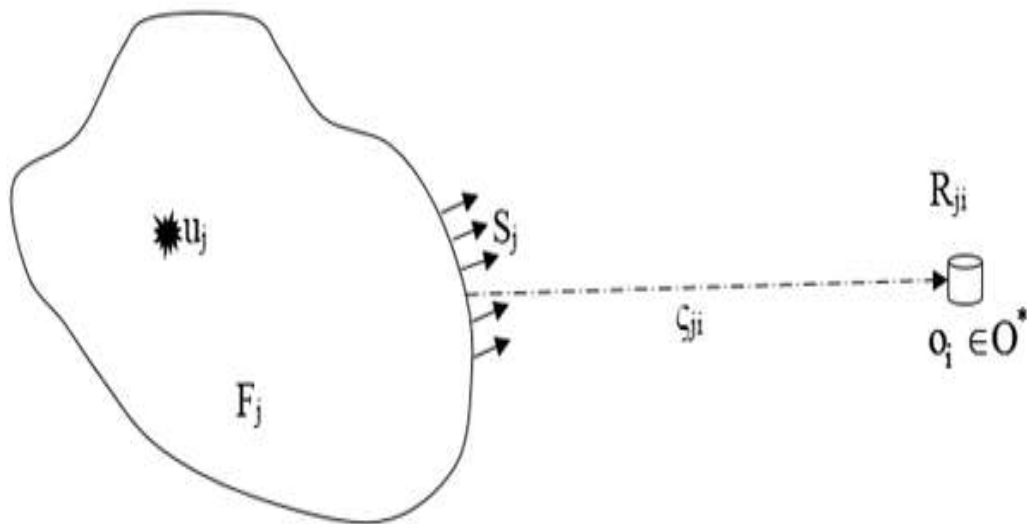


Рис. 3.8 – Схематичне зображення компонентів індивідуального ризику для цінного екологічного об'єкта, що знаходиться під впливом ризику загроз

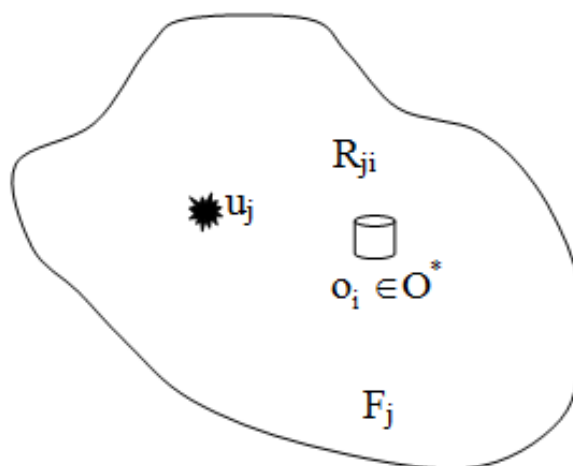


Рис. 3.9 – Схематичне зображення компонентів індивідуального ризику для цінного екологічного об'єкта при охопленні об'єкта сценарієм

Небезпека μ – компонент ризику, який описує потенційну можливість виникнення ПРХ певного типу і інтенсивності на певній ділянці території в певний момент часу. Небезпека стає активною (матеріалізується) в той момент, коли на даній ділянці території виникає ПРХ. Після виникнення ПРХ для даної ділянки місцевості поняття небезпеки втрачає сенс. Оцінка небезпеки дозволяє визначити ділянки території, де виникнення ПРХ певного типу і інтенсивності найбільш ймовірно в певний момент часу. Небезпека не пов'язана з цінністю об'єктів, а визначає тимчасову і просторову ймовірність виникнення ПРХ.

Небезпека має наступні характеристики: є оцінкою потенційного джерела ПРХ певного типу і інтенсивності на певній ділянці території в певний момент часу; виражена у вигляді можливості (ймовірності); час її існування – до моменту виникнення ПРХ.

Матеріалізована небезпека для певного джерела означає, що пов'язаний з даним джерелом сценарій став активним і створює загрозу для вразливих об'єктів або викликає процес зміни цінності (руйнує об'єкт). Загроза ζ_{ji} для об'єкта o_i від ПРХ F_j виникає в разі, коли цей об'єкт можливо буде охоплений цим ПРХ. Об'єкти, для яких достовірно відомо той факт, що вони не будуть охоплені певним ПРХ, є невразливими, і загрози для них не існує.

Тож загроза – це динамічний компонент ризику, який описує просторово-часове відношення між контуром ПРХ і вразливим ЕО, виникає в момент матеріалізації небезпеки, втрачає сенс в момент охоплення ЕО ПРХ.

Характеристиками загрози є оцінка просторово-часового відношення між ПРХ і ЕО, а також час її існування – від моменту виникнення ПРХ до моменту охоплення ним ЕО.

У момент виникнення такої загрози для ЕО, яка вимагає застосування керуючих впливів для її зниження, виникає НСПХ. Загроза створюється сценарієм ПРХ і подається у вигляді набору просторових зон, диференційованих за рівнями і розташованих навколо контуру ПРХ. Кожна

зона визначає межі тієї частини ПТС, де проявляється загроза певного рівня. Множину зон позначимо $\{D_1, D_2, \dots, D_k\}$, де k – кількість зон загроз, упорядкованих в порядку зростання ступеня загрози (рис. 3.10).

Таким чином, загроза є компонентом ризику, який відрізняє концепцію ризику, запропоновану в цьому дисертаційному дослідженні, від існуючих концепцій (рис. 3.11).

Екологічний ризик R_{ji} – це інтегральна оцінка, яка характеризує потенційну можливість для об'єкта o_i зазнати збитків під час ПРХ F_j певного типу та інтенсивності. Загрози і ризики розглядаються для ЕО, які вимагають захисту при виникненні ПРХ. Для інших об'єктів їх розглядати немає необхідності, особливо в умовах ліміту часу.

Характеристиками ризику є: оцінка можливого негативного впливу певного ПРХ на ЕО; функція небезпеки, загрози, інтенсивності (потенціалу) ПРХ і потенційного збитку, який може понести ЕО. У процесі динаміки процес проходить три стадії: потенційний ризик, ризик загроз і ризик руйнувань.

Рис. 2.12 відображає часове співвідношення між компонентами індивідуального ризику. Стадія потенційного ризику характеризується небезпекою, яка пов'язана з потенційним джерелом ПРХ та існує до моменту виникнення ПРХ. Ризик загроз характеризується загрозою, що описує взаємозв'язок між активним ПРХ та вразливим ЕО та існує з моменту виникнення ПРХ до моменту охоплення ЕО цим процесом. Ризик руйнувань характеризується зменшенням цінності ЕО, яка є динамічною характеристикою ЕО, що існує з моменту охоплення ЕО ПРХ до моменту повного руйнування ЦО. Динаміка зменшення цінності ЦО залежить від потенціалу ПРХ, а також вразливості та стійкості ЕО.

При наявності декількох джерел, які потенційно впливають на певний ЕО, і (або) активних сценаріїв, що створюють для нього загрозу або руйнують, говорять про мультиризик і пов'язані з ним мультинебезпеку та мультизагрозу (рис. 3.13). На рис. 3.13 відображено п'ять джерел сценаріїв (u_1, \dots, u_5), три з

яких є активними ($u1, u2, u3$), а два потенційними ($u4, u5$), і два цінних об'єкти ($o1$ і $o2$). Причому $o_1, o_2 \in \bigcap_{j=1}^5 O^{*j}$, тобто обидва ЕО належать множинам вразливих цінних об'єктів щодо визначених п'яти сценаріїв.

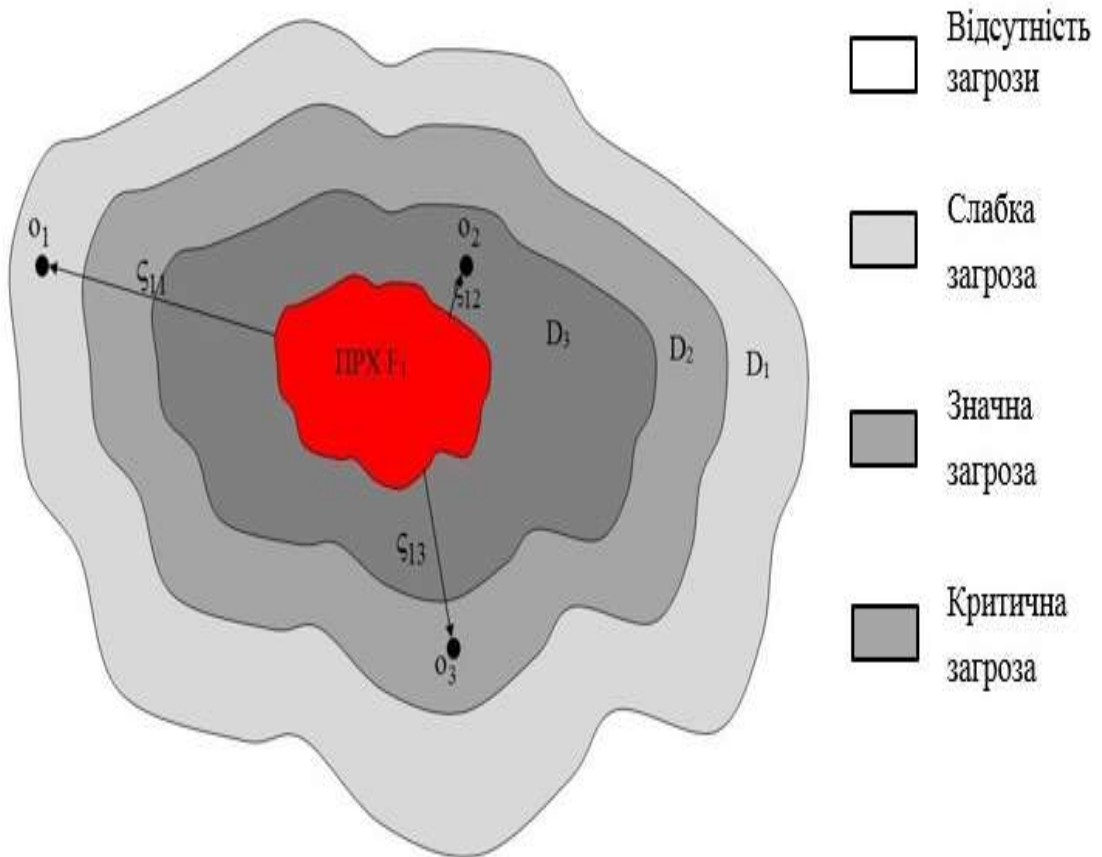


Рис. 3.10 – Зони загроз

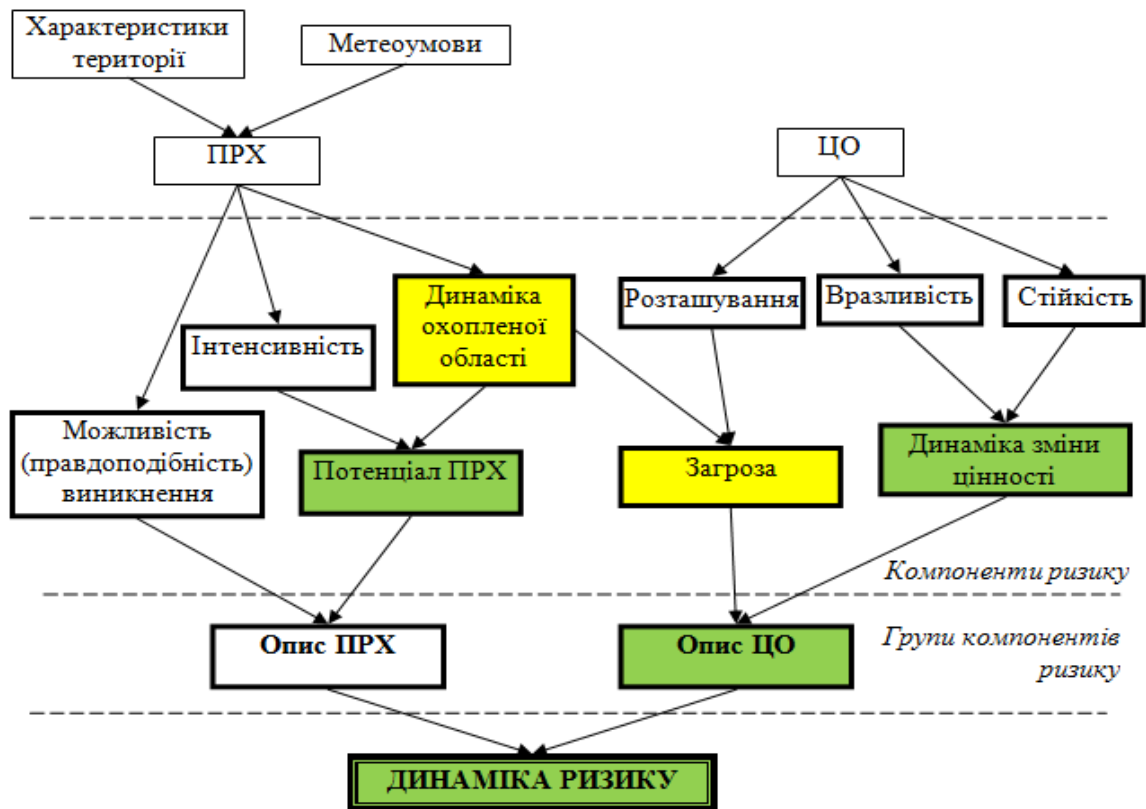


Рис. 3.11 – Взаємозв'язок компонентів екологічного ризику

Три активних сценарії $F1$, $F2$ і $F3$ з джерелами $u1$, $u2$ і $u3$ відповідно, створюють загрози для об'єктів $o1$ і $o2$, де z_{ji} – загроза, яка створюється j -м активним сценарієм i -му об'єкту. Потенційні джерела $u4$ і $u5$ створюють небезпеку виникнення активного сценарію $\mu4$ і $\mu5$ відповідно.

На рис. 3.14 відображений взаємозв'язок компонентів ризику.

Небезпека характеризує потенційне джерело ПРХ і залежить від типу потенційного ПРХ і розташування джерела. Загроза залежить від розташування ЕО щодо контуру ПРХ, а також від потенціалу ПРХ, який характеризує час, за який ПРХ досягне ЕО. На зміну цінності ЕО впливає потенціал ПРХ, а також рішення з боку ОПР. Збиток залежить від початкової цінності ЕО та від швидкості зміни цінності, яка, в свою чергу, залежить від типу ЕО.

3.4 Побудова просторової моделі об'єкта планованої діяльності

В даному підрозділі представлено просторову модель території, в межах якої розташована ПТС. В наступних розділах буде розглянуто моделювання динаміки ПРХ і підсистеми ППР в межах запропонованої просторової моделі.

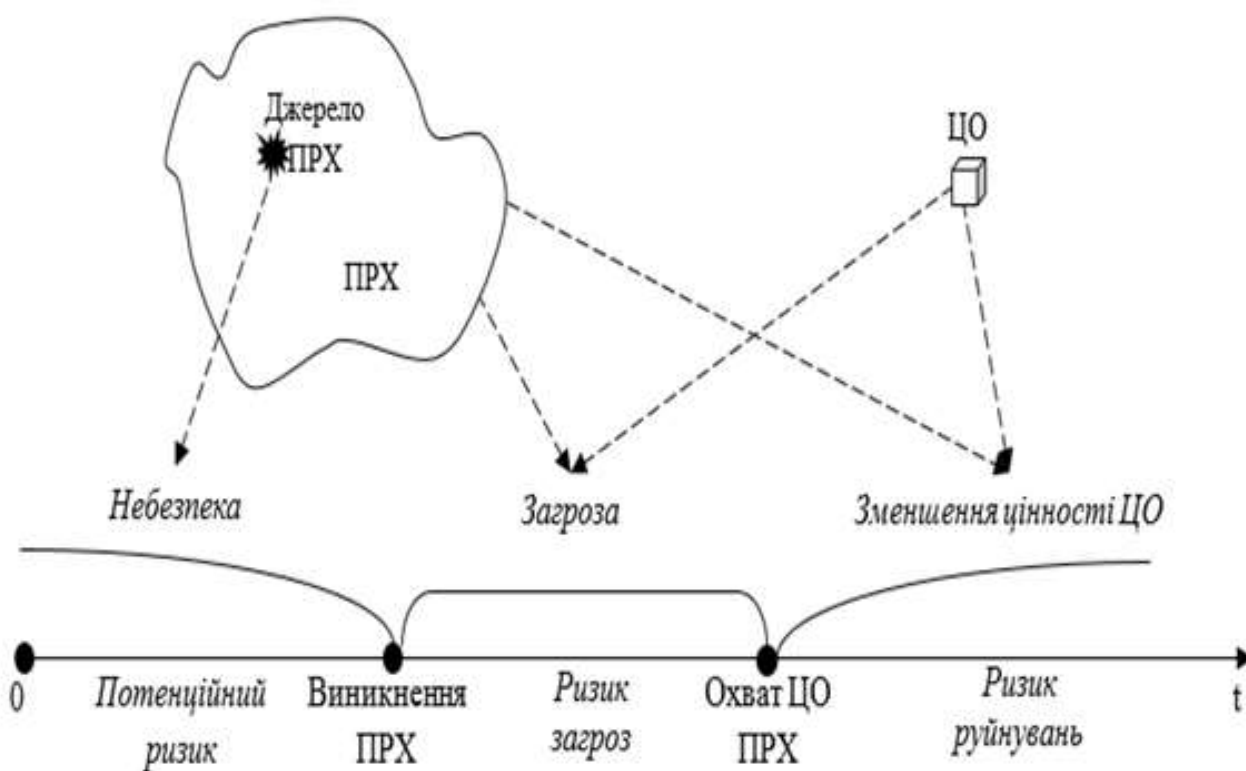


Рис. 3.12 – Часове співвідношення між компонентами ризику для джерела ПРХ і цінного об'єкта

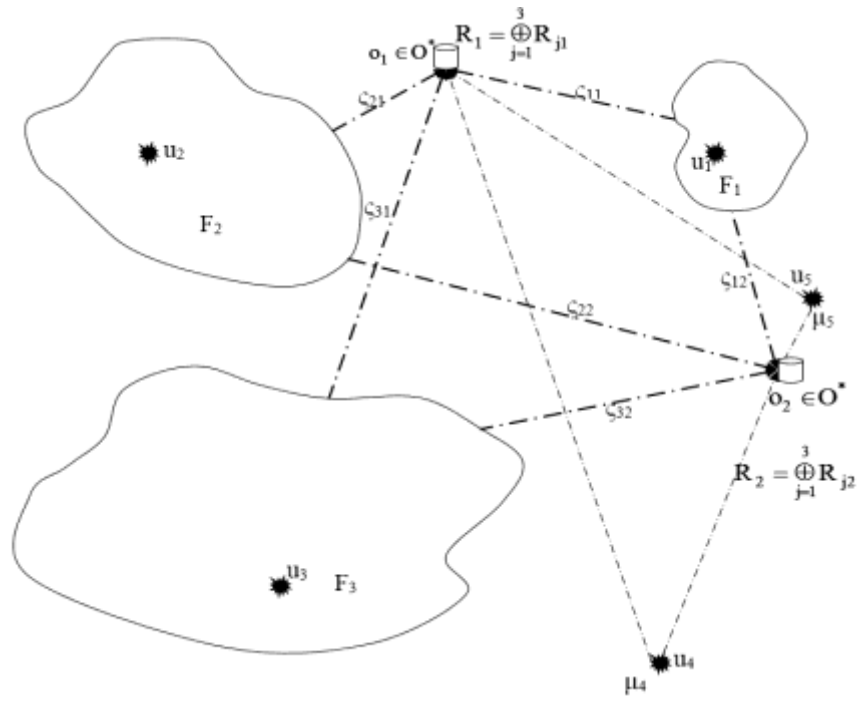


Рис. 3.13 – Схематичне зображення компонентів мультиризик

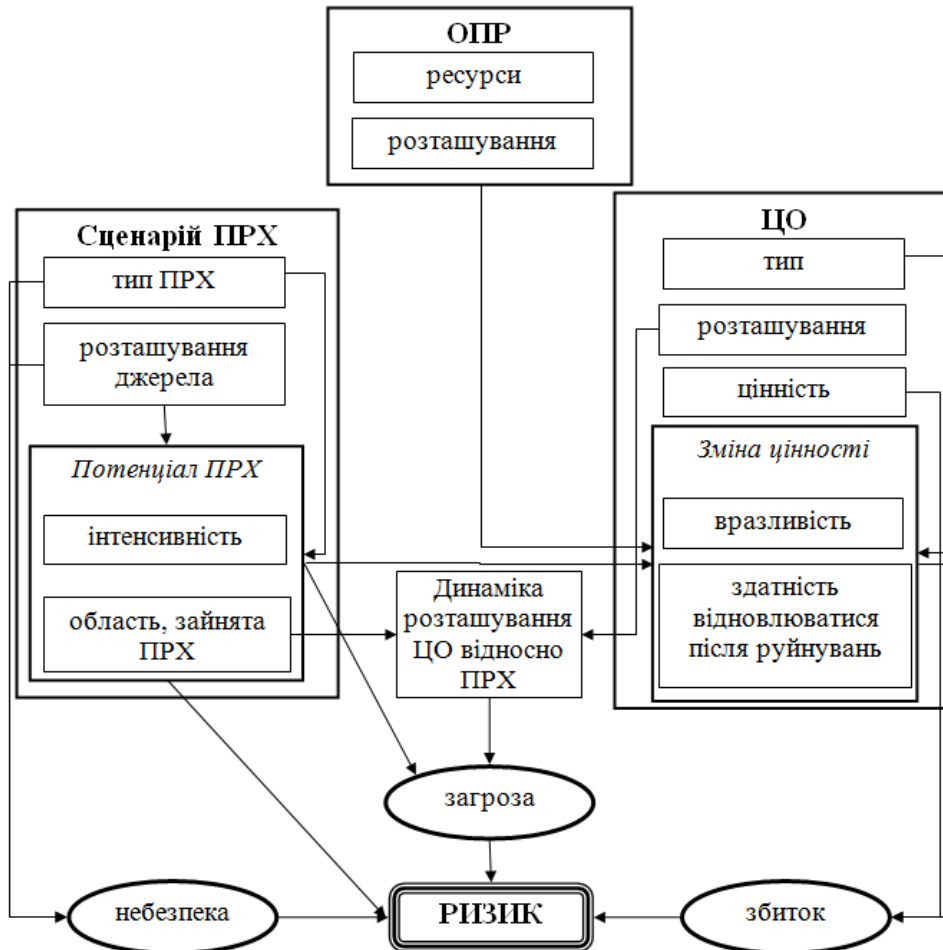


Рис. 3.14 – Взаємозв'язок компонентів ризику

3.4.1 Основна топологічна модель природно-техногенної системи

Представимо просторову модель ПТС у вигляді топологічного простору [158]. Використовують лінійний нормований рівномірний простір X з нормою (2.1), представлений в підрозділі 2.2.

Частину території X , яка використовується для моделювання ТС, представимо у вигляді відкритого зв'язного підпростору двовимірного Евклидового простору, який буде наділено топологічними властивостями.

Для побудови топологічного простору на основі множини X встановлюють відношення еквівалентності (рефлексивне, симетричне і транзитивне) на множині всіх точок простору X [159]:

$$\mathfrak{R}_X \subseteq X \times X \quad (3.5)$$

Тоді пара

$$apr_X = (X, \mathfrak{R}_X) \quad (3.6)$$

буде простором апроксимації Павлака, а X / \mathfrak{R}_X позначимо як фактор-множину [160], яка складається з усіх класів еквівалентності множини X відносно \mathfrak{R}_X . Порожня множина \emptyset , універсальна множина X і елементи X / \mathfrak{R}_X є елементарними множинами. Кінцеве об'єднання однієї або більше елементарних множин є композиційною множиною. Сімейство всіх композиційних множин позначимо $Def(apr_X)$. Клас еквівалентності, який містить точку $x \in X$, позначимо $\mathfrak{R}_X(x)$. Простір апроксимації Павлака однозначно визначає топологічний простір:

$$T = (X, Def(apr_X)) \quad (3.7)$$

Визначення 3.7. [161] Нехай X – множина, а $Def(apr_X)$ – сімейство композиційних множин, які породжені відношенням еквівалентності \mathfrak{R}_X на множині X , що включає порожню множину \emptyset , універсальну множину X .

$Def(apr_X)$ є топологією на X , коли його підмножини задовольняють наступним умовам:

- 1) $\emptyset \in Def(apr_X), X \in Def(apr_X),$
- 2) $A, B \in Def(apr_X) \Rightarrow A \cap B \in Def(apr_X),$
- 3) $A, B \in Def(apr_X) \Rightarrow A \cup B \in Def(apr_X).$

Підмножини $Def(apr_X)$ називаються *відкритими множинами*, $T = (X, Def(apr_X))$ – топологічним простором, X – носієм топології, а $x \in X$ – точками топологічного простору.

Визначають метрику на топологічному просторі.

Визначення 3.8. Нехай X – непорожня множина, а d – функція $X \times X \rightarrow R^{\geq 0}$, де $R^{\geq 0}$ – множина невід'ємних дійсних чисел, яка задовольняє наступним умовам:

- 1) $d(x, y) = 0$ тоді і тільки тоді, коли $x = y$;
- 2) $d(x, y) = d(y, x)$;
- 3) $d(x, y) + d(y, z) \geq d(x, z)$ (нерівність трикутника)

для кожного $x, y, z \in X$. Пара (X, d) називається *метричним простором*, d – *функцією відстані* або метрикою, а $d(x, y)$ – *відстанню* між точками x і y .

В якості відстані використовують Евклідову відстань.

Евклідова відстань між двома точками $x = (x_1, x_2)$ и $y = (y_1, y_2)$ обчислюється за формулою:

$$d_E = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (3.8)$$

Надалі Евклідову відстань називають просто відстанню і позначати d .

Відстань між точкою $x \in X$ та множиною $Y \subset X$ визначається за формулою:

$$d(x, Y) = \inf \{d(x, y) | y \in Y\} \quad (3.9)$$

Відстань між двома непорожніми множинами $Y, Z \in X$ визначається за формулою:

$$d(Y, Z) = \inf \{d(y, z) | y \in Y, z \in Z\} \quad (3.10)$$

Нехай будь-яка точка $x \in X$ має непорожню кінцеву множину параметрів A , серед яких виділяються картографічні A_K та атрибутивні A_A , $A = A_K \cup A_A$. Розглянемо множину атрибутивних параметрів $A_A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, V_a – область значень атрибуту $a \in A_A$, $V = \bigcup_{a \in A} V_a$, а $f: X \times A_A \rightarrow V$ – всюди визначена функція, така що $f(x, a) \in V_a$ для кожного $x \in X$, $a \in A$. Тоді четвірку

$$I = (X, A_A, V, f) \quad (3.11)$$

називають *інформаційною таблицею* [162], яка визначає значення $f(x, a)$ для кожного атрибуту $a \in A_A$ точки $x \in X$. В загальному випадку інформаційна таблиця (3.11) складається з нескінченної кількості рядків.

Таким чином, кожна точка $x \in X$ описується вектором:

$$Des_I(x) = [f(x, a_1), f(x, a_2), \dots, f(x, a_m)] \quad (3.12)$$

який називається *описом* точки x і представляє доступну інформацію про точку x .

Побудуємо топологічний простір на множині точок, породжений відношенням еквівалентності, який розділяє множину X на підмножини точок, що мають однакові значення певної непорожньої підмножини атрибутів $P \in A_A$.

Для цього визначають відношення еквівалентності:

$$\mathfrak{R}_x^P = \{(x, y) \in X \times X | \forall a \in P, f(x, a) = f(y, a)\} \quad (3.13)$$

Відношення еквівалентності \mathfrak{R}_X^P називається відношенням P -нерозрізненості за Павлаком [163]. Якщо $(x, y) \in \mathfrak{R}_X^P$, то кажуть, що точки x та y є P -нерозрізненими (щодо атрибутів з множини P). Відношення \mathfrak{R}_X^P розбиває множину X на сімейство класів еквівалентності X / \mathfrak{R}_X^P . Клас еквівалентності, який містить x , позначимо $\mathfrak{R}_X^P(x)$. За аналогією з (3.6) отримується простір апроксимації:

$$apr_X^P = (X, \mathfrak{R}_X^P) \quad (3.14)$$

При цьому $Def(apr_X^P)$ – сімейство всіх складових множин простору апроксимації (3.14), включаючи порожню множину \emptyset та універсальну множину X .

Отримується топологічний простір, створений відношенням P -нерозрізненості на підпросторі двовимірного Евклідового простору X [164]:

$$T_X^P = (X, Def(apr_X^P)) \quad (3.15)$$

Клас еквівалентності $\mathfrak{R}_X^P(x) \in X / \mathfrak{R}_X^P$ в загальному випадку є незв'язним підпростором простору X , що складається з непорожніх відкритих непересічних множин. На рис. 3.15 відображений приклад топологічного простору, створеного відношенням P -нерозрізненості, що розбиває простір X на 5 непересічних класів еквівалентності, кожний з яких є незв'язним.

Сукупність всіх відкритих підмножин, що належать сімейству композиційних множин $Def(apr_X^P)$, є відкритим покриттям топологічного простору, оскільки об'єднання цих множин складає множину X :

$$\bigcup_{X_i \in Def(apr_X^P)} X_i = X. \text{ Множина класів еквівалентності } X / \mathfrak{R}_X^P \subset Def(apr_X^P) \text{ є}$$

підпокриттям топологічного простору, оскільки об'єднання цих множин складає множину X : $\bigcup_{X_i \in X/\mathfrak{R}_X^P} X_i = X$ [163].

Особливий інтерес представляють зв'язні множини, з яких складається кожен клас еквівалентності. Такі множини називають компонентами зв'язності [165].

Визначення 3.9. *Компонентою зв'язності* топологічного простору називається будь-яка його зв'язна підмножина, що не міститься ні в якій суворо більшій зв'язній підмножині топологічного простору.

Компонента зв'язності є замкнутою множиною. Множина компонент зв'язності є підпокриттям топологічного простору, тобто топологічний простір може бути представлений у вигляді об'єднання попарно-непересічних компонент зв'язності.

Кожна точка місцевості характеризується множиною параметрів A , які поділяються на картографічні, що описують координати точки в просторі, A_K , і атрибутивні A_A , які можна поділити на дві підмножини: такі, що змінюються протягом ПРХ (залежні від процесу), і такі, що не змінюються протягом ПРХ (не залежні від процесу).

Оскільки ПРХ визначені як процеси, що швидко розвиваються, то атрибути, які не змінюються протягом ПРХ, називають статичними, а ті, що змінюються – динамічними. Отож множина атрибутів A будь-якої точки в умовах ПРХ підрозділяється на три підмножини: картографічних A_K , статичних атрибутів A_S (що не змінюються в часі) і динамічних атрибутів A_D (змінюються в часі), при цьому $A = A_K \cup A_A = A_K \cup A_S \cup A_D$.

До статичних атрибутів відносяться атрибути, що описують місцевість, такі, як: тип рослинності, її геометричні параметри, вік тощо. Динамічні атрибути описують динаміку КО в умовах ПРХ, які розвиваються. При інертному стані ЗС, ПТС знаходиться в стабільному стані, і всі атрибути КО, що її складають, є статичними. При виникненні збурюючого впливу з боку ЗС, який викликає ПРХ, частина атрибутів КО, охоплених цим процесом,

перетворюються в динамічні. Їх значення динамічно змінюються в результаті впливу ПРХ на КО.

В окрему множину виділяють сукупність параметрів ЗС A_E , таких як швидкість і напрям вітру, вологість повітря, температура повітря. Відмінною особливістю цих атрибутів є те, що їх значення не прив'язані до певних КО і однакові для всіх КО в певних межах (рис. 3.16).

Якщо $P \subseteq A_s$, то класи еквівалентності сімейства X / \mathcal{R}_X^P , породжені відношенням P -нерозрізненості, є статичними множинами, що не змінюються з часом, і відповідно топологічний простір (рис. 3.15) є статичним.

Якщо $P \cap A_D \neq \emptyset$, то класи еквівалентності сімейства X / \mathcal{R}_X^P є динамічними множинами, і відповідно топологічний простір (рис. 3.15) є динамічним.

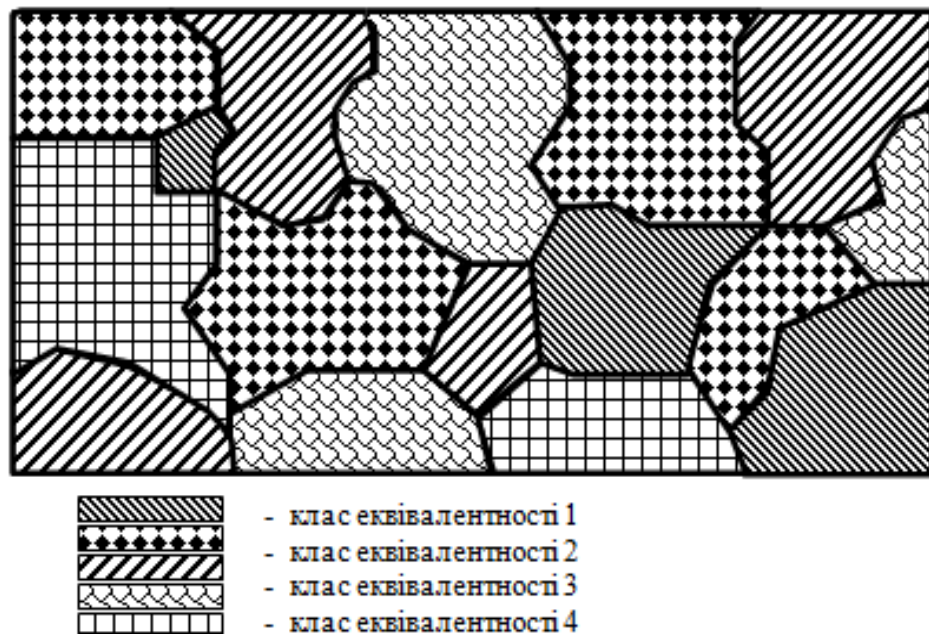


Рис. 3.15 – Топологічний простір, створений класами еквівалентності

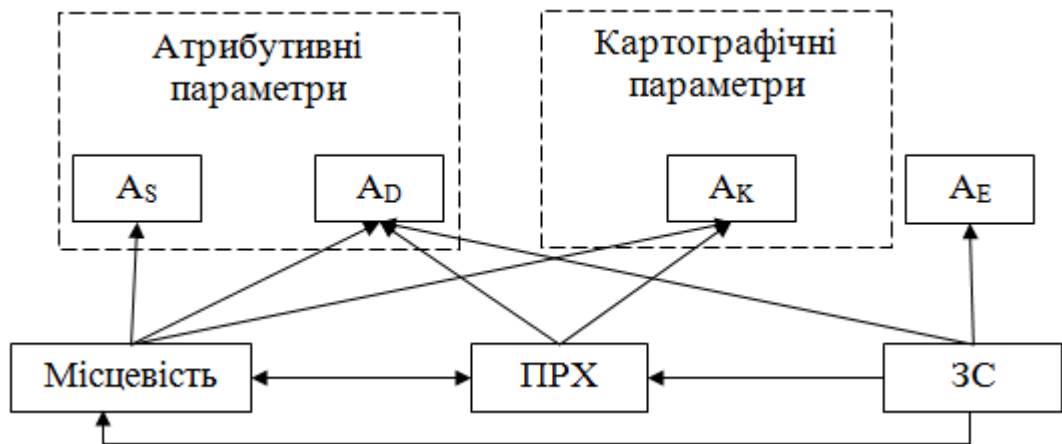


Рис. 3.16 – Декомпозиція множини параметрів стану

Топологічну модель (3.15) побудовано на рівні точок, що ускладнює її використання для аналізу просторових областей в реальному часі внаслідок обчислювальної складності. Інформаційна таблиця (3.11), що містить множину рядків, є складною в використанні. Тому територію доцільно представити у вигляді сукупності однорідних щодо значень певної підмножини параметрів дискретних об'єктів.

В даному дослідженні просторову модель подано у вигляді дискретних об'єктів чотирьох рівнів, накладених один на одній. На нижньому рівні місцевість дискредитовано за допомогою сітки з рівновеликих квадратних комірок, кожна з яких вважається об'єктом з мінімальним розміром. На другому рівні місцевість поділена на однорідні ділянки на основі значень статичних параметрів, що описують природні умови. На третьому рівні місцевість подано у вигляді динамічних областей, однорідних відносно значень динамічних параметрів, що презентують ділянки з різним ступенем охоплення ПРХ. Для діагностики ситуації в умовах ПРХ корисно також уявити конфігурацію областей, що не є реальними фізичними об'єктами, а є зонами, однорідними щодо певних оцінок значень параметрів, таких як небезпека, загроза, ризик. Такі зони в умовах ПРХ є динамічними і визначаються на верхньому рівні просторової моделі.

У такий спосіб просторова модель ПТС складається з чотирьох пластів:

- 1) сітки з рівновеликих комірок, що представляють собою об'єкти мінімального розміру;
- 2) однорідних статичних просторових областей;
- 3) динамічних областей з різним ступенем охоплення ПРХ;
- 4) динамічних просторових зон, що відображають оцінки значень параметрів.

Всі пласти суміщено в єдиній системі координат (α_1, α_2) (точніше – накладено один на одній з суміщенням точки відліку координат $(0,0)$).

3.4.2 Рівень комірок просторової моделі об'єкта планованої діяльності

Модель місцевості, або території, в межах якої розвивається ПРХ, є територіальною системою (ТС) Ξ . Можливості сучасних ГІС дозволяють реалізувати візуальну модель ТС, що необхідна ОПР для ефективного прийняття рішень і наочно представляє всі аспекти просторової складової ПРХ.

Дискретизація області за допомогою сітки рівновеликих координатно-орієнтованих однорідних елементів (комірок) квадратної форми дозволяє здійснити перехід від безперервної форми подання геоінформації до дискретної – в масштабі окремих комірок. Комірки використовуються для моделювання динаміки ПРХ, при цьому кожна комірка є КО мінімальної форми, яка може характеризуватися динамічними властивостями.

Використану метрику ξ_X , накладемо за допомогою лінійного відображення w метричну мережу координатних ліній $\delta = \Delta\alpha_1 = \Delta\alpha_2$, що містить множину C квадратних комірок розміром $\delta \times \delta$, на простір X в початковій точці з координатами $(\Delta\alpha_1=0, \Delta\alpha_2=0)$.

$$w: X \rightarrow C \quad (3.16)$$

Як підсумок кожній комірці c відповідатимуть координати в просторі X . Цими координатами будуть координати точки її центру. Центр комірки c позначимо O_c .

Визначимо для кожної комірки $c \in C$ додатковий картографічний параметр $a_h \in A_K$, який є координатою α_3 комірки $c \in C$ в базисі e_1, e_2, e_3 , що в умовах реальних ТС є висотою комірки над рівнем моря; коректним способом отримання значення даного параметра є обчислення середнього значення висоти за чотирма точками – вершинами квадрата, який обмежує дану комірку.

Використання параметру a_h дозволяє моделювати в ТС 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:

$$\nu(c_1, c_2) = \frac{2 \times (f(c_1, a_h) - f(c_2, a_h))}{f(c_1, a_h) + f(c_2, a_h)} \quad (3.17)$$

що, в свою чергу, є необхідною умовою адекватного моделювання динаміки поширення ПРХ [166].

Визначають кожну комірку c у вигляді відкритого підпростору двовимірного простору X : $c \in X$.

Визначення 3.10. Для кожної комірки c можна побудувати замикання \bar{c} в просторі X . Різниця $\sigma c = \bar{c} - c$ називається межею c .

Нехай $Def(C)$ – сімейство всіх композиційних множин, отриманих з множини комірок C , включно з порожню . порожньою множиною \emptyset і множиною C .

Визначення 3.11. Декомпозиція підпростору X Евклідового простору за допомогою комірок є топологічним простором:

$$T_C = (X, Def(C)) \quad (3.18)$$

який формується за допомогою звичайної дискретизації простору X на рівновеликі ділянки (комірки), при цьому комірки є попарно-непересічними множинами, а їх диз'юнкте об'єднання співпадає з множиною X , тобто є його підпокриттям: $(\forall i \neq j) c_i \cap c_j = \emptyset, X = \bigcup_{c_i \in C} c_i$.

Комірки є статичними в просторі КО. При стабільному стані ПТС комірки є статичними також і в часі, однак в умовах ПРХ певного класу у комірок, вразливих до даного класу ПРХ і охоплених цим процесом, з'являються параметри з підмножини A_D , які змінюються в часі.

Як підсумок комірка має наступні властивості:

- прив'язку до координат простору X ;
- комірка є зв'язним підпростором простору X , тобто її неможливо представити у вигляді об'єднання двох непорожніх непересічних зв'язних підпросторів;
- всі комірки мають однакову фіксовану геометричну форму квадрата та однаковий розмір;
- комірки попарно не перетинаються;
- комірка є мінімальним за розмірами КО ТС;
- множина комірок є підпокриттям простору X ;
- комірка є статичним в просторі об'єктом;
- в загальному випадку комірка не є статичним в часі об'єктом, так як її стан описується множиною атрибутів A_A , яка включає статичні і динамічні атрибути;
- комірка є однорідною ділянкою місцевості з точки зору значень атрибутів множини A_A , тобто всі точки комірки є A_A -нерозрізненими:

$$(\forall c_1, c_2 \in C)(\forall a \in (A_S \cup A_D)) [f(c_1, a) = f(c_2, a)] \quad (3.19)$$

Тому, що комірка є мінімальним за розмірами, зв'язним, однорідним, не статичним КО, множину комірок доцільно використовувати для моделювання динаміки ПРХ в ПТС.

Оскільки в будь-який момент часу всі точки комірки є A -нерозрізненими, комірку можна узагальнити до точки. За аналогією з відношенням нерозрізненості в множині точок простору X , в множині комірок також можна побудувати відношення A_i -нерозрізненості для будь-якої підмножини атрибутів $A_i \subseteq A_A$.

Визначають відношення A_i -нерозрізненості в множині комірок C :

$$(\forall A_i \subseteq A) \mathfrak{R}_C^{A_i} = \{(c_m, c_n) \in C \times C \mid \forall a \in A_i, f(c_m, a) = f(c_n, a)\} \quad (3.20)$$

Позначають як $\mathfrak{R}_C^{A_i}(c)$ клас еквівалентності в множині комірок, виведений відношенням A_i -нерозрізненості, якому належить комірка c . Всі комірки, що належать одному класу еквівалентності з множини класів еквівалентності, породжених відношенням A_i -нерозрізненості, мають однакові значення атрибутів з підмножини $A_i \subseteq A_A$:

$$(\forall A_i \subseteq A_A)(\forall a \in A_i)(\forall c_m, c_n \in C) \left[(\mathfrak{R}_C^{A_i}(c_m) = \mathfrak{R}_C^{A_i}(c_n)) \Leftrightarrow f(c_m, a) = f(c_n, a) \right] \quad (3.21)$$

$apr_C^{A_i} = (C, \mathfrak{R}_C^{A_i})$ – простір апроксимації в множині комірок;

$Def(apr_C^{A_i})$ – сімейство всіх складових множин простору апроксимації в множині комірок, включаючи порожню множину \emptyset .

3.4.3 Статична складова просторової моделі: рівень геотаксонів

Паралельно з дискретизацією за допомогою комірок, підпростір X може бути подано у вигляді об'єднання непересічних КО, які мають різні геометричні форми та є статичними областями, що відповідають ділянкам з

різними умовами місцевості, однорідним відносно певного набору статичних параметрів.

Для формування статичних КО, які описують умови місцевості, використовують відношення нерозрізненості на основі підмножини статичних атрибутів A_S . Основним структурним елементом ТС Ξ , а також і основною ланкою в задачі просторової прив'язки, представлення та аналізу територіально-розподіленої інформації, є статичний КО, який є компонентом зв'язності топологічного простору $T_X^{A_S}$ та побудований за допомогою відношення A_S -нерозрізненості на основі підмножини статичних атрибутів A_S .

Назвають такий КО геотаксоном. Геотаксон має наступні властивості [164]:

- прив'язки до координат простору X ;
- статичності в просторі;
- наочності (геотаксони представляють собою ділянки місцевості, з якими ОПР звикла мати справу);
- однорідності з точки зору значень атрибутів з множини A_S (всі точки геотаксона є A_S -нерозрізненими);
- зв'язності (кожен геотаксон є компонентною зв'язності топологічного простору $T_X^{A_S}$);
- статичності у часі (геотаксон побудований за допомогою відношення A_S -нерозрізненості на основі підмножини статичних атрибутів);
- попарного неперетину;
- множина геотаксонів є підпокриттям простору X ;
- порівнянності (описи геотаксонів повинні дозволяти здійснювати їх адекватне порівняння).

Очевидно, такий структурний елемент ТС має бути об'єктивною існуючою обмеженою ділянкою місцевості. Крім того, він має бути цілісним і однорідним «об'єктом інтересу» для ОПР, відносно якого як єдиного цілого

(незалежно від інших способів розбиття простору) ОПР безпосередньо вирішує задачі діагностики ситуації. Слід зауважити, що в більшості сучасних ГІС статистика ведеться з прив'язкою до пронумерованих ділянок місцевості, властивості яких цілком відповідають визначенню геотаксону, що дозволяє розглядати геотаксони в ГІС як однорідні пронумеровані ділянки місцевості.

Так *геотаксон* g^{A_s} – це статичний в просторі та часі картографічний об'єкт, що знаходиться в межах досліджуваної області простору та є підпростором двовимірного Евклідового простору. Оскільки всі точки $x \in X$, що належать геотаксону g^{A_s} є A_s -нерозрізненими, то геотаксон є зв'язною підмножиною певного класу еквівалентності з множини $X / \mathfrak{R}_X^{A_s}$, причому $x \in g^{A_s} \rightarrow g^{A_s} \subseteq \mathfrak{R}_X^{A_s}(x) \in X / \mathfrak{R}_X^{A_s}$. Клас еквівалентності, до якого належить геотаксон g^{A_s} , $\mathfrak{R}_X^{A_s}(g^{A_s})$. Геотаксони, що належать одному класу еквівалентності, є A_s -нерозрізненими.

Нехай в g^{A_s} задана точка b зі статичними (незмінними в часі) координатами (x_b, y_b) , $b = (x_b, y_b) \in g^{A_s}$.

Назначають точку b *реперною точкою* геотаксону g^{A_s} . Реперна точка визначає координати геотаксону в просторі X .

Кожній точці $c = (x_c, y_c)$ підпростору g^{A_s} шляхом спостереження (вимірювання) можуть бути співставленні однакові значення параметрів з підмножини $A_s \subset A$,

$$\left(\forall g^{A_s} \in G_X^{A_s} \right) \left(\forall c_1, c_2 \in g^{A_s} \right) \left(\forall a \in A_s \right) \left[f(c_1, a) = f(c_2, a) \right] \quad (3.22)$$

множину значень яких називають *описом геотаксону* g^{A_s} . Оскільки реперна точка $b \in g^{A_s}$, то опис геотаксону g^{A_s} можна задати наступним чином:

$$Des_I(g^{A_S}) = \{f(b, a) | a \in A_S\} \quad (3.23)$$

Визначення 3.12. Зв'язний підпростір двовимірного Евклідового простору $g^{A_S} \subset X$, який належить певному класу еквівалентності, утвореного відношенням A_S -нерозрізненості (3.22) на основі підмножини статичних атрибутів A_S , $x \in g^{A_S} \rightarrow g^{A_S} \in \mathfrak{R}_X^{A_S}(x)$, що має реперну точку $b \in g^{A_S}$, яка визначає координати g^{A_S} в X і задає його опис (3.23), називається *геотаксоном*.

У загальному випадку властивість однорідності в (3.22) може розглядатися відносно різних підмножин параметрів стану (варіантів), розбиття простору X на геотаксони для кожного такого варіанту буде різним. Більше того, рівняння (3.22) можна визначити чітко (як відношення еквівалентності) або м'яко (як відношення подібності). В останньому випадку м'яка рівність значень параметрів стану дає можливість «розмивати» кордони геотаксонів.

Визначення 3.13. Для кожного геотаксону g можна побудувати замикання \bar{g} в просторі X . Різниця $\sigma g = \bar{g} - g$ називається межею g .

Межа кожного геотаксону містить вершини (підпростору простору X розмірності 0) і грані (підпростору простору X розмірності 1). Кожна грань має початкову і кінцеву вершини, які визначають її орієнтацію. Кожній грані відповідають максимум 2 геотаксони, розташовані ліворуч і праворуч від неї, з урахуванням напрямку від початкової до кінцевої вершини (рис. 3.17).

На рис. 3.17 відображено множину з трьох геотаксонів g_1 , g_2 и g_3 , що є підпростором двовимірного Евклідового простору. Межі геотаксонів складаються з дванадцяти вершин, які є підпросторами розмірності 0, і чотирнадцяти граней, що є підпросторами розмірності 1. Вершини позначено цифрами 1-12, а межі – буквами $a, b, c, d, e, f, g, h, I, j, k, l$ и m .

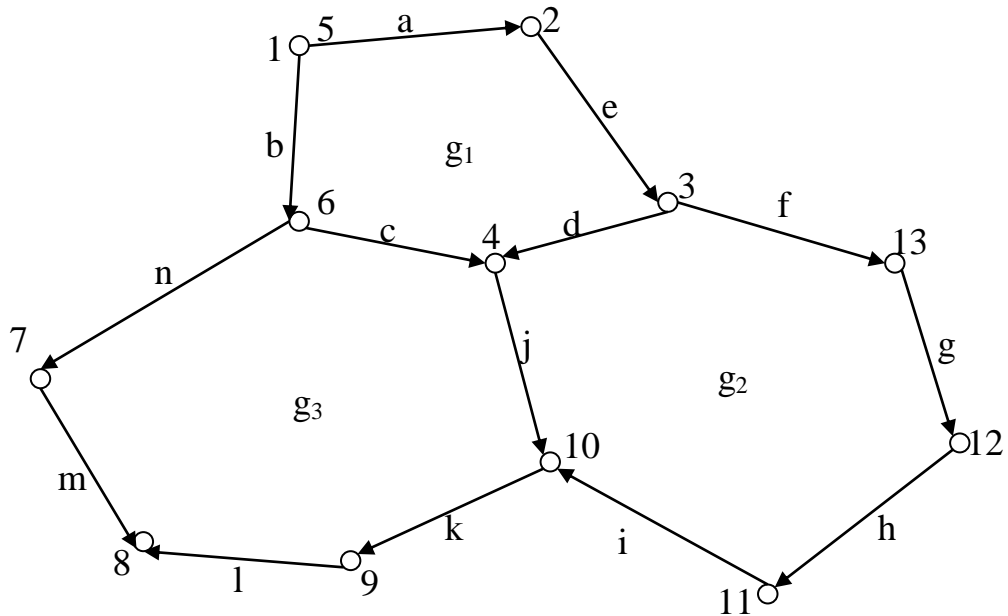


Рис. 2.17 – Набір геотаксонів

Для того, щоб декомпозиція простору X за допомогою множини геотаксонів була топологічним простором, необхідно і достатньо, щоб кожен геотаксон g задовольняв наступним властивостям [163]:

- 1) кожна одномірна грань мала б початкову і кінцеву 0-мірні вершини;
- 2) для кожної одновимірної межі існувало б два суміжних геотаксони, розташовані ліворуч і праворуч;
- 3) кожний двовимірний геотаксон мав би мати замкнуту межу, яка складається з почергових послідовностей вершин і граней;
- 4) до кожної 0-мірної вершині дотикалася б послідовність граней і геотаксонів, які чергуються.
- 4) до кожної 0-мірної вершині дотикалася б послідовність почергових граней і геотаксонів.

Визначення 3.14. Геотаксони g_i и g_j , межі яких σg_1 і σg_2 мають загальні відрізки ненульових довжин, $\sigma g_1 \cap \sigma g_2 \neq \emptyset$, називаються *суміжними*.

В рамках ТС Ξ геотаксони не можуть перекривати або покривати один одного, але можуть стикатися (бути суміжними, дотичними). Властивість

суміжності, яка дозволяє визначити, чи дотичні геотаксони один до одного, відіграє значну роль для опису динаміки ПРХ.

Визначення 3.15. Декомпозиція підпростору X Евклідового простору за допомогою геотаксонів є топологічним простором, при цьому геотаксони є множинами, які попарно не перетинаються:

$(\forall x \in X)(\forall g_i^{A_S}, g_j^{A_S} \in \mathfrak{R}_X^{A_S}(x)) g_i^{A_S} \cap g_j^{A_S} = \emptyset$. Множина геотаксонів є

підпокриттям простору X , оскільки їх диз'юнкте об'єднання збігається з

множиною X : $X = \bigcup_{(X/\mathfrak{R}_X^{A_S})_i \in X/\mathfrak{R}_X^{A_S}} \bigcup_{g^{A_S} \in (X/\mathfrak{R}_X^{A_S})_i} g^{A_S}$, де $(X/\mathfrak{R}_X^{A_S})_i$ – i -й клас

еквівалентності, породжений відношенням A_S -нерозрізненості, що складається з множини A_S -нерозрізнених геотаксонів.

Позначають як $G_X^{A_S}$ множину всіх геотаксонів, які отримані розбиттям простору X на класи еквівалентності за допомогою відношення A_S -нерозрізненості і виокремлення зв'язних множин (компонент зв'язності) в кожному класі, як $G_{X_i}^{A_S}$ – підмножину геотаксонів, які належать i -му класу еквівалентності, як $g_{X_{i,j}}^{A_S}$ – j -й геотаксон, що належить $G_{X_i}^{A_S}$. Тоді

$G_X^{A_S} = \bigcup_{i=1}^{|X/\mathfrak{R}_X^{A_S}|} G_{X_i}^{A_S}$, $G_{X_i}^{A_S} = \bigcup_{j=1}^{n_i} g_{X_{i,j}}^{A_S}$, де n_i – кількість геотаксонів в i -му класі

еквівалентності, $\sum_{i=1}^{|X/\mathfrak{R}_X^{A_S}|} n_i = |G_X^{A_S}|$.

Нехай $Def(G_X^{A_S})$ – сімейство всіх композиційних множин, отриманих з множини геотаксонів $G_X^{A_S}$, включно з порожньою множиною \emptyset і універсальну множину X .

Визначення 3.16. Декомпозиція підпростору X Евклідового простору за допомогою геотаксонів формує топологічний простір:

$$T_{G_X}^{A_S} = (X, Def(G_X^{A_S})) \quad (3.24)$$

накладений на топологічний простір $T_X^{A_S}$. При цьому геотаксони є множинами, які попарно не перетинаються і є компонентами зв'язності простору $T_X^{A_S}$, а їх диз'юнктне об'єднання співпадає з множиною X , тобто є його підпокриттям:

$$\forall i \neq j, \quad g_i \cap g_j = \emptyset, \quad X = \bigcup_{g_i \in G_X^{A_S}} g_i. \quad \text{Так топологічний простір } T_{G_X}^{A_S}$$

формується на основі $T_X^{A_S}$ шляхом розбиття кожного класу еквівалентності, виведеного відношенням A_S -нерозрізненості в множині X , на компоненти зв'язності (геотаксони).

Сукупність геотаксонів G утворює другий пласт просторової моделі, який знаходиться над пластом комірок C . Оскільки обидва пласти суміщені в єдиній системі координат (α_1, α_2) (точніше – накладені один на одний з суміщенням точки відліку координат), кожний геотаксон $g_k \in G$ апроксимується множиною комірок $\{c_{km}\}_{m=0}^s \in C$, таких що $\forall m \{c_{km}\} \in g_k$, потужністю $n_m = |\{c_{km}\}|$. Апроксимація здійснюється за допомогою лінійного бієктивного ізометричного відображення:

$$f_C: G \rightarrow C \quad (3.25)$$

Функція f_C дозволяє для кожного геотаксону g_i визначити множину C_i апроксимуючих комірок. Вважається, що комірка належить множині апроксимації геотаксону в тому випадку, якщо її центр належить геотаксону.

$$\begin{aligned} (\forall g_i \in G) f_C(g_i) = C_i, \quad C_i \subset C \\ (\forall c \in C) c \in C_i \Leftrightarrow c \in g_i \Leftrightarrow O_c \in g_i \end{aligned} \quad (3.26)$$

Тож територіальна система Ξ є статичною складовою просторової моделі Ω , яка є областю значень лінійного відображення f_G множини комірок C на множину геотаксонів $G = \{g_j\}_{j=1}^r$ потужності r в просторі X :

$$\Xi = \langle f_G, C, G \rangle \quad (3.27)$$

Визначають також функцію, зворотню функції f_G , яка для кожної комірки визначає геотаксон, якому вона належить (рис. 2.18):

$$f_G: C \rightarrow G \quad (3.28)$$

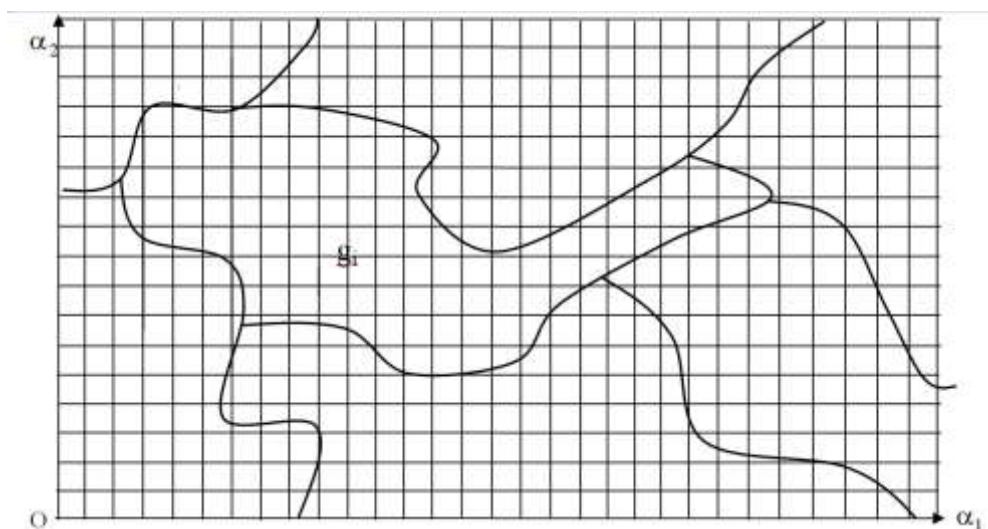


Рис. 2.18 – Побудова територіальної екосистеми Ξ

Визначення 2.17. Комірка $c_m \in C$ є складовою для геотаксону $g_k \in G$ в ТС Ξ , якщо і тільки якщо задане в Ξ відображення f однозначно відображає c_m в g_k :

$$f_G: c_m \rightarrow g_k \quad (3.29)$$

Визначення 3.18. Геотаксон $g_k \in G$ включає множину комірок $C_k \in C$ в ТС Ξ , якщо і тільки якщо всі елементи даної множини $c \in C_k$ є складовими для g_k :

$$\forall c \in C_k, f_G : c \rightarrow g_k \quad (3.30)$$

Побудова топологічного простору геотаксонів на рівні комірок представляє особливий інтерес. При цьому комірки узагальнюються до точок топологічного простору, їх множина стає носієм топології, а нескінченна кількість рядків інформаційної таблиці (3.11) стає кінцевою.

Геотаксони в множині комірок породжуються відношенням A_S -нерозрізненості. Якщо відношення A_S -нерозрізненості в множині точок $x \in X$ породжує статичні класи еквівалентності, на основі яких будується топологічний простір $T_X^{A_S}$, компонентами зв'язності якого є геотаксони, то відношення A_S -нерозрізненості в множині комірок C також породжує статичні класи еквівалентності. В результаті формується топологічний простір

$$T_C^{A_S} = (C, Def(apr_C^{A_S})) \quad (3.31)$$

Носієм топології при цьому є кінцева множина комірок C , а не нескінченна множина точок X . Нехай $G_C^{A_S}$ – множина геотаксонів, апроксимованих комірками, $(G_C^{A_S})_i$ – множина геотаксонів, апроксимованих комірками, які належать до i -го класу еквівалентності, породженому відношенням A_S -нерозрізненості в множині комірок. Тоді:

$$\begin{aligned} v(G_X^{A_S}) &= G_C^{A_S}, \\ v((G_X^{A_S})_i) &= (G_C^{A_S})_i \end{aligned} \quad (3.32)$$

Нехай $Def(G_C^{A_S})$ – сімейство всіх композиційних множин, отриманих з множини геотаксонів $G_C^{A_S}$, апроксимованих комірками, включно і порожню множину \emptyset .

Визначення 3.19. Декомпозиція підпростору апроксимації C простору X за допомогою геотаксонів, апроксимованих комірками, є топологічним простором, що відображає ТС як статичну складову просторової моделі ПТС:

$$T_{G_C}^{A_S} = (C, Def(G_C^{A_S})) \quad (3.33)$$

накладеним на топологічний простір $T_C^{A_S}$.

3.4.4 Рівень динаміки процесу руйнівного характеру в екосистемі

Під час ПРХ значення параметрів підмножини A_D вразливих комірок, охоплених процесом, динамічно змінюються. Відношення A_D -нерозрізненості на множині комірок породжує динамічні класи еквівалентності, на основі яких будується динамічний топологічний простір $T_C^{A_D}$, динаміка якого визначається поведінкою ПРХ. Цей топологічний простір складається з областей, однорідних відносно ступеня охоплення ПРХ, які мають наступні характеристики: прив'язки до координат простору X ; наочності (області відображають динаміку ПРХ); однорідності з точки зору значень атрибутів з множини A_D ; динамічності з точки зору значень атрибутів з множини A_D .

Для побудови топологічного простору $T_C^{A_D}$ визначають відношення A_D -нерозрізненості в множині комірок:

$$\mathfrak{R}_C^{A_D} = \{(c_1, c_2) \in C \times C \mid \forall a \in A_D, f(c_1, a) = f(c_2, a)\} \quad (3.34)$$

Відношення $\mathfrak{R}_C^{A_D}$ розбиває множину C на сімейство динамічних класів еквівалентності $C / \mathfrak{R}_C^{A_D}$. Клас еквівалентності, який містить c , позначають $\mathfrak{R}_C^{A_D}(c)$. За аналогією з (2.14) отримують простір апроксимації:

$$apr_C^{A_D} = (C, \mathfrak{R}_C^{A_D}) \quad (3.35)$$

При цьому $Def(apr_C^{A_D})$ – сімейство всіх складових множин простору апроксимації (2.35), включно з порожньою множиною \emptyset та універсальну множину C .

Отримуємо топологічний простір, утворений відношенням A_D -нерозрізненості в множині комірок C , що відображає просторову конфігурацію ПРХ в момент часу t :

$$T_C^{A_D}(t) = (C, Def(apr_C^{A_D}(t))) \quad (3.36)$$

Клас еквівалентності $\mathfrak{R}_C^P(c) \in C / \mathfrak{R}_C^P$ в загальному випадку є незв'язним підпростором простору X , який складається з непустих відкритих непересічних множин.

Відношення $(A_S \cup A_D)$ - нерозрізненості також створює динамічні класи еквівалентності, на основі яких формується топологічний простір в результаті накладення двох топологічних просторів: $T_C^{A_S}$ і $T_C^{A_D}$. Отже для будь-якої комірки c , що знаходиться в умовах ПРХ, тобто характеризується динамічними параметрами з підмножини A_D , існує рівність:

$$(\forall c \in C) \mathfrak{R}_C^{A_S \cup A_D}(c) = \mathfrak{R}_C^{A_S}(c) \cap \mathfrak{R}_C^{A_D}(c) \quad (3.37)$$

3.4.5 Верхній рівень просторової моделі екосистеми: зони

Вимірювані характеристики певної точки – атрибутивні параметри – використовуються для вирішення задач моделювання процесів в ПТС. Крім цього, існують задачі діагностики ситуації, які вимагають розрахунку певних оцінок на основі значень параметрів, таких, як: загрози, ризику. Оцінки є визначеними функціями від параметрів. При вирішенні задачі діагностики ситуації в ПТС в умовах ПРХ необхідно визначити просторові зони, однорідні щодо таких оцінок. На відміну від геотаксонів, ці зони не обов'язково повинні бути зв'язними. В умовах ПРХ зони динамічно змінюються в залежності від динаміки області, зайнятої ПРХ.

Зони мають наступні характеристики: прив'язки до координат простору X ; наочності (зони дозволяють здійснювати діагностику ситуації); однорідності

відносно значень оцінок значень атрибутів; динамічності відносно оцінок параметрів; порівнянності (описи зон повинні дозволяти здійснювати їх адекватне порівняння).

Множину оцінок позначають $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_k\}$, V_q – область значень оцінки $q \in Q$. Для кожної оцінки $q \in Q$ існує функція:

$$f_q : \left| \prod_{a \in A} V_a \rightarrow V_q \right. \quad (3.38)$$

яка повертає значення оцінки $q \in Q$ в залежності від значень атрибутивних параметрів $a \in A$.

Значення оцінки q для комірки c можна визначити наступним чином:

$$v_q(c) = f_q(f(c, a_1), \dots, f(c, a_m)) \quad (3.39)$$

При вирішенні задач діагностики ситуації в умовах ПРХ необхідно візуально подати зони, однорідні щодо оцінок значень параметрів. Для цього будують відношення нерозрізненості відносно таких оцінок і породжений ним топологічний простір. Враховуючи той факт, що об'єктом мінімального розміру є комірка, топологічний простір будують в множині комірок.

Для будь-якої оцінки $q \in Q$ визначають відношення q -нерозрізненості на множині комірок C :

$$\mathfrak{R}_c^q = \left\{ (c_1, c_2) \in C \times C \mid f_q(f(c_1, a_1), \dots, f(c_1, a_m)) = f_q(f(c_2, a_1), \dots, f(c_2, a_m)) \right\} \quad (3.40)$$

Клас еквівалентності, який містить c , позначають $\mathfrak{R}_c^q(c)$. За аналогією з (3.35) отримують простір апроксимації:

$$apr_c^q = (C, \mathfrak{R}_c^q) \quad (3.41)$$

При цьому $Def(apr_c^q)$ – сімейство всіх складових множин простору апроксимації, включаючи порожню множину \emptyset та універсальну множину C .

Отримують динамічний топологічний простір, створений відношенням q -нерозрізненості на множині C :

$$T_C^q(t) = (C, Def(apr_C^q(t))) \quad (3.42)$$

Клас еквівалентності $\mathfrak{R}_C^q(c) \in C / \mathfrak{R}_C^q$ в загальному випадку є незв'язним підпростором простору X , що складається з непустих відкритих непересічних множин.

3.4.6 Побудова просторової моделі природно-техногенної системи

Просторова модель ПТС містить сукупність топологічних просторів, суміщених в єдиній системі координат з єдиним носієм (базою: множиною комірок C) та може бути представлена у вигляді багат шарового топологічного простору, що представляє собою накладення складових топологічних просторів:

$$T = (C, \{Def(apr_C)\}) \Big|_{apr_C \in \{apr_C^{w_s}, apr_C^{w_D}, apr_C^q\}} \quad (3.43)$$

де $Def(apr_C)$ – сімейства композиційних множин, породжених відношеннями w_s -, w_D - і q -нерозрізненості, кожне з яких формує окремий шар просторової моделі.

В таблиці 3.1 відображено властивості топологічних просторів, які є складовими просторової моделі ПТС.

На рис. 3.19 відображено основні пласти просторової моделі ПТС. Нижні статичні (відносно простору) пласти комірок і геотаксонів відповідають стабільному стану ПТС в умовах інерційного впливу ЗС. Верхні динамічні пласти областей, охоплених ПРХ і зон оцінок відповідають збуреному стану ПТС в умовах збурюючого впливу ЗС, проявом якого є ПРХ.

3.4.7 Розмивання топологічної моделі екосистеми

Топологічні простори, що описані вище, відрізняються суворими межами складових областей, проте в реальності, внаслідок невизначеності і неточності доступної інформації, сувору топологічну модель побудувати неможливо, тому доцільно розмити топологію, апроксимуючи значення атрибутів за допомогою наближених або нечітких множин.

Відношення нерозрізненості $\mathfrak{R}_C^{A_i}$ або \mathfrak{R}_C^q , де $A_i \in A$, $q \in Q$, яке створює відповідно просторові регіони або зони, в наближеній моделі може бути узагальнено за допомогою використання відношення толерантності $\hat{\mathfrak{R}}_C^{A_i}$ ($\hat{\mathfrak{R}}_C^q$) замість відношення еквівалентності (нерозрізненості), внаслідок чого можливо отримати наближені простори апроксимації [75]

$$a\hat{p}r_C^{A_i} = (C, \hat{\mathfrak{R}}_C^{A_i}), \quad (3.44)$$

$$a\hat{p}r_C^q = (C, \hat{\mathfrak{R}}_C^q), \quad (3.45)$$

та відповідні наближені топологічні простори:

$$\hat{T}_C^{A_i} = (C, Def(a\hat{p}r_C^{A_i})), \quad (3.46)$$

$$\hat{T}_C^q = (C, Def(a\hat{p}r_C^q)) \quad (3.47)$$

Нечітка модель може бути побудована шляхом узагальнення відношення нерозрізненості $\mathfrak{R}_C^{A_i}$ (\mathfrak{R}_C^q) за допомогою відношення подібності $\tilde{\mathfrak{R}}_C^{A_i}$ ($\tilde{\mathfrak{R}}_C^q$), за допомогою чого можливо отримати нечіткий простір апроксимації:

$$a\tilde{p}r_C^{A_i} = (C, \tilde{\mathfrak{R}}_C^{A_i}), \quad (3.48)$$

$$a\tilde{p}r_C^q = (C, \tilde{\mathfrak{R}}_C^q), \quad (3.49)$$

та відповідні нечіткі топологічні простори:

$$\tilde{T}_C^{A_i} = (C, Def(a\tilde{p}r_C^{A_i})), \quad (3.50)$$

$$\tilde{T}_C^q = (C, Def(a\tilde{p}r_C^q)) \quad (3.51)$$

Наведені узагальнення призводять до розмивання просторових областей і зон. Оскільки відношення нерозрізненості можуть залежати від зміни певних атрибутів в часі, то отримана топологічна модель стає не тільки розмитою, але й динамічною (рис. 3.20).

Таблиця 3.1 – Властивості топологічних просторів

Топологічний простір	Основа формування	Властивості	Використовується для рішення задач
Комірки	Дискретизація простору	динамічне (значення динамічних атрибутів змінюються відносно часу), статичне відносно простору, елементи кожного класу еквівалентності однорідні відносно множини атрибутів $A = A_S \cup A_D$	Моделювання, діагностики
Геотаксоном	Відношення A_S -нерозрізненості	статичне відносно часу, статичне відносно простору, елементи кожного класу еквівалентності однорідні відносно множини атрибутів A_S	Моделювання, діагностики
ПРХ	Відношення A_D -нерозрізненості	динамічне відносно часу, динамічне відносно простору, елементи кожного класу еквівалентності однорідні відносно множини атрибутів A_D	Моделювання, діагностики
Оціночні зони	Відношення q -нерозрізненості	динамічне відносно часу, динамічне відносно простору, елементи кожного класу еквівалентності однорідні відносно значення оцінки q	Діагностики

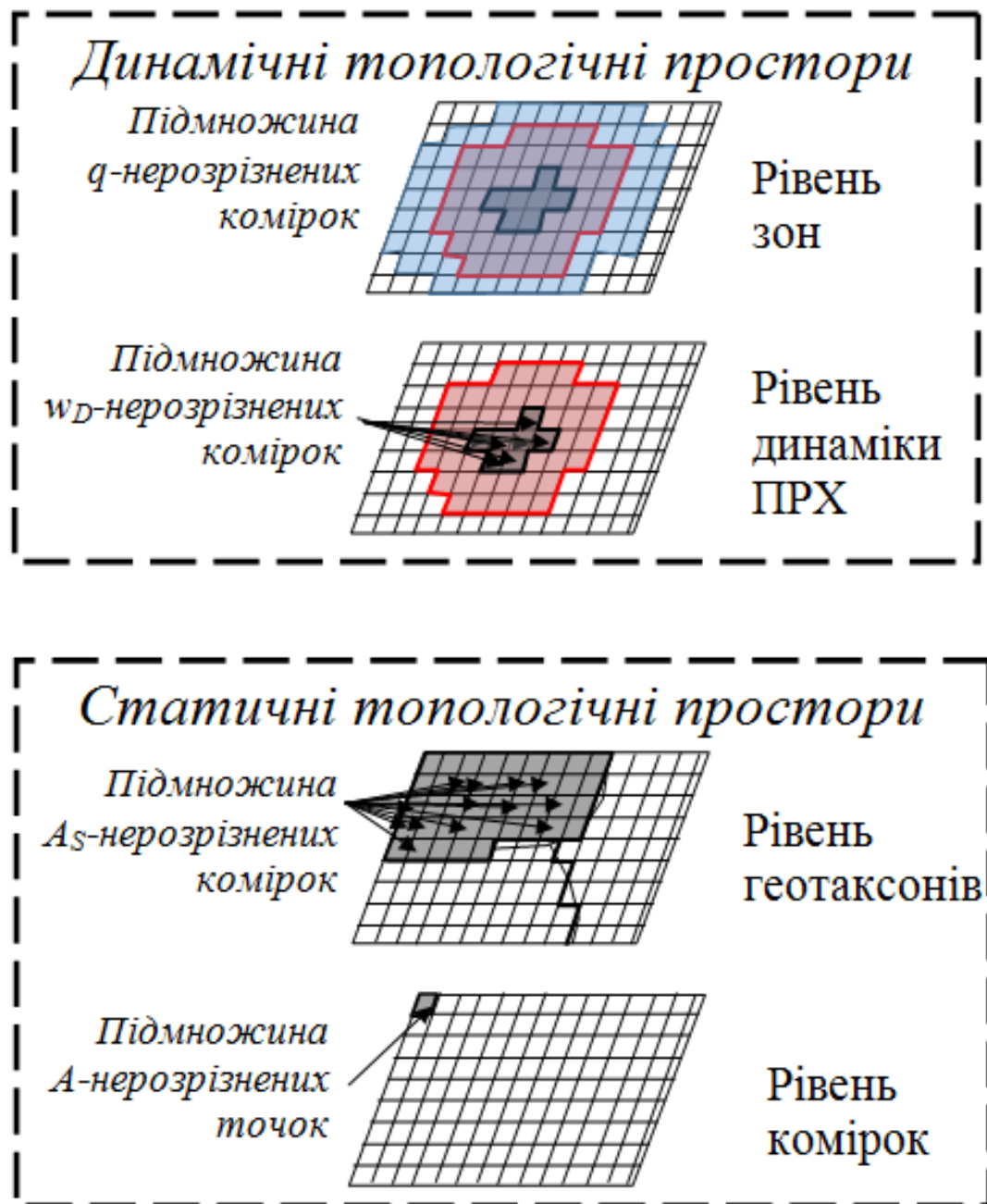


Рис. 2.19 – Просторова модель екосистеми

Наступним етапом досліджень є ідентифікація екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

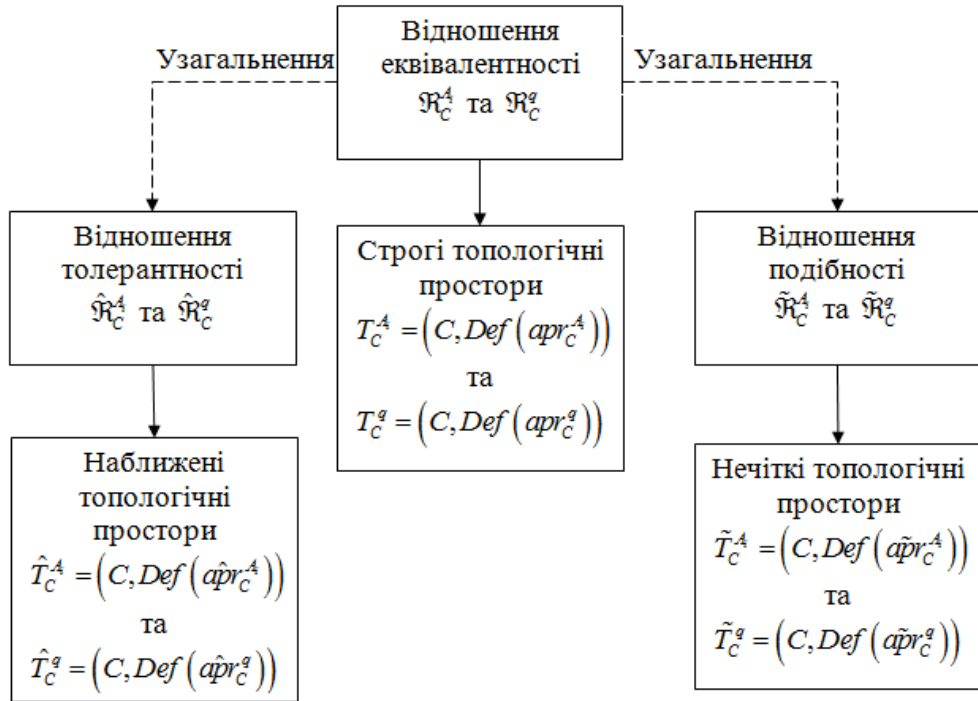


Рис. 2.20 – Розмивання топологічних просторів

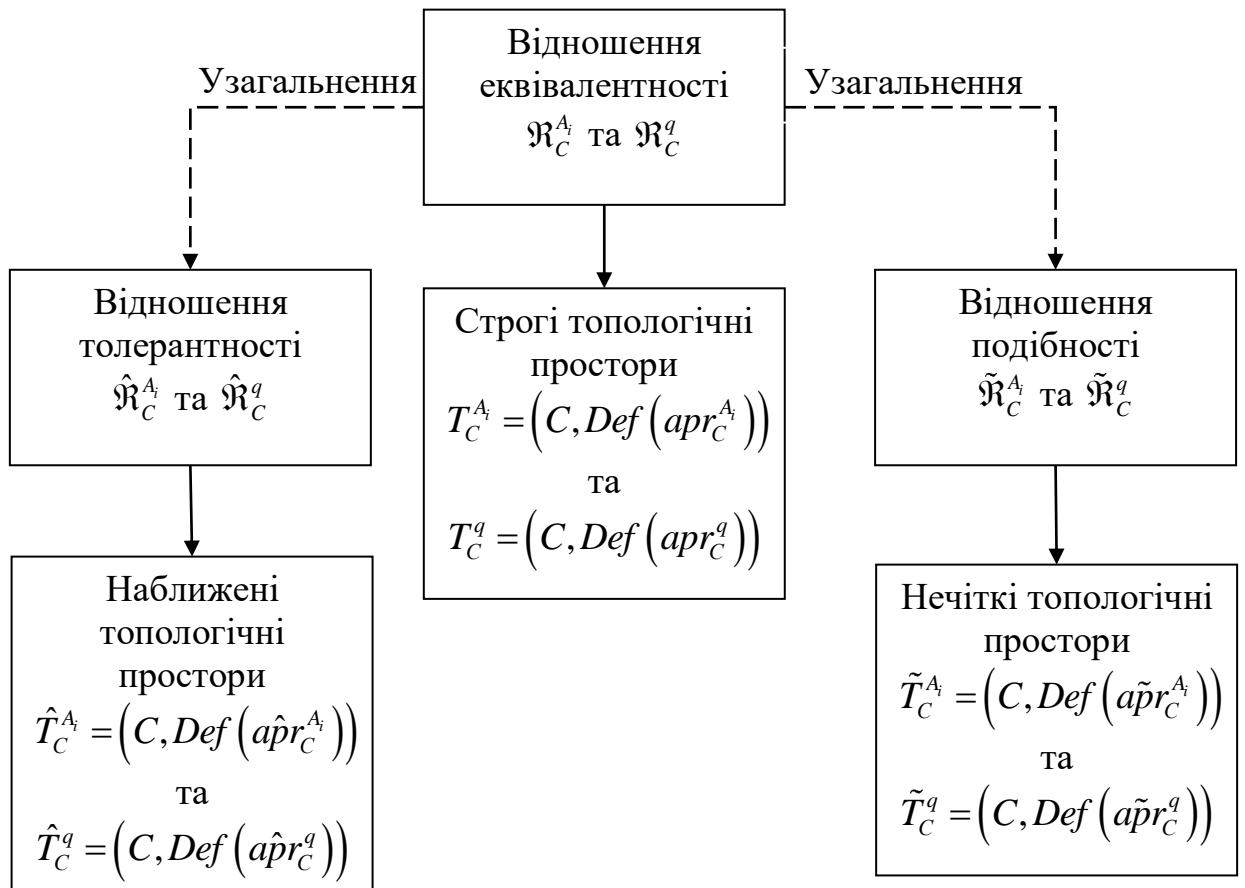


Рис 2.20 – Розмивання топологічних просторів

Висновки до розділу 3

1. 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.

2. Розроблена концепція екологічного ризику, яка 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.

3. Сформований підхід, на відміну від існуючих концепцій ризику, дозволяє описувати динаміку екологічного ризику, в системах підтримки прийняття управлінських екологічних рішень системах реального часу.

4. 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.

5. 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.

6. 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 відобразити різнорідну динамічну просторово-прив'язану інформацію.

7. Визначено, що внаслідок неможливості побудови строгих 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.

РОЗДІЛ 4

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ ТА РИЗИКІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Задача ідентифікації екологічних загроз та ризиків пов'язана з необхідністю прийняття рішень щодо локалізації та протидії надзвичайним екологічним ситуаціям, при цьому приймається, що надзвичайна екологічна ситуація вже виникла і спостерігається.

Ідентифікація екологічних загроз є процес аналізу спостережуваних або обчислюваних параметрів екосистеми з метою подальшого прийняття рішень щодо протидії та ліквідації надзвичайної екологічної ситуації [169].

В даному розділі вводяться додаткові об'єкти, які можуть представляти цінність для людини і щодо яких необхідно вирішувати задачі підтримки прийняття рішень – екологічні об'єкти (ЕО). Це об'єкти інфраструктури, дороги, будівлі тощо, що є складовою частиною ПТС і будуються за допомогою відношення нерозрізненості на основі оцінки цінності.

Передбачається, що ОПР зазвичай вирішують завдання ідентифікації екологічних загроз та ризиків на основі оцінок небезпеки, загрози або ризику того, що ті чи інші ЕО понесуть збитки від надзвичайних екологічних ситуацій. На основі таких оцінок область розгляду підрозділяється на просторові зони, які дискретизуються відповідними комітками. Зони в множині комірок будуються за допомогою відношення нерозрізненості на основі оцінок небезпеки, загрози і ризику для ЕО і складають верхній рівень в розробленій просторовій моделі.

Отож пошарова структура просторової моделі ПТС в умовах ПРХ, введена раніше, доповнюється новим пластом, і в результаті просторова модель буде містити наступні пласти:

- 1) пласт комірок;
- 2) пласт геотаксонів;
- 3) пласт областей, зайнятих ПРХ;

- 4) пласт зон, побудованих виходячи з оцінок небезпеки, загрози і ризику;
- 5) пласт ЕО.

4.1 Розроблення моделі екологічних об'єктів в інтегрованих автоматизованих системах управління екологічною безпекою

Очевидно, що розглянута ПТС є частиною середовища життєдіяльності людини. У зв'язку з цим в межах ПТС існують цільові об'єкти, що вимагають захисту від НСПХ. До таких об'єктів, наприклад, відносяться:

- житлові об'єкти (будівлі і споруди);
- промислові об'єкти (будівлі і споруди);
- об'єкти транспортної інфраструктури (дороги, мости);
- об'єкти енергетичної інфраструктури (трубопроводи, лінії електропередач) тощо.

Об'єкти можуть бути нерухомими (статичними, наприклад, будівлі) та рухомими (динамічними, наприклад, тепловози, автомобілі тощо).

До цільових об'єктів можуть бути віднесені також природні об'єкти, наприклад, ділянки лісу з цінними породами деревини, рідкісні тварини і рослини.

Нехай є множина об'єктів $O = \{o_i\}_{i=1}^{n_o}$ потужності n_o .

Кожний об'єкт $o_i \in O$ відповідно до свого просторового положення і розмірів апроксимується певною множиною $c^{(i)} = \{c_{ij}\}_{j=1}^{n_{c_i}}$ комірок координатної сітки C (рис. 4.1), таких що $\forall j, \forall i, \{c_{ij}\} \in o_i$.

При цьому екологічні об'єкти можуть розглядатися як різновид геотаксонів, сформованих на основі однорідності однієї зі своїх характеристик – цінності. Однак, цінність є динамічною характеристикою, а характеристики

ділянок просторових областей, що використовуються для визначення геотаксонів, носять статичний характер. Крім того, як буде показано далі, цінність має суб'єктивний характер, в той час як характеристики геотаксонів завжди об'єктивні. Отже, в загальному випадку геотаксони і об'єкти – це різні сутності.

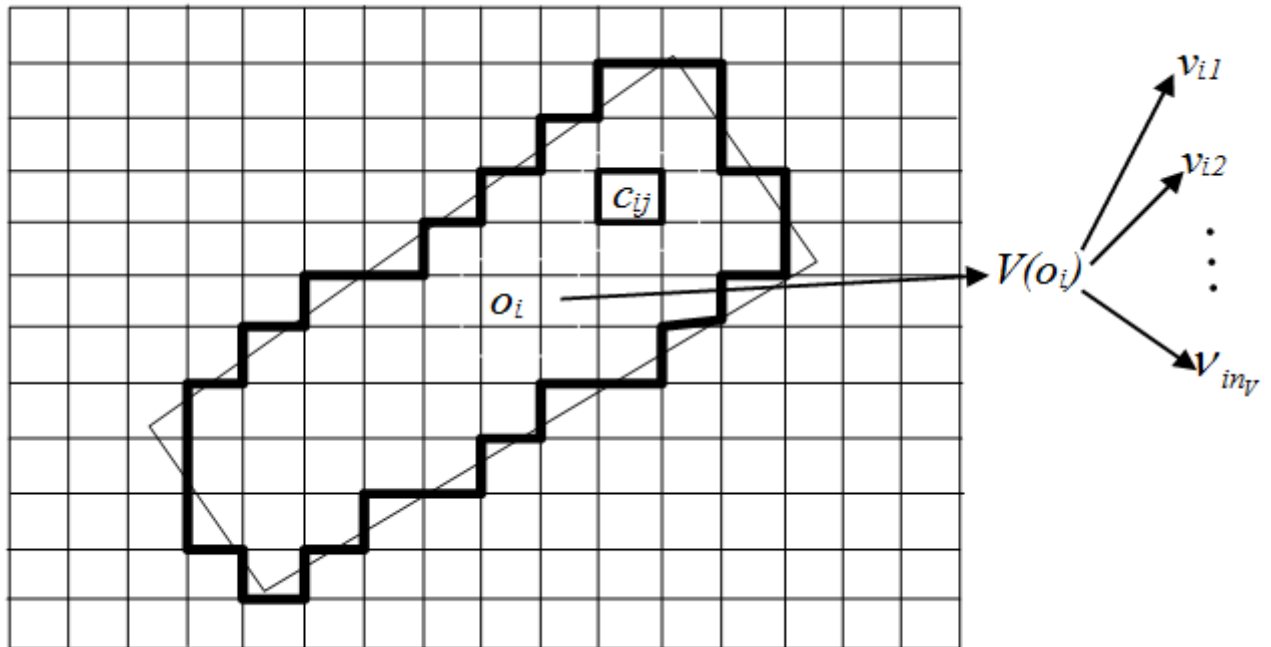


Рис. 4.1 – Дискретизація цільового екологічного об'єкту комірками

Таблиця 4.1 – Порядкова шкала для оцінки цінності

Шкала	Оцінка цінності
z_{k0}	«Нецінний об'єкт»
z_{k1}	«Малоцінний об'єкт»
z_{k2}	«Об'єкт середньої цінності»
z_{k3}	«Цінний об'єкт»
z_{k4}	«Дуже цінний об'єкт»
z_{k5}	«Критично цінний об'єкт»

З огляду викладеного, архітектуру територіальної системи (ТС) необхідно доповнити пластом, що представляє фізичне розташування об'єктів. Об'єкти можуть мати різне призначення в середовищі життєдіяльності людини, і тому мати для людини і суспільства певну користь.

Наявність корисності об'єкта називають його цінністю. Без оцінки цінності об'єкта та її динаміки під час НСПХ неможливо оцінити ефективність управляючих впливів. Цінність може виражатися в різних аспектах – наприклад, об'єкт може мати економічну, соціальну, історичну або культурну цінність, але частіше за все конкретний об'єкт середовища життєдіяльності має сукупну цінність за різними аспектами.

Отже, множину об'єктів позначають $O = \{o_i\}_{i=1}^{n_o}$. Визначають множину категорій цінності $V = \{V_k\}_{k=1}^{n_v}$, при цьому кожному з категорій V_i асоційовано з певним аспектом корисності екологічного об'єкта.

Введуть кількісний показник v_k оцінки цінності екологічного об'єкта за певним аспектом (категорією) V_k . Тоді об'єкт $o_i \in O$ може розглядатися з погляду володіння (одночасно) певною множиною цінностей різних класів $V(o_i) = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in_v}\}$.

Кожний об'єкт $o_i \in O$ у відповідності зі своїм просторовим положенням і розмірами апроксимується певною множиною $\{c_{ij}\}_{j=1}^{n_{c_i}}$ комірок координатної сітки C (рис. 4.1), таких що $\forall j = 1, \dots, n_{c_i}, \{c_{ij}\} \in o_j$.

Відповідно, архітектура просторової моделі доповнюється пластом, що подає фізичне розташування об'єктів.

Як правило, цінність об'єкта за різними аспектами розгляду для зручності порівняння переводять в грошовий еквівалент. Однак, далеко не завжди цінність об'єктів може виражатися в грошовій формі – наприклад, об'єкти архітектури можуть мати значну історико-культурну цінність, в той час як їх

грошова оцінка може бути досить незначною. У той же час, для забезпечення порівнянності можливий перехід до оцінювання цінності об'єкта в якісній формі шляхом виконання квантифікації значень кількісних показників v_k .

Для виконання квантифікації зіставляють кожній категорії $V_k \in V$ норму $\|V_k\|$. Тоді відносна (тобто по відношенню до інших об'єктів) оцінка цінності об'єкта $o_i \in O$ в категорії $V_k \in V$ може бути виражена як $\tilde{v}_{ik} = \frac{v_{ik}}{\|V_k\|}$. Далі,

визначають множину порядкових шкал $\{Z_k\}_{k=1}^{n_V}$ для кожної категорії цінності k , де $Z_k = \{z_{k0}, z_{k1}, \dots, z_{kn}\}$, з індукованими відносинами часткового порядку \prec_k , такими що $z_{k0} \prec_k z_{k1} \prec_k \dots \prec_k z_{kn}$ (як, наприклад, в таблиці 4.1).

Введуть лінійний нормований простір показників V , такий що $V = \{v_k\}_{k=1}^{n_V}$, $v_k = \{\tilde{v}_{kl}\}_{l=1}^z$. Встановлюють семантичну норму $\|v\|_V$ і визначають відповідні їй метрики $\xi_{V_k}(v_{kl}, v_{km}) = \|v_{kl} - v_{km}\|_V \rightarrow Z_k$, побудувавши функції $P: \tilde{v}_k \rightarrow Z_k$, за допомогою яких кожному показнику v_{ik} зіставляється якісна оцінка v'_{kl} його значення за відповідною шкалою Z_k (рис. 4.2).

Накладають строгий порядок $<_V$ на множину категорій цінності $V = \{V_k\}_{k=1}^{n_V}$, так що $V_1 <_V V_2 <_V \dots <_V V_{n_V}$. Так може бути встановлений пріоритет категорій цінності: якщо $V_i <_V V_j$, категорія V_j має більш високий пріоритет у порівнянні з категорією V_i . Оцінка цінності екологічного об'єкта в цілому може бути отримана в результаті виконання операції згортки оцінок цінності об'єкта за категоріями:

$$V'(o_i) = v'_{i1} \oplus v'_{i2} \oplus \dots \oplus v'_{in_V} \quad (4.1)$$

Оператор згортки у відповідності зі встановленим порядком $<_V$ може бути реалізований через поглинання менш пріоритетної оцінки. Іншим способом визначення цінності об'єкта в цілому може бути зважування виду:

$$V'(o_i) = \sum_{j=1}^{n_V} \alpha_{ij} \cdot v_{ij} \quad (5.3)$$

де α_{ij} – ваговий коефіцієнт для оцінки v_{ij} за категорією V_j , такий що $\sum_{j=1}^{n_V} \alpha_{ij} = 1$.

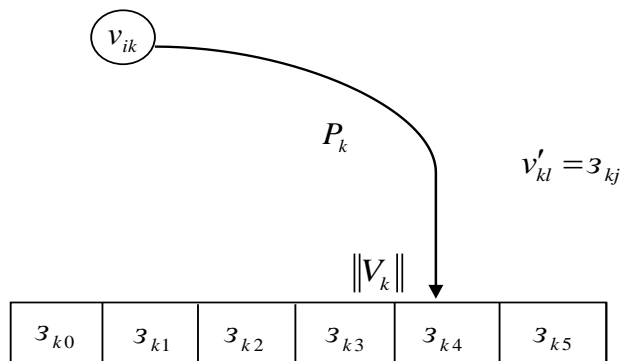


Рис. 5.2 – Отримання якісної оцінки цінності об'єкта за категорією V_k

Таблиця 4.2 – Відповідність оцінки цінності певному кольору в ГІС

Оцінка	Вид об'єкта	Колір
z_0	«Нецінний об'єкт»	
z_1	«Малоцінний об'єкт»	
z_2	«Об'єкт середньої цінності»	
z_3	«Цінний об'єкт»	
z_4	«Дуже цінний об'єкт»	
z_5	«Критично цінний об'єкт»	

$$v'_{im} \oplus v'_{in} = \max(v'_{im}, v'_{in}) = \begin{cases} v'_{im}, & \text{якщо } v'_{in} < v'_{im} \\ v'_{in}, & \text{якщо } v'_{im} < v'_{in} \\ v'_{im}, & \text{якщо } v'_{in} = v'_{im} \text{ і } V_n <_V V_m \\ v'_{in}, & \text{якщо } v'_{in} = v'_{im} \text{ і } V_m <_V V_n \end{cases} \quad (4.2)$$

Іншим способом визначення цінності екологічного об'єкта в цілому може бути зважування виду:

$$V'(o_i) = \sum_{j=1}^{n_v} \alpha_{ij} \cdot v_{ij} \quad (4.3)$$

де α_{ij} - ваговий коефіцієнт для оцінки v_{ij} за категорією V_j , такий що $\sum_{j=1}^{n_v} \alpha_{ij} = 1$.

В даному випадку замість порядку $<_v$ на множині категорій цінності V потрібно задати множину вагових коефіцієнтів $\{\alpha_j\}_{j=1}^{n_v}$ з урахуванням обмеження $\sum_{j=1}^{n_v} \alpha_j = 1$.

Визначають порядкову шкалу $\zeta = \{z_0, z_1, \dots, z_z\}$ на основі відношення часткового порядку Γ_z , таку що $z_0 \Gamma_z z_1 \Gamma_z \dots \Gamma_z z_z$, як у таблиці 4.1.

Тоді на основі семантичної норми $\|v\|_v$ будують функцію $P: v \rightarrow \zeta$, за допомогою якої показнику $V(o_i)$ зіставляється якісна оцінка $V'(o_i)$ його значення за шкалою ζ .

Оскільки будь-який екологічний об'єкт (ЕО) $o_i \in O$ розподілений в ТС Ξ і однозначно апроксимується відповідною йому множиною комірок $c_i = \{c_{ij}\}_{j=1}^w$, цінність об'єкта також повинна розподілятися між сукупністю комірок, що утворюють множину c_i .

Екологічний об'єкт може розглядатися як такий, що має *розподілену* цінність, якщо сукупна цінність об'єкта порівну розподілена між складовими його комірками:

$$V'(d_{ij}) = \frac{V'(o_i)}{|c_i|} \quad (4.4)$$

де $c_{ij} \in c_i$.

Екологічний об'єкт може розглядатися як такий, що має *зосереджену* цінність, якщо сукупна цінність об'єкта міститься в певній (обмеженій)

підмножині комірок $\{c_{bc}\}_b^c \subset c_i$, а всі інші комірки множини c_i вважаються такими, що мають нульову цінність. Отже на основі оцінок цінності різних об'єктів, що містяться в ТС Ξ , може бути отримана множина оцінок цінностей комірок координатної сітки, яка в рамках ГІС представляється п'ятим шаром ТС Ξ , який є агрегованим, в тому сенсі що сукупна цінність кожної з комірок може бути розкладена на оцінки по окремих категоріях, кожна з яких буде своєрідним підпластом.

Відповідність якісної оцінки цінності комірки $V'(d_{ij})$ певному елементу z_i порядкової шкали ζ в ГІС може бути позначена графічно шляхом використання певного кольору фарбовування або штрихування комірки (наприклад, в шестиелементній шкалі табл. 4.2).

Оскільки вплив НСПХ на екологічний об'єкт призводить до зміни його цінності в розрізі певних категорій, усі отримані оцінки цінності є динамічними.

Цінність екологічного об'єкта (а отже, і цінність будь-якої з його складових комірок) в результаті НСПХ може не тільки зменшуватися, але і збільшуватися. Більш того, збільшення оцінки за однією з категорій може відбуватися синхронно зі збільшенням оцінки за іншою категорією. Проте, як правило, виникнення і подальше поширення НСПХ розглядають в контексті саме негативних впливів на цінність об'єктів ТС Ξ , що знижують її оцінку. Відповідно, виникнення ефектів зниження оцінки цінності об'єкта прийнято називати втратами. Для відображення динаміки негативних впливів НСПХ на цінність об'єкта доцільно задати функцію втрат $V_i(t, S, K)$, що враховує відносну зміну оцінки цінності об'єкта за певною категорією V_i в часі t при впливі НСПХ певного класу K з заданою інтенсивністю S . Приклад, графіка (або сімейства графіків) такої функції представлений на рис. 4.3.

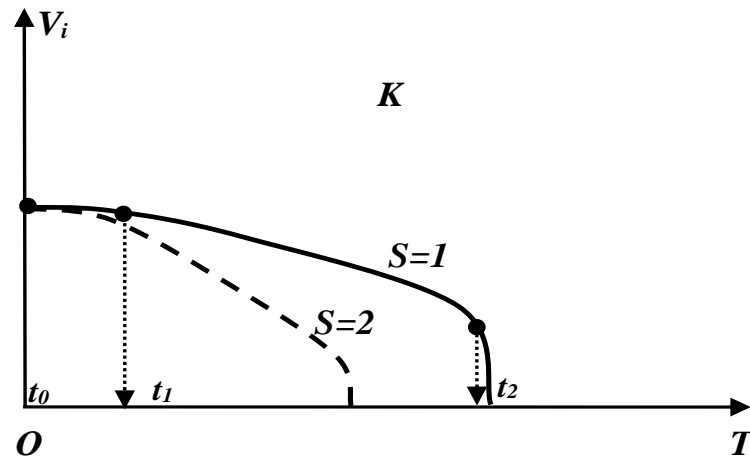


Рис. 4.3 – Графік функцій втрат цінності V_i для різних інтенсивностей впливу НСПХ ($S=1$ і $S=2$)

Таблиця 4.3 – Порядкова шкала для оцінки небезпеки

Шкала	Оцінка небезпеки
$z_{\mu 0}$	«Ділянка, не схильна до небезпеки»
$z_{\mu 1}$	«Ділянка в умовах невеликої небезпеки»
$z_{\mu 2}$	«Ділянка в умовах небезпеки»
$z_{\mu 3}$	«Ділянка в умовах значної небезпеки»
$z_{\mu 4}$	«Ділянка в умовах критичної небезпеки»

На рис. 4.3 показаний результат впливу НСПХ класу K з різною інтенсивністю ($S=1$ і $S=2$) в момент часу t_0 на сукупну цінність об'єкта V_i . Видно, що об'єкт проявляє стійкість до впливу НСПХ на інтервалі часу $[t_0, t_1]$, при цьому оцінка його цінності не змінюється, або змінюється незначно. Далі, на інтервалі часу $[t_1, t_2]$ об'єкт піддається впливу НСПХ, і цінність об'єкта очевидно знижується в результаті такого впливу. І нарешті, в момент часу t_2 об'єкт руйнується, внаслідок чого оцінка його цінності зводиться до нуля.

Реальні об'єкти можуть відрізнятися наявністю і станом на осі T точок t_1 і t_2 , а значить, і протяжністю відрізків стійкості, схильності і руйнування. Крім того, можуть відрізнятися форма і крутизна графіка на відрізку $[t_1, t_2]$.

Очевидно також, що сукупні втрати цінності об'єкта можуть оцінюватися як однакові і в разі тривалого впливу на об'єкт НСПХ з невисокою інтенсивністю, і в разі нетривалого впливу на об'єкт НСПХ з високою інтенсивністю.

Іншим цікавим ефектом може бути збільшення цінності об'єкта за одною певною категорією через деякий (можливо, досить великий) інтервал часу після виникнення НСПХ, що є наслідком зниження цінності об'єкта за іншою категорією, що сталося раніше (після виникнення НСПХ). Такі залежності є прихованими і важко виявляються, однак прогрес в області методів інтелектуального аналізу даних робить їх дослідження дуже перспективним.

Оскільки кожному об'єкту $o_i \in O$ може бути зіставлена множина цінностей різних категорій $V(o_i) = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{inv}\}$, будь-якій категорії $V_k \in V$ потрібно задати сімейство функцій втрат $\{V_k(t, S, K)\}$ для різних класів НСПХ K при різній інтенсивності S , що вимагає використання методів експертної оцінки.

Вважають, що для ОПР може бути встановлено певний *рівень інтересу* z^* , при цьому всі об'єкти, сукупна оцінка цінності яких $\hat{V}(o_i) < z^*$ на момент розгляду t , виключаються з розгляду. У різні моменти часу рівень інтересу може бути встановлений різним в залежності від складності та динаміки розвитку ситуації, числа об'єктів, числа джерел ЧСПХ та інших факторів.

Формалізуємо поняття цільового об'єкта.

Визначення 4.1. *Цільовим екологічним об'єктом* називається екологічний об'єкт $o_i \in O$, який в момент розгляду t має сукупну оцінку цінності $V'(o_i)$, таку що $V'(o_i) \geq z^*$.

Визначення 4.2. Множиною цільових екологічних об'єктів $O^*(t)$ ТС Ξ в момент часу t називається сукупність цільових об'єктів $\{o_i\}_{i=1}^m \in O$, таких що для $\forall o_i \in O$ справедливо $o_i \in O^*(t)$, якщо і тільки якщо $V'(o_i, t) \geq z^*$.

4.2 Якісна оцінка небезпеки надзвичайної екологічної ситуації

Небезпека є однією з компонент ризику. В даному дослідженні запропоновано якісну оцінку ризику на основі аналізу всіх його компонент. Якісна оцінка небезпеки виконується шляхом імплементації граничних норм в шкалу рівнів впливу: мінімальних, порогових, гранично допустимих, критичних та ін.

Для того, щоб отримати можливість порівнювати значення небезпеки виникнення різних класів ПРХ, зіставляють кожному класу K норму $\|M_K\|$ таку, що нормована оцінка небезпеки виникнення ПРХ класу K в джерелі j буде виражена як:

$$\check{\mu}_{jK} = \frac{\mu_{jK}}{\|M_K\|} \quad (4.5)$$

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

Нормовані кількісні значення небезпеки можна перетворити в якісні значення, побудувавши відношення часткового порядку Γ_μ , таке що $z_{\mu 0} \Gamma_\mu z_{\mu 1} \Gamma_\mu \dots \Gamma_\mu z_{\mu z}$, і відповідну рядкову шкалу $C_\mu = \{c_{\mu 0}, c_{\mu 1}, \dots, c_{\mu z}\}$ (табл. 4.3).

Для виконання квантифікації визначають функцію, що реалізує відображення $P_\mu : L \rightarrow C_\mu$, за допомогою якого кількісному нормованому значенню небезпеки $\check{\mu}_{jK}$ потенційного джерела j , що викликана ПРХ класу

K , однозначно зіставляється якісна оцінка $\mu'_{jK} = z_{\mu} \in Z_{\mu}$ відповідно до шкали Z_{μ} .

Кожна j -та ділянка місцевості може бути джерелом більш, ніж одного класу ПРХ. В даному випадку для цієї ділянки місцевості створюється *мультинебезпека*, оцінка якої може бути отримана в результаті виконання операції згортки оцінок небезпеки за окремими класами ПРХ:

$$\mu'_j = \bigoplus_{K=1}^{n_K} \mu'_{jK} \quad (4.6)$$

де μ'_j – загальна якісна оцінка небезпеки для j -ї ділянки місцевості,

μ'_{jK} – якісна оцінка небезпеки для j -ї ділянки місцевості, що викликана ПРХ класу K ,

n_K – кількість класів ПРХ.

Оператор згортки у відповідності зі встановленим порядком Γ_{μ} може бути реалізований через поглинання менш пріоритетної оцінки:

$$\mu'_{jK_1} \oplus \mu'_{jK_2} = \max(\mu'_{jK_1}, \mu'_{jK_2}) = \begin{cases} \mu'_{jK_1}, & \text{якщо } \mu'_{jK_2} \Gamma_{\mu} \mu'_{jK_1} \\ \mu'_{jK_2}, & \text{якщо } \mu'_{jK_1} \Gamma_{\mu} \mu'_{jK_2} \end{cases}$$

Пропонуємо побудувати динамічну карту небезпеки для певної території місцевості, що буде змінюватися в залежності від умов ЗС. До кожної комірки карти c буде прив'язаний набір оцінок небезпеки, що викликані ПРХ різних класів. Нормована оцінка небезпеки для комірки c , викликана ПРХ класу K , за умови, що стан ЗС знаходиться в класі w_E , за аналогією з (4.5):

$$\check{\mu}_K(c) = \frac{f_{\mu}(w_S(c), w_E, K)}{\|M_K\|} \quad (4.7)$$

де $w_S(c)$ – клас умов місцевості, до якого належить комірка c .

При наявності в одній комірці c потенційних джерел ПРХ різних класів буде отримана мультинебезпека в результаті виконання операції згортки оцінок небезпеки за окремими класами ПРХ:

$$\check{\mu}(c) = \bigoplus_{K=1}^{n_K} \check{\mu}_K(c) \quad (4.8)$$

де $\check{\mu}(c)$ – загальна нормована оцінка небезпеки (мультинебезпека) для комірки c ,

$\check{\mu}_K(c)$ – нормована оцінка небезпеки для комірки c , що викликана ПРХ класу K ,

n_K – кількість класів ПРХ.

Нормовану оцінку небезпеки для комірки можна перетворити в якісну оцінку з використанням формули (4.5). При цьому небезпека є однією з компонент ризику, а саме вона характеризує потенційний ризик. Ризик прив'язаний до цінного об'єкта, тому треба знайти спосіб оцінити небезпеку, що викликана ПРХ окремих класів, а також загальну, для ЕО в цілому. Для цього розглядають зону $Z(o)$ навколо ЕО o у вигляді кола з певним радіусом. Потім потрібно виокремити множину комірок $C^*(o)$, що належать даній зоні та мають оцінку небезпеки, більшу за певне критичне значення μ^* : $C^*(o) = \{c : c \in Z(o), \check{\mu}(c) \geq \mu^*\}$.

Комірки з цієї множини будуть брати участь в оцінці небезпеки для екологічного об'єкта o . Чим далі комірка знаходиться від об'єкта o , тим менше її вплив як потенційного джерела на небезпеку ЕО o . Тому вводять для всіх комірок c з множини $C^*(o)$ вагові коефіцієнти $\varpi(c)$, зворотно пропорційні відстані від цих комірок до ЕО o . Тоді небезпека для ЦО o , що є компонентою ризику для цього об'єкта, може бути оцінена за формулою:

$$\check{\mu}(o) = \bigoplus_{c \in C^*(o)} \check{\mu}_K(c) \varpi(c) \quad (4.9)$$

У такий спосіб просторова модель ПТС в стабільному стані описується картою небезпеки, яка кожній комірці зіставляє оцінки небезпеки виникнення ПРХ певного класу та загальні оцінки небезпеки.

Карти небезпеки будуються на основі матриць небезпеки, які відображають оцінки небезпеки для всіх можливих поєднань класів природних умов і ЗС. Карта небезпеки дозволяє реалізувати в ГІС окремий шар, що представляє просторові області з різним рівнем небезпеки.

4.3 Оцінка загроз надзвичайних екологічних ситуацій

Небезпека є складовою ризику, що описує потенційний ризик і дозволяє оцінювати можливість того, що в майбутньому створяться умови для виникнення процесів руйнівного характеру. Оцінка можливості становить значний інтерес для прогнозування можливих ситуацій, пов'язаних з виникненням процесів руйнівного характеру, однак малоінформативна у випадках, коли надзвичайна ситуація вже розвивається, і від ОПР потрібно приймати рішення з локалізації та протидії. Загроза відображає сукупність вже сформованих умов і факторів, які однозначно приведуть до певних втрат.

Як підсумок загроза – це матеріалізована небезпека.

Для оцінки загроз необхідно виявити:

- потенціал загрози, який кількісно або якісно характеризує її рівень;
- час існування (часовий клас) загрози, що кількісно або якісно характеризує часовий відрізок від виникнення нештатної екологічної ситуації до появи в результаті нього втрат;
- конфігурацію зони дії, що характеризує просторовий аспект і визначає межі тієї частини територіальної системи, де проявляється ця загроза.

Отже загрози істотно залежать від інтенсивності процесів руйнівного характеру і мають часовий й просторовий аспекти. Загроза для ЕО буде динамічно змінюватися в результаті динаміки процесів руйнівного характеру. Внаслідок того, що процеси руйнівного характеру представлені як розмитий процес, загроза для ЕО буде також представлена як розмитий процес, вписаний

в процес динаміки нештатної екологічної ситуації. Для виявлення та оцінки загроз може використовуватися принцип нормування, при якому встановлюються гранично допустимі норми інтенсивності і часу існування.

4.3.1 Кількісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації

Кількісна оцінка загрози для ЕО розраховується на основі динаміки процесу руйнівного характеру. При цьому, в кожний момент модельного часу можна будувати розмитий топологічний простір зон загроз на основі розмитого топологічного простору процесу руйнівного характеру, але з рахування фактору, що оцінка загроз здійснюється в реальному часі для діагностики ситуації в умовах ліміту часу, побудова повного топологічного простору не виправдана. Тому в кожний момент часу на основі розмитого топологічного простору, що відображає область, охоплену нештатною екологічною ситуацією, оцінювати розмиту відстань від контуру ПРХ до ЕО і розмите значення часу, за який ПРХ досягне ЕО.

В момент часу t структура ПТС в умовах ПРХ є значенням правдоподібного просторово-розподіленого марківського процесу

$$p(t) = \ddot{\ddot{Y}}_{w_D}(t) = \left\{ (w, \ddot{\ddot{Y}}_{w_D}(w, t)) : w \in W_D \right\} = \bigcup_{w \in W_D} \ddot{\ddot{C}}^w(t), \text{ де } \ddot{\ddot{Y}}_{w_D}(w, t) = \ddot{\ddot{C}}^w(t) -$$

розмита множина комірок, які в момент часу t знаходяться в фазі w , що може бути представлена у вигляді нечіткої, наближеної, нечіткої наближеної, інтервальної нечіткої наближеної множини. М'яка множина відображена на місцевість у вигляді розмитого топологічного простору

$$\ddot{\ddot{T}}_C^{w_D}(t) = (C, \text{Def}(\ddot{\ddot{Y}}_{w_D}(t))).$$

Для оцінки загроз для ЕО з метою діагностики ситуації достатньо виділити три основні фази для опису динаміки комірок в умовах ПРХ: w_0 –

фаза комірки, ще не охопленої ПРХ, w_1 – фаза комірки, в якій відбувається ПРХ, w_2 – фаза комірки, зруйнованої в результаті ПРХ, тобто $W_D = \{w_0, w_1, w_2\}$.

Для оцінки загрози для ЕО o_i від ПРХ F потрібно оцінити час, за який контур ПРХ досягне цього ЕО. Оскільки структура ПТС в умовах ПРХ є розмитою, тобто контур ПРХ є розмитим, то і оцінка часу буде розмитою.

Для оцінки часу спочатку визначають розмиті відстані від розмитого контуру ПРХ до ЕО в момент часу t . Для цього потрібна розмита множина комірок $\ddot{C}^{w_1}(t)$, в яких відбувається ПРХ, тобто які знаходяться в фазі $w_1 \in W_D$,

і множина комірок, якими дискретизовано ЕО $o_i = \bigcup_{j=1}^m c_{ij}$, де m – кількість таких комірок.

Множина комірок $\ddot{C}^{w_1}(t)$, складається з підмножин комірок, які охоплені ПРХ з різною можливістю. Представляють цю множину у вигляді інтервальної нечіткої наближеної множини:

$$\tilde{C}^{Iw_1}(t) = \left\langle \underline{\hat{C}}^{w_1}(t), \overline{\hat{C}}^{w_1}(t), B\tilde{N}D(\hat{C}^{w_1}(t)) \right\rangle \quad (4.10)$$

де $\underline{\hat{C}}^{w_1}(t)$ – нижня апроксимація наближеної множини комірок $\hat{C}^{w_1}(t)$, в яких відбувається надзвичайна екологічна ситуація;

$\overline{\hat{C}}^{w_1}(t)$ – верхня апроксимація наближеної множини комірок $\hat{C}^{w_1}(t)$, в яких відбувається ПРХ;

$B\tilde{N}D(\hat{C}^{w_1}(t))$ – гранична область наближеної множини комірок $\hat{C}^{w_1}(t)$, в яких відбувається ПРХ, у вигляді інтервальної нечіткої множини, яка представляє собою розмитий контур ПРХ.

Для того, щоб представити розмитий контур ПРХ у вигляді інтервальної нечіткої множини, розвивають інтервал правдоподібності $L = 0, \dots, 1$ на інтервали $L = \lambda_1 \cup \dots \cup \lambda_n$, де $\lambda_1 \cap \dots \cap \lambda_n = \emptyset$, та представляють граничну область наближеної множини $BND(\hat{C}^{w_1}(t))$ у вигляді об'єднання підмножин комірок,

правдоподібність належності яких до фази w_1 (охопленість ПРХ) належить до кожного з вище вказаних інтервалів.

Визначають значення правдоподібності $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ відповідно. Тоді правдоподібна множина $B\tilde{N}D(\hat{C}^{w_1}(t))$, що відображує розмитий контур ПРХ, може бути представлена у вигляді:

$$B\tilde{N}D(\hat{C}^{w_1}(t)) = \bigcup_{i=1}^n C^{w_1}(t, \lambda_i) \quad (4.11)$$

де $C^{w_1}(t, \lambda_i)$ – суворя множина комірок, які в момент часу t з знаходяться в фазі w_1 з правдоподібністю, що належить інтервалу λ_i .

Використовуючи метрику, визначають відстані від кожної підмножини комірок $C^{w_1}(t, \lambda_i), i=1, \dots, n$, до ЕО o_i , дискретизованого множиною комірок $o_i = \bigcup_{j=1}^m c_{ij}$. Відстанню між двома множинами комірок вважають мінімальну відстань між парами комірок, що входять в Декартовий добуток цих множин. Відстань між підмножиною комірок $C^{w_1}(t, \lambda_j)$ і ЕО o_i в момент часу t визначають наступним чином:

$$d_{ij}^t(C^{w_1}(t, \lambda_j), o_i) = \min(d(c_m, c_l) | c_m \in C^{w_1}(t, \lambda_j), c_l \in o_i) \quad (4.12)$$

Оскільки d_{ij}^t характеризує відстань між множиною комірок, які охоплені ПРХ з правдоподібністю λ_j , та ЕО o_i , вважають, що правдоподібність цього значення відстані дорівнює λ_j .

Так відстань між розмитим контуром ПРХ та ЕО o_i є правдоподібною величиною, що представляє собою інтервальну нечітку множину:

$$\tilde{d}_i^t = \left\{ \left(d_{ij}^t | \lambda_j \right) \right\}, j=1, \dots, n \quad (4.13)$$

Для оцінки загрози треба оцінити час, за який ПРХ пройде відстань (4.13). Це можна зробити, при відомій швидкості розповсюдження ПРХ v .

У такий спосіб отримують правдоподібну оцінку інтервалу часу у вигляді інтервальної нечіткої множини, який потрібен ПРХ, щоб досягти ЕО o_i :

$$\tilde{t}_i^I = \left\{ \left(\frac{d_{ij}^t}{v} = t_{ij}^t | \lambda_j \right) \right\}, j = 1, \dots, n \quad (4.14)$$

Розмита оцінка часу \tilde{t}_i^I представляє собою розмитий рівень загрози для ЕО $o_i \in O^*$. Для кожного ЕО $o_i \in O^*$ в кожен момент часу t буде визначено рівень загрози, який дозволить виокремити об'єкти, які потребують першочергового захисту (рис. 4.4).

На практиці не завжди є можливість побудувати граничну область інтервальної нечіткої множини комірок, охоплених ПРХ, тому розглядають більш простий випадок, коли множина комірок $\check{C}^{w_1}(t)$ представлена у вигляді наближеної множини:

$$\hat{C}^{w_1}(t) = \left\langle \underline{\hat{C}}^{w_1}(t), \overline{\hat{C}}^{w_1}(t) \right\rangle \quad (4.15)$$

де $\underline{\hat{C}}^{w_1}(t)$ – нижня апроксимація наближеної множини комірок $\hat{C}^{w_1}(t)$, в яких відбувається ПРХ.

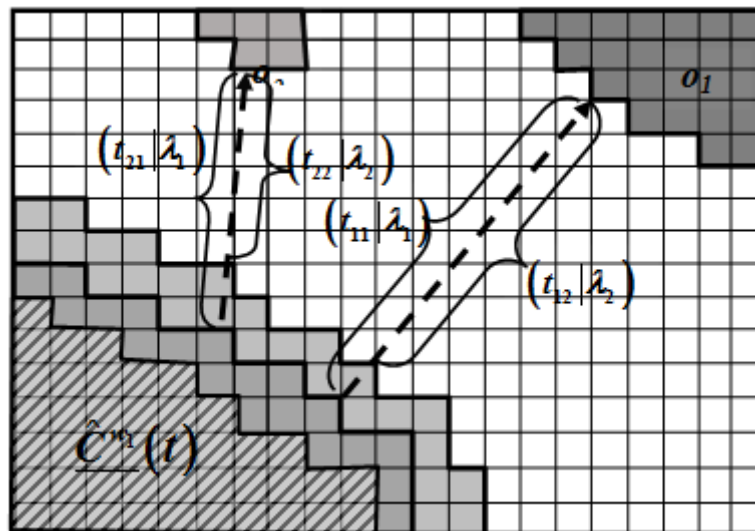


Рис. 4.4 – Оцінка рівня загроз для екологічного об'єкту

Таблица 4.4 – Порядкова шкала для оцінки інтенсивності

Шкала	Оцінка інтенсивності
z_{s0}	«низька інтенсивність»
z_{s1}	«середня інтенсивність»
z_{s2}	«висока інтенсивність»
z_{s3}	«гранично допустима інтенсивність»
z_{s4}	«критична інтенсивність»

$\overline{\hat{C}}^{w_1}(t)$ – верхня апроксимація наближеної множини комірок $\hat{C}^{w_1}(t)$, в яких відбувається ПРХ.

Для цього не треба будувати розмитий контур у вигляді інтервальної нечіткої множини. Використовуючи метрику, визначають відстані від нижньої апроксимації комірок $\underline{\hat{C}}^{w_1}(t)$ та верхньої апроксимації комірок $\overline{\hat{C}}^{w_1}(t)$ до ЕО o_i .

Отож відстань між розмитим контуром ПРХ та ЕО o_i є інтервальною величиною:

$$\hat{d}_i = \left[\underline{\hat{d}}_i, \overline{\hat{d}}_i \right] \quad (4.16)$$

Для оцінки загрози варто оцінити час, за який ПРХ пройде відстань до ЕО. Це можна зробити, знаючи швидкість розповсюдження ПРХ v . У такий спосіб отримують інтервальну оцінку часу, який потрібен ПРХ, щоб дістатися ЕО o_i :

$$\hat{t}_i = \left[\frac{\underline{\hat{d}}_i}{v}, \frac{\overline{\hat{d}}_i}{v} \right] = \left[\underline{\hat{t}}_i, \overline{\hat{t}}_i \right] \quad (4.17)$$

Як підсумок для кожного ЕО $o_i \in O^*$ в кожен момент часу t буде визначений рівень загрози, який дозволить виділити об'єкти, що потребують першочергового захисту.

4.3.2 Якісна оцінка загрози надзвичайної екологічної ситуації

Якісна оцінка загроз виконується шляхом імплементації граничних норм в шкалу рівнів впливу: мінімальних, порогових, гранично допустимих, критичних та ін. Спочатку побують якісну оцінку потенціалу загрози, побудувавши відношення часткового порядку Γ_S , таке що $\mathcal{Z}_{S_0} \Gamma_S \mathcal{Z}_{S_1} \Gamma_S \dots \Gamma_S \mathcal{Z}_{S_z}$, і відповідну рядкову шкалу $\mathcal{Z}_S = \{\mathcal{Z}_{S_0}, \mathcal{Z}_{S_1}, \dots, \mathcal{Z}_{S_z}\}$ (табл. 4.4).

Для того, щоб отримати можливість порівнювати значення інтенсивності різних класів ПРХ, зіставляють кожному класу K норму $\|S_K\|$ таку, що нормована оцінка інтенсивності ПРХ F класу K буде виражена так:

$$\check{S}_F = \frac{S_F}{\|S_K\|} \quad (4.18)$$

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

Для виконання квантифікації визначають функцію, що реалізує відображення $P_S: \check{S} \rightarrow \mathcal{Z}_S$, за допомогою якого кількісному нормованому значенню інтенсивності НСПХ \check{S}_F однозначно зіставляється якісна оцінка $\hat{S} = \mathcal{Z}_{S_i}$ відповідно до шкали \mathcal{Z}_S .

Для того, щоб отримати якісну оцінку рівня загрози, для кожного класу надзвичайної екологічної ситуації K встановлюють множину граничних норм (граничні значення часу, який необхідний для того, щоб контур ПРХ досяг ЕО)

$$\mathbf{y}_K = \{\mathbf{y}_{K_i}\}_{i=1}^h \quad (\text{Табл. 4.5}).$$

Введуть на T метрику ξ_T , таку що $\forall t_i, t_j, t_k \in T$:

$$\text{а) } \xi_T(t_i, t_j) = 0 \Leftrightarrow t_i = t_j;$$

$$\text{б) } \xi_T(t_i, t_j) = \xi_T(t_j, t_i);$$

$$в) \xi_T(t_i, t_k) \gg \xi_T(t_i, t_j) + \xi_T(t_j, t_k), \text{ і } \|t_i - t_j\|_T \rightarrow \infty.$$

Використовують метрику ξ_T для порівняння часових оцінок. Для запропонованої в табл. 4.5 множини граничних норм побудують множину класів загроз (рис. 4.5).

Таблиця 4.5 – Порядкова шкала для оцінки рівню загрози

Шкала	Оцінка рівня загрози
∞_0	«відсутність загрози»
∞_1	«слабка загроза»
∞_2	«висока загроза»
∞_3	«критична загроза»

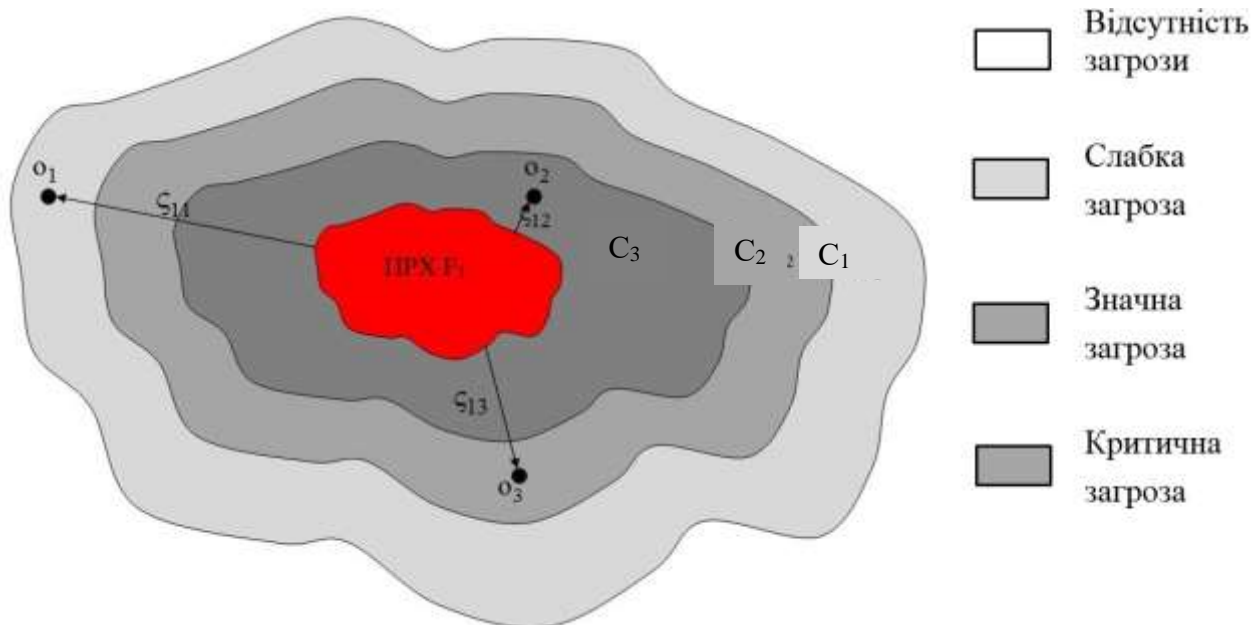


Рис. 4.5 – Класи загроз надзвичайної екологічної ситуації

Для кожного ЕО $o_i \in O^*$ можна оцінити розмитий час, за який розмитий контур ПРХ F досягне цього об'єкта: оцінка часу за формулою (4.14) буде інтервальною нечіткою величиною $\tilde{t}_{o_i F}^I$, за формулою (4.17) – інтервальною величиною $\hat{t}_{o_i F}$. Вважають оцінку часу інтервальною величиною.

Клас загрози для ЕО визначають на основі нижньої границі інтервалу часу $\hat{t}_{o_i F}$ за табл. 4.5.

Тоді вважають, що всі ЕО $o_i \in O^*$, для яких справедливо $\hat{t}_{o_i F} \leq \gamma_3$, знаходяться в стані *критичної загрози* від ПРХ F і вимагають негайного втручання ОПР з метою протидії.

Відповідно, всі ЕО $o_i \in O^*$, для яких справедливо $\gamma_3 \geq \hat{t}_{o_i F} \geq \gamma_2$, знаходяться в стані *підвищеної загрози*, і вимагають виконання захисних заходів.

Далі, всі ЕО $o_i \in O^*$, для яких справедливо $\gamma_2 \geq \hat{t}_{o_i F} \geq \gamma$, знаходяться в стані *загрози*, і вимагають здійснення ОПР моніторингу ситуації для подальшої оцінки загрози.

ЕО $o_i \in O^*$, для яких справедливо $\gamma \geq \hat{t}_{o_i F} \geq \gamma_0$, знаходяться в стані *слабкої загрози*, і при наявності об'єктів з великим рівнем загрози не вимагають підвищеної уваги від ОПР.

Ті екологічні об'єкти $o_i \in O^*$, для яких справедливо $\hat{t}_{o_i F} < \gamma_0$, не знаходяться під загрозою на момент оцінки і тому можуть бути виключені з розгляду ОПР.

Отже можна розбити множину ЕО O^* на:

– множину комірок O^{*0} , які не знаходяться під загрозою:

$$(\forall o_i) o_i \in O^{*0} \leftrightarrow \hat{t}_{o_i F} > \gamma_0,$$

– множину комірок O^{*1} , які знаходяться під слабкою загрозою:

$$(\forall o_i) o_i \in O^{*1} \leftrightarrow \gamma \leq \hat{t}_{o_i F} \leq \gamma_0,$$

– множину комірок O^{*2} , які знаходяться під загрозою:

$$(\forall o_i) o_i \in O^{*2} \leftrightarrow \gamma_2 \leq \hat{t}_{o_i F} \leq \gamma,$$

– множину комірок O^{*3} , які знаходяться під підвищеною загрозою:

$$(\forall o_i) o_i \in O^{*3} \leftrightarrow \text{ю}_3 \leq \underline{\hat{t}}_{o_i F} \leq \text{ю}_2,$$

– множину комірок O^{*4} , які знаходяться під критичною загрозою:

$$(\forall o_i) o_i \in O^{*4} \leftrightarrow \underline{\hat{t}}_{o_i F} \leq \text{ю}_3.$$

Очевидно, що $O^{*0} \cup O^{*1} \cup O^{*2} \cup O^{*3} \cup O^{*4} = O^*$.

За аналогією з ЕО, можна розбити універсум комірок $c_m \in C$ на класи, що описуються різним рівнем загрози:

– множину комірок C^0 , які не знаходяться під загрозою:

$$(\forall c_m) c_m \in C^0 \leftrightarrow \underline{\hat{t}}_{mF} > \text{ю}_0,$$

– множину комірок C^1 , які знаходяться під слабкою загрозою:

$$(\forall c_m) c_m \in C^1 \leftrightarrow \text{ю}_1 \leq \underline{\hat{t}}_{mF} \leq \text{ю}_0,$$

– множину комірок C^2 , які знаходяться під загрозою:

$$(\forall c_m) c_m \in C^2 \leftrightarrow \text{ю}_2 \leq \underline{\hat{t}}_{mF} \leq \text{ю}_1,$$

– множину комірок C^3 , які знаходяться під підвищеною загрозою:

$$(\forall c_m) c_m \in C^3 \leftrightarrow \text{ю}_3 \leq \underline{\hat{t}}_{mF} \leq \text{ю}_2,$$

– множину комірок C^4 , які знаходяться під критичною загрозою:

$$(\forall c_m) c_m \in C^4 \leftrightarrow \underline{\hat{t}}_{mF} \leq \text{ю}_3.$$

Очевидно, що $C^0 \cup C^1 \cup C^2 \cup C^3 \cup C^4 = C$.

Розбиття множини комірок на класи за різним рівнем загрози дозволяє реалізувати в ГІС окремий шар, що представляє просторові області, відповідні множинам C^4 , C^3 , C^2 , C^1 і C^0 (рис. 4.6).

На підставі інтервальної оцінки часу $\hat{t}_{mF} = \left[\underline{\hat{t}}_{mF}, \overline{\hat{t}}_{mF} \right]$ досягнення НСПХ F комірки c_m , може бути отримана нормована інтервальна оцінка рівня загрози $\hat{\xi}_{c_m F}$ для даної комірки [138]:

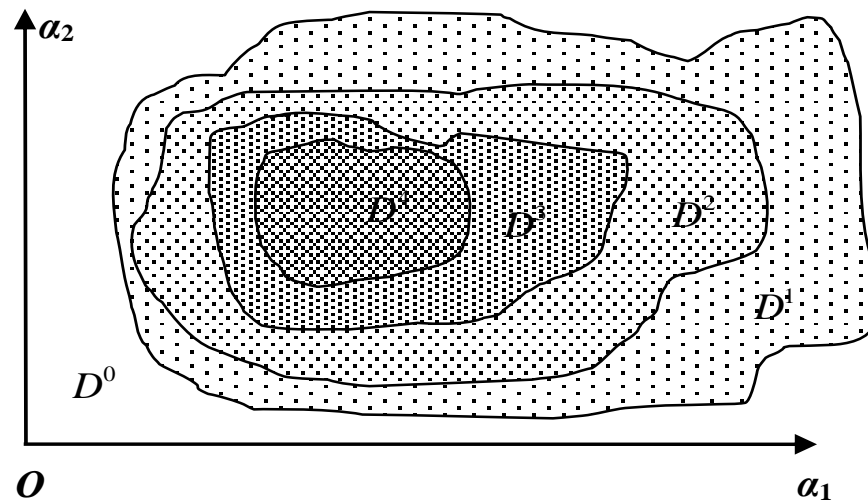


Рис. 4.6 – Відображення загроз НСПХ у вигляді просторових областей

Таблиця 4.6 – Порядкова шкала для оцінки компонента ризику P^i

Шкала	Оцінка компонента ризику P^i
$z_{P_0^i}$	Мінімальне значення
$z_{P_1^i}$	Порогове значення
$z_{P_2^i}$	Гранично допустиме значення
$z_{P_3^i}$	Критичне значення

$$\hat{\zeta}_{c_m F} = \left[e^{\beta \hat{t}_{mF}}, e^{\beta \overline{\hat{t}_{mF}}} \right] \quad (4.19)$$

де β – поправочний коефіцієнт, що враховує особливості процесу поширення ПРХ.

Далі, оцінку рівня загрози для цільового об'єкта o_i можна отримати як максимальну $\hat{\zeta}_{o_i F} = \max_{m=1}^w \hat{\zeta}_{c_m F}$ серед оцінок рівня загрози, отриманих по всіх комірках множини $\{c_m\}_{m=1}^w$, що є апроксимацією об'єкта o_i .

Якісну оцінку рівня загрози $\zeta'_{o_i F}$ для об'єкту o_i від надзвичайної екологічної ситуації F може бути отримано наступним чином. Спочатку виконаємо відображення заданої множини граничних норм $\mathbf{IO} = \{\mathbf{IO}_i\}_{i=1}^h$ в множину граничних рівнів загроз $\Pi = \{\check{\zeta}_i\}_{i=1}^h$

при умові що $\forall i \check{\zeta}_i = e^{\beta \eta_i}$.

Далі, обирають мінімальний рівень $\check{\zeta}_i^* = \min_{i=1}^h \check{\zeta}_i$ з Π , такий що $\hat{\zeta}_{o_i F} \leq \check{\zeta}_i^*$, і переводять його в якісну оцінку згідно таблиці 4.4: $\check{\zeta}_i^* \rightarrow \hat{\zeta}_i^*$. Тоді $\zeta'_{o_i F} = \hat{\zeta}_i^*$.

При наявності загроз від декількох ПРХ для ЦО o_i буде отримана *мультизагроза* в результаті виконання операції згортки оцінок загрози від окремих ПРХ:

$$\hat{\zeta}_{o_i} = \bigoplus_{j=1}^{n_F} \hat{\zeta}_{o_i F_j} \quad (4.20)$$

де $\hat{\zeta}_{o_i}$ – загальна нормована інтегральна оцінка загрози (мультизагроза) для ЕО o_i ,

$\hat{\zeta}_{o_i F_j}$ – нормована інтегральна оцінка загрози для ЕО o_i , що викликана ПРХ F_j ,

n_F – кількість ПРХ, які одночасно створюють загрозу для ЕО o_i .

Очевидно, що наявність загрози створює небезпечні ситуації (а критичної загрози – критичні ситуації), що вимагає прийняття рішень, пов'язаних з діями щодо локалізації та протидії надзвичайній екологічній ситуації.

Виявлення загроз проводиться шляхом вирішення задачі ідентифікації, тобто процесу виявлення і встановлення кількісних, часових, просторових та інших характеристик, необхідних і достатніх для розроблення заходів, спрямованих на локалізацію та протидію НСПХ. В результаті виконання

ідентифікації виявляють номенклатуру загроз, їх просторову локалізацію і допустимий час на запобігання втрат.

4.4 Якісна оцінка компонентів ризику надзвичайної екологічної ситуації в інтегральних автоматизованих системах

Для того, щоб можна було порівнювати ризики, створені ПРХ різних класів, та оцінювати їх сумісний вплив на ЕО у вигляді мультиризикау, кількісне значення кожного компоненту ризику P^i (небезпека, інтенсивність ПРХ, загроза, цінність ЦО) запропоновано представити у вигляді нормованого значення від 0 до 1 та представити у вигляді якісного значення за допомогою відповідних шкал.

Для кожного компоненту ризику P^i введуть множину-носіє значень $\mathcal{N}^i = \{v_1, \dots, v_m\}$, формують решітку $\mathcal{L}^i = \langle \mathcal{N}^i, \Gamma \rangle$, та визначають функцію $Range\left(\text{dom}(P^i) \xrightarrow{\mathcal{N}^i} \mathcal{L}^i\right)$, яка розбиває область значень параметру компоненту P^i , на m інтервалів.

Відображення значень кожної компоненти ризику P^i на решітку \mathcal{L}^i дозволяє перейти від безлічі значень, що визначені на R , до компактної m -обмеженої множини значень на \mathcal{N}^i .

Якісна оцінка компоненту ризику P^i виконується шляхом імплементації граничних норм в шкалу рівнів впливу: мінімальних, порогових, гранично допустимих, критичних та ін.

Для цього здійснюється квантифікація кількісних значень компоненту ризику P^i на решітці \mathcal{L}^i за допомогою відношення часткового порядку Γ_{P^i} ,

такого що $z_{P_0^i} \Gamma_{P^i} z_{P_1^i} \Gamma_{P^i} \dots \Gamma_{P^i} z_{P_Z^i}$, у відповідну порядкову шкалу $z_{P^i} = \{z_{P_0^i}, z_{P_1^i}, \dots, z_{P_Z^i}\}$ (таблиця 4.6).

В табл. 4.7 надані результати порівняння методів оціни екологічного ризику.

4.5 Діагностика ситуації на основі аналізу екологічного ризику

4.5.1 Аналіз екологічного ризику

Аналіз ризиків сфокусовано на розгляді малоймовірних, випадкових в часі та просторі подій, що тягнуть за собою несприятливі, екстремальні наслідки [44]. У контексті даної роботи під несприятливою подією розуміють виникнення НСПХ, тоді ризик може бути представлено як шанс певних втрат для цільового об'єкта в результаті виникнення НСПХ певного класу.

Отже, ступінь ризику буде характеризувати для цільового об'єкта ситуацію (НСПХ), що має невизначеність результату при наявності несприятливих наслідків, а джерелом ризику буде саме НСПХ, виникнення якої спричиняє появу в ТС певної комірки-джерела. Сукупність подій (НСПХ) в ТС, кожна з яких може привести до втрат для цільового об'єкта, розглядають як множину факторів екологічного ризику для даного об'єкта.

Таблиця 4.7 – Порівняння методів оцінки екологічного ризику

Метод	Переваги	Недоліки
Кількісна оцінка ризику	Забезпечує кількісну оцінку ризику, яка може бути використана при аналізі оптимальності заходів щодо зниження ризику	Вимагає багато кількісних даних. Складно кількісно оцінити ймовірності, інтенсивність ПРХ та вразливість. Пов'язаний з великими часовими витратами

<i>Продовження таблиці</i>		
Аналіз з використанням метода дерев подій	Дозволяє моделювати послідовність подій, може бути застосований для «ефекту доміно»	Пов'язаний зі складністю оцінки ймовірності для різних вузлів дерева, складність проведення просторового аналізу через недостатню кількість даних
Матриця ризиків	Дозволяє оцінювати ризик з використанням класів замість точних значень, і є зручною основою для вибору заходів щодо зниження ризику	Не дозволяє отримувати кількісні значення, які можуть бути використані для аналізу результативності витрат від застосування різних заходів щодо зниження ризику. Пов'язаний зі складністю оцінки збитків та частоти. Одна і та ж ділянка місцевості може бути пов'язана з різними комбінаціями збитків і частоти
Підхід на основі індикаторів	Єдиний метод, який дозволяє здійснювати цілісну оцінку ризику, включаючи соціальну, економічну вразливість і цінність	Результуючий ризик є відносним і не надає інформацію про реальні очікувані збитки

Ризик має наступні характерні властивості:

– *невизначеність*: екологічний ризик існує тоді і тільки тоді, коли можливий не єдиний варіант розвитку подій, і як наслідок, не єдиний можливий результат;

– *наявність втрат*: екологічний ризик існує тоді і тільки тоді, коли результат події може призвести до втрат (збитків, збитку) або іншого негативного (і тільки негативного¹) наслідку;

– *можливість аналізу*: екологічний ризик існує лише в тому випадку, коли сформовано суб'єктивну думку ОПР про ситуацію, і дана якісна або кількісна оцінка негативної події майбутнього періоду (можливих втрат).

– *значимість*: екологічний ризик існує тоді, коли певна подія має конкретне практичне значення (збереження цінності цільового об'єкта) і зачіпає інтереси хоча б одного суб'єкта (ОПР, власника об'єкта та ін.).

Отже аналіз екологічного ризику завжди пов'язує певний (цільовий) об'єкт з певним зацікавленим суб'єктом (ОПР) через оцінку шансу (можливості) втрат при діях ОПР, пов'язаних з небезпеками або загрозами.

Необхідність оцінки можливої втрати цінності цільового об'єкта при несприятливому розвитку подій внаслідок виникнення НСПХ є основною відмінною рисою оцінки ризику. Слід зауважити, що розгляд шансу (можливості) виникнення несприятливої події для конкретної ділянки території, а такою подією можна вважати охоплення даного об'єкта НСПХ в процесі поширення, дає оцінку небезпеки НСПХ для даної ділянки. Розгляд шансів виникнення негативних наслідків для об'єкта в результаті несприятливої події дає оцінку загрози даному об'єкту.

Підсумок, і оцінка небезпеки, і оцінка загрози, і оцінка ризику є певними (і різними) аспектами, або гранями, однієї і тієї ж практичної проблеми, а саме проблеми оцінки шансів несприятливих подій, що мають випадковий характер, і їх негативних наслідків. У цьому сенсі всі зазначені оцінки мають своє значення для ОПР, і в цілях аналізу НСПХ як складної динамічної системи можуть застосовуватися спільно, визначаючи різні шари ГІС і їх комбінації.

¹ Без сумніву, результат будь-якої події, пов'язаної з виникненням НСПХ, може бути не тільки негативним. Проте, будь-який позитивний результат є сприятливим і в цьому сенсі бажаним (для ОПР), тому при позитивних наслідках вживання заходів щодо локалізації або протидії НСПХ не має сенсу.

При здійсненні кількісної оцінки ризик представляють у вигляді добутку ймовірності події на втрати його результату [12], при цьому основою для визначення ймовірності ризику враховується частота виникнення подій.

Слід зауважити, що предметом аналізу ризику в контексті даної роботи є оцінка шансу втрат в результаті залучення цільового об'єкта в НСПХ, що виникла на час розгляду і розгортається в часі і просторі. В даному випадку частота виникнення подій не є надійною основою для оцінки шансів, що призводить до непридатності обчислення умовної ймовірності результату на підставі частот подій. Очевидно, більш коректним підходом є використання підходу [13] із залученням формального апарату нечіткої або наближеної логіки, тоді оцінка шансів може бути зведена до оцінки умовної можливості залучення цільового об'єкта в НСПХ.

Іншою проблемою є оцінка втрат для таких категорій цінності, які не можуть бути виміряні в грошовому еквіваленті. І якщо для певних категорій цінностей можна здійснити непряме оцінювання, наприклад, екологічні втрати можна хоча б частково виразити через витрати на ліквідацію наслідків НСПХ, то деякі категорії цінностей не можуть бути приведені до грошового еквіваленту в принципі, наприклад, такими є більшість історико-архітектурних та культурних цінностей. У підрозділі 4.1 запропоновано вирішення проблеми сумісності цінності об'єктів за різними категоріями шляхом квантифікації кількісних оцінок за допомогою порядкових шкал і переходу до якісного оцінювання. Як показано в підрозділах 4.2, 4.3 можуть бути отримані якісні оцінки небезпеки і загрози. Отже, при оцінці ризику НСПХ для цільових об'єктів також доцільним є перехід від кількісного оцінювання до якісного.

Тоді в більш вузькому сенсі можна розглядати ризик як деяку (якісну) оцінку умовної можливості настання певних втрат для цільового об'єкта $o_i \in O^*$ (зниження сукупної оцінки цінності об'єкта $V'(o_i)$) при виникненні НСПХ F деякого (зумовленого) класу K з певним джерелом u_F при певному стані зовнішнього середовища X_E .

Для здійснення якісного аналізу оцінка R'_{o_iF} ризику НСПХ **F** з джерелом u_F для об'єкта o_i може бути представлена як комбінація (рис. 4.8):

- 1) оцінки μ'_F небезпеки, що створюється джерелом u_F ;
- 2) оцінки S'_F потенціалу загрози об'єкту o_i від НСПХ **F**;
- 3) оцінки ζ'_{o_iF} граничного рівня загрози об'єкту o_i в НСПХ **F**;
- 4) оцінки $\Delta V'_{o_iF}$ можливих сукупних втрат цінності об'єкта o_i від НСПХ

F.

Джерело і компоненти оцінки ризику представлені на рис. 4.8 і 4.9.

Для отримання якісної оцінки ризику від ПРХ F з джерелом u_F для об'єкта o_i спочатку можна отримати нормовану кількісну оцінку ризику як добуток нормованих значень компонент. З урахуванням фактору, що оцінка загрози є інтервальною величиною, оцінка ризику також буде інтервальною величиною:

$$\hat{R}_{o_iF} = \check{\mu}_F \times \check{S}_F \times \hat{\zeta}_{o_iF} \times \Delta \check{V}_{o_iF} = \left[\check{\mu}_F \times \check{S}_F \times \hat{\zeta}_{o_iF} \times \Delta \check{V}_{o_iF}, \check{\mu}_F \times \check{S}_F \times \overline{\hat{\zeta}_{o_iF}} \times \Delta \check{V}_{o_iF} \right] \quad (4.21)$$

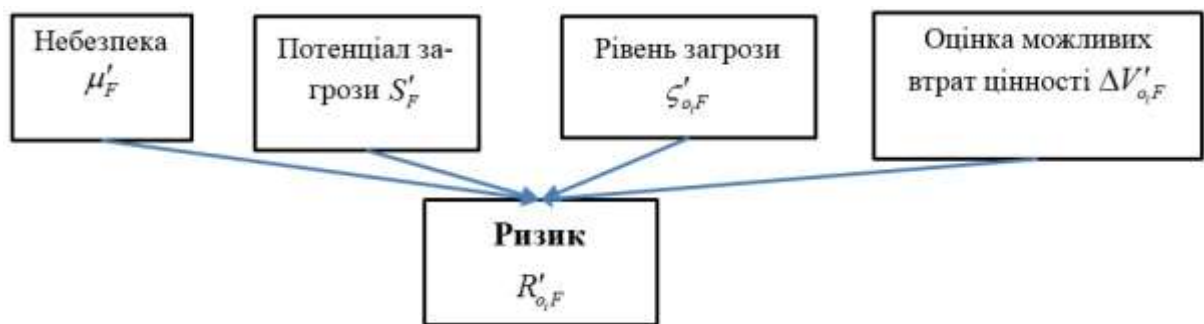


Рис. 4.7 – Компоненти екологічного ризику

У випадку декількох джерел ПРХ, які одночасно впливають на вразливий ЕО o_i , для цього ЕО створюється *мультиризик* (рис. 4.10):

$$\hat{R}_{o_i} = \bigoplus_{j=1}^{n_i} \hat{R}_{o_iF_j} \quad (4.22)$$

де n_i – кількість джерел ризику для ЕО o_i .

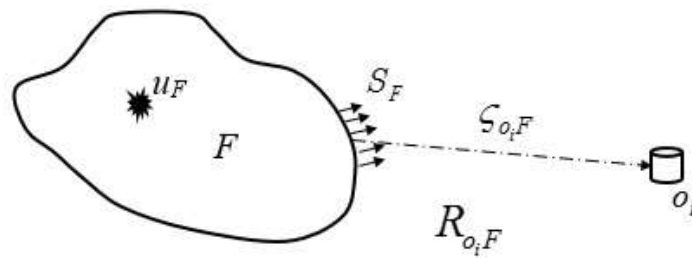


Рис. 4.8 – Джерело та компоненти ризику для екологічного об'єкту

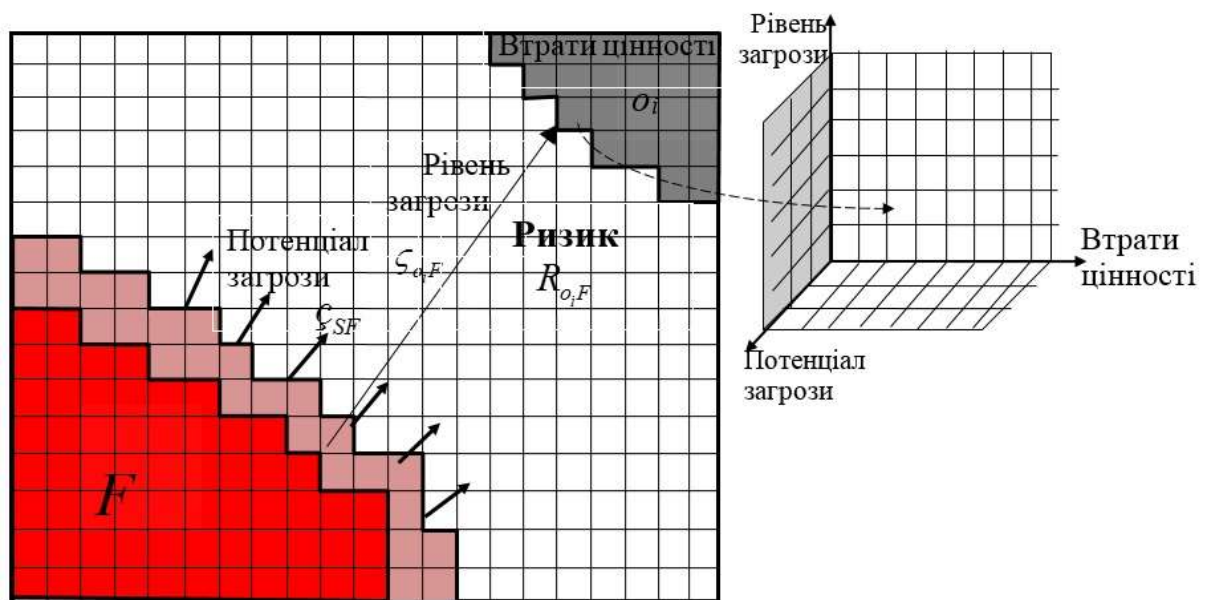


Рис. 4.9 – Оцінка екологічного ризику

Нормовані інтервальні кількісні значення мультиризиків можна перетворити в якісні значення, побудувавши відповідну порядкову шкалу $Z_R = \{z_{R0}, z_{R1}, \dots, z_{Rz}\}$ (табл. 4.7) з індукованим на ній відношенням часткового порядку Γ_R , таким що $z_{R0} \Gamma_R z_{R1} \Gamma_R \dots \Gamma_R z_{Rz}$. Для безпосереднього переходу нормованої інтервальної кількісної оцінки мультиризиків в якісну оцінку визначають функцію \mathfrak{R} , що реалізує відношення $\mathfrak{R}: \hat{R} \rightarrow Z_R$, за допомогою якого кількісному інтервальному значенню мультиризиків для ЕО o_i \hat{R}_{o_i} однозначно зіставляється якісна оцінка R'_{o_i} відповідно до шкали Z_R .

Аналогічний підхід може бути використаний для оцінки мультиризиків для будь-якої з комірок c_m універсуму C , яка може бути виражена інтервалом \hat{R}_m чи якісно R'_m , в тому числі для комірок, які не належать жодному з об'єктів множини ЕО O^* (в цьому випадку цінність комірки може визначатися елементами її вектору стану, наприклад, комірка з хвойної рослинністю може мати цінність, рівну вартості деревини, виходячи з добутку наявного обсягу деревини в межах комірки на її ціну).

Аналогічний підхід може бути використаний для оцінки мультиризиків для будь-якої з комірок c_m універсуму C , яка може бути виражена інтервалом \hat{R}_m чи якісно R'_m , в тому числі для комірок, які не належать жодному з об'єктів множини ЕО O^* (в цьому випадку цінність комірки може визначатися елементами її вектору стану, наприклад, комірка з хвойної рослинністю може мати цінність, рівну вартості деревини, виходячи з добутку наявного обсягу деревини в комірці на її ціну).

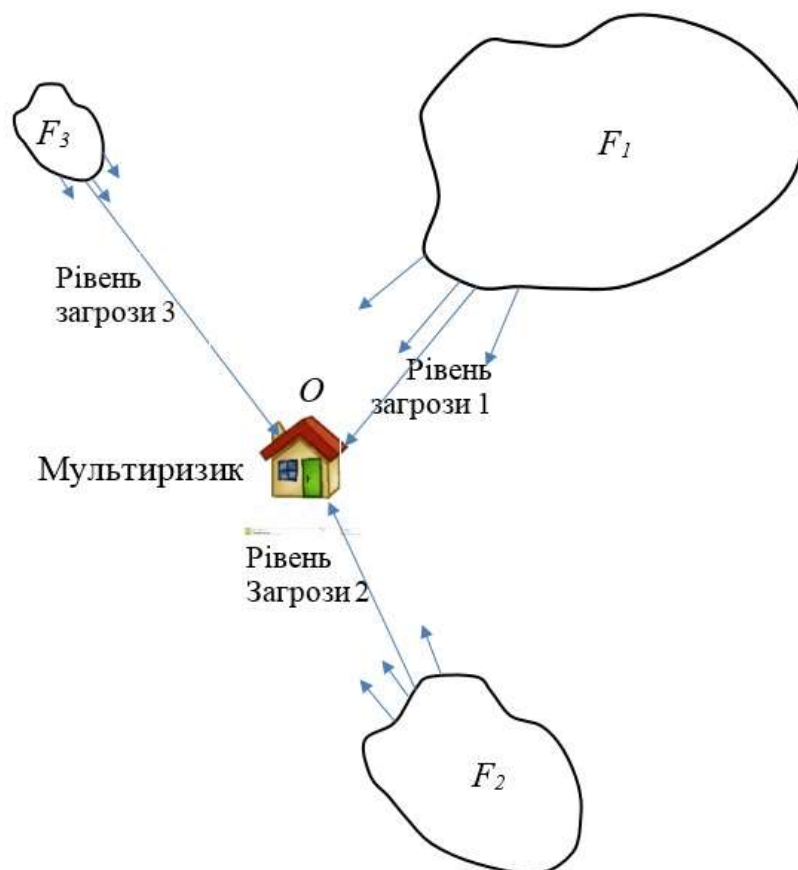


Рис. 4.10 – Мультиризик

Визначення 4.3. Траєкторією мультиризиків для певної комірки c_m на відрізку часу $[t_j, \dots, t_k] \in T$ є безперервна послідовність $[\hat{R}_m(t_j), \dots, \hat{R}_m(t_k)]$ в моменти часу $t \in [t_j, \dots, t_k]$.

Таблиця 4.8 – Порядкова шкала для оцінки рівню ризику

Шкала	Оцінка рівня ризику
z_{R0}	«відсутність ризику»
z_{R1}	«невисокий ризик»
z_{R2}	«високий ризик»
z_{R3}	«критичний ризик»

4.5.2 Ідентифікація надзвичайної екологічної ситуації в інтегрованих автоматизованих системах

Природно-техногенні системи Ω в умовах ПРХ в момент часу t характеризується інтегральною динамічною просторово-розподіленою оцінкою мультиризиків:

$$R_{\Omega}^t = \{R_i(t) | \forall o_i \in O^*(t)\} \quad (4.23)$$

Розподілена оцінка ризику відображає набір симптомів, які треба віднести до певного класу ситуацій.

Для цього необхідно задати множину класів можливих ситуацій в ПТС $\mathcal{I} = \{i_0, i_1, \dots, i_n\}$, таких що $i_1 \cup i_2 \cup \dots \cup i_n = \mathcal{I}$. Нехай $p_i, i=1, \dots, n$ є набором можливостей їх виникнення, а $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ задає набір симптомів, що

пов'язані з класами ситуацій **II**. Інтегральна оцінка ризику для кожного класу ситуацій $R_{\Omega} \in X$ входить в набір симптомів.

Нехай s^* є поточною ситуацією, а X^* - вектор симптомів для ситуації s^* . В результаті недостатньої видимості деякі симптоми з X^* можуть бути невизначені або неточні.

Нехай кожний симптом $x_i \in X, i = 1, \dots, m$ має область можливих значень $E_i \cup e_*$, $i = 1, \dots, m$, e_* - значення невизначеності. Симптоми з вектору X можуть бути описані інтервалами з використанням наближеного підходу, інтервалами з функціями належності з використанням інтервальної нечіткої множини, а деякі можуть мати порожнє значення.

Задача діагностики є задачею ідентифікації можливого класу ситуації $i^* \in \mathcal{I}$, який може пояснити набір невизначених симптомів X^* для поточної ситуації s^* . Така задача є задачею розпізнавання образів [34].

Кожна ситуація відповідає певній точці або околиці точки в Декартовому просторі симптомів $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_m$.

При цьому, що кожна нерозпізнана ситуація s^* , яка має симптоми X^* , повинна бути співставлена з набором класів можливих ситуацій $\mathcal{I} = \{i_0, i_1, \dots, i_n\}$. В результаті невизначеності оцінок деяких симптомів не завжди можливо знайти точні співпадіння.

Ситуація в ПТС повинна визначатися з урахуванням розташування ЕО, які знаходяться в умовах максимального ризику, а також з розташування місць концентрації сил і засобів, призначених для ліквідації НСПХ. Множину ділянок, на яких розташовані сили та засоби: $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$. Тобто для діагностики ситуації в ПТС в момент часу t необхідно задати:

1) множину ЕО, що в момент часу t знаходяться в умовах критичного ризику: $O^*(t) = \{o_1, o_2, \dots, o_k\}$;

2) множину ПРХ: $F(t) = \{F_1(t), F_2(t), \dots, F_l(t)\}$;

3) множину місць розташування сил та засобів: $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$.

Для діагностики ситуації в момент часу t для кожного ЕО $o_i \in O^*(t)$ треба оцінити найменший час, за який контур ПРХ з множини $F(t)$ досягне цього об'єкта, а також найменший час, необхідний для переміщення сил і засобів з найближчого місця їх розташування.

Кожному ЕО $o_i \in O^*(t)$ відповідає дві множини: множина інтервалів часу, за які контури ПРХ досягнуть цього ЦО $T_{o_i F} = \{t_{o_i F_1}, t_{o_i F_2}, \dots, t_{o_i F_l}\}$, а також множина інтервалів часу, які потрібні, щоб доставити сили та засоби з місць їх дислокації $T_{o_i Z} = \{\tau_{o_i Z_1}, \tau_{o_i Z_2}, \dots, \tau_{o_i Z_n}\}$.

Перша множина буде динамічною. Після завдання для кожного ЕО $o_i \in O^*(t)$ цих двох множин, потрібно знайти найменше значення з кожної множини.

Після цього кожному ЕО $o_i \in O^*(t)$ буде відповідати пара: $t_{o_i F} = \min(T_{o_i F})$, $\tau_{o_i Z} = \min(T_{o_i Z})$.

Ситуація в ПТС в момент часу t задається за допомогою множини наступних пар:

$$M = \left\{ (T_{o_i F}(t), T_{o_i Z}(t)) \mid \forall o_i \in O^*(t) \right\} \quad (4.24)$$

Виділимо наступні класи ситуацій в ПТС:

– κ_1 : $(\forall o_i \in O^*(t))(t_{o_i F} > \tau_{o_i Z})$ - клас не критичних екологічних ситуацій, коли часу достатньо для розгортання сил та засобів для ліквідації НСПХ;

– κ_2 : $(\exists o_i \in O^*(t))(t_{o_i F} \leq \tau_{o_i Z})$ - клас критичних екологічних ситуацій, коли задача порятунку об'єктів є важкодосяжною, потрібно в першу чергу направляти сили та засоби до ЦО, для яких справедлива нерівність: $t_{o_i F} \leq \tau_{o_i Z}$;

– и₃: $(\forall o_i \in O^*(t))(t_{o_i F} \leq \tau_{o_i Z})$ - клас особливо критичних екологічних ситуацій, коли задача порятунку об'єктів можливо є недосяжною.

З метою наочності подання інформації для певного моменту часу t побудують поверхню 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. Треба серед них виділити ділянки з максимальною цінністю. Тому в тій же системі координат будують поверхню цінності, але збільшення цінності буде відображатися в зворотному порядку: від 0 до -1. Ділянки з максимальною цінністю будуть відображатися увігнутими ділянками на поверхні (рис. 4.11).

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. 4.12 відображена поверхня-зріз для поверхні цінностей. Всі ділянки, цінність яких розташовані 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 ОПР (рис. 4.13).

Варіюючи розташування поверхонь зрізів, можна звужувати або розширювати множину ЕО $O^*(t)$, які потребують захисту.

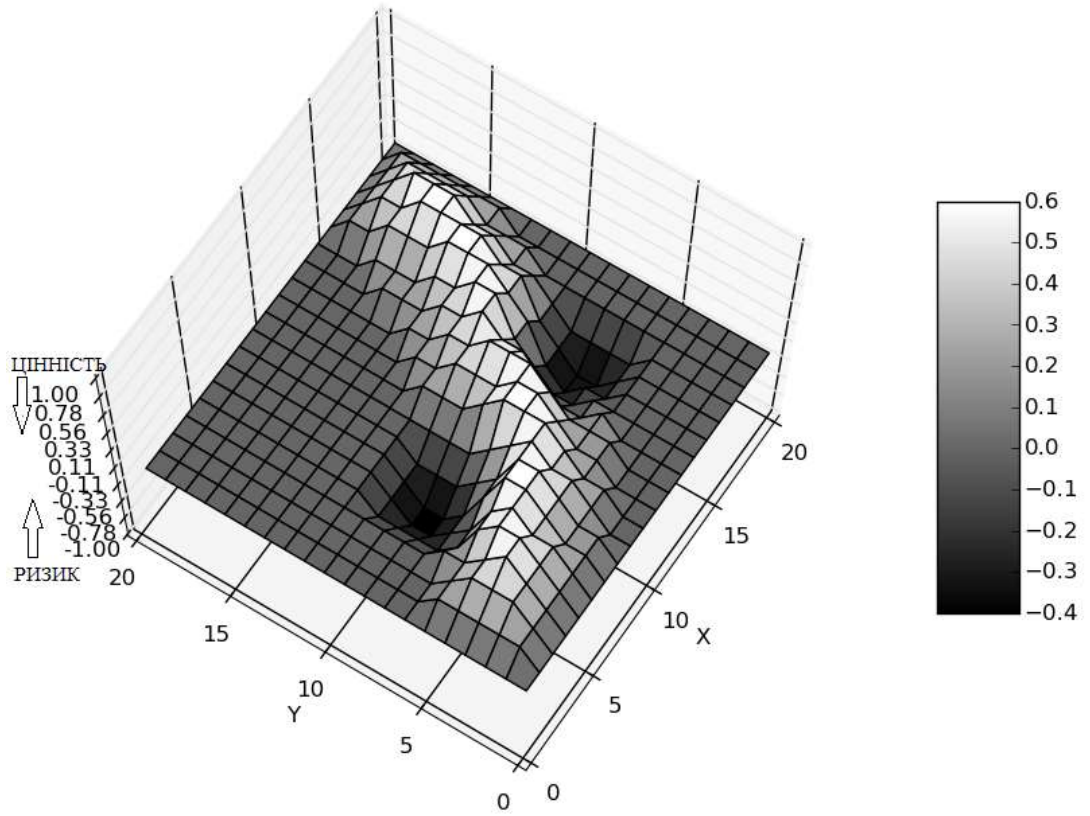


Рис. 4.11 – Поверхні екологічного ризику та цінності

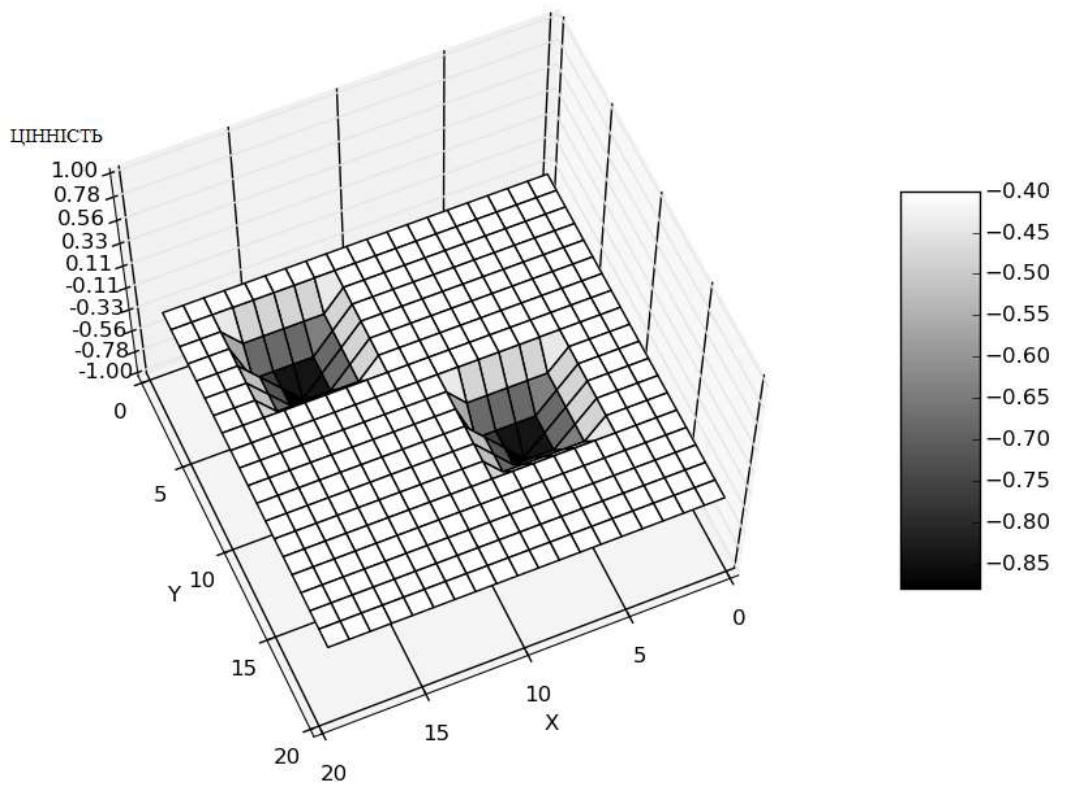


Рис. 4.12 – Поверхня-зріз для виділення цінних екологічних об'єктів

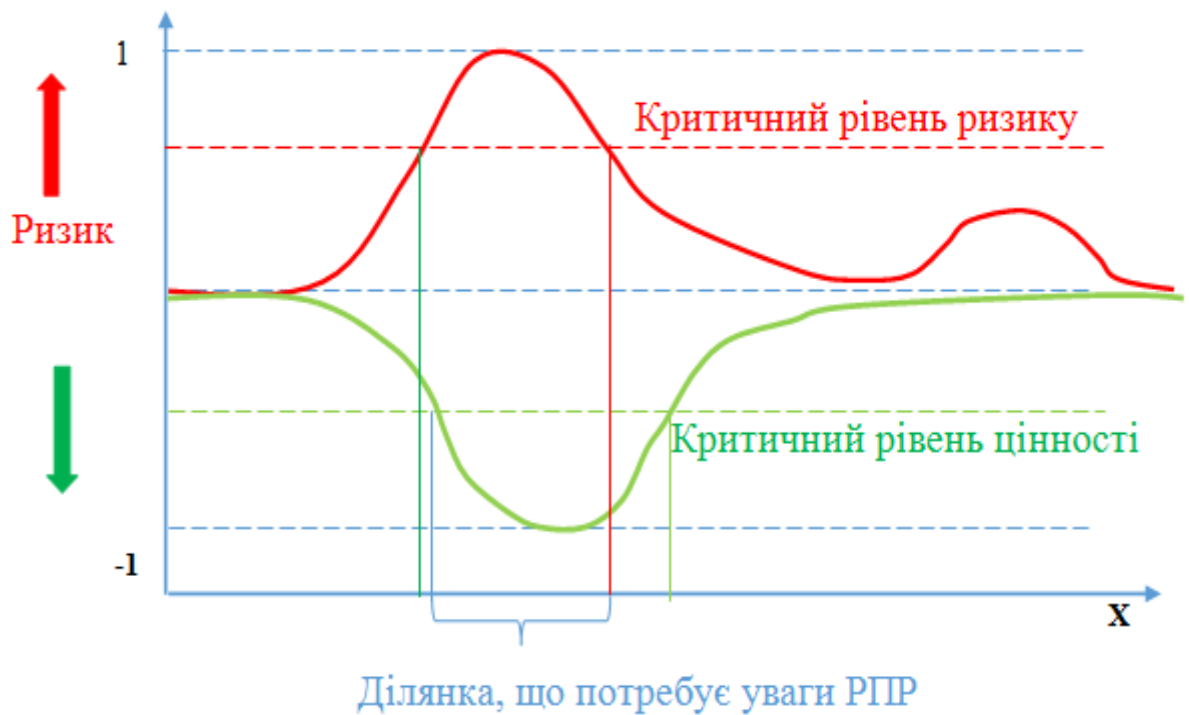


Рис. 4.13 – Критичні рівні екологічного ризику та цінності

Наступним етапом досліджень є розроблення методології формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах.

Висновки до розділу 4

1. 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.

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

3. Встановлено, що метод якісної оцінки ризику враховує якісну оцінку його компонентів, таких, як: цінність екологічного, 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.

4. 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 розвитку надзвичайної екологічної ситуації у відповідь на прийняті рішення.

5. Метод просторово-розподіленої оцінки загроз використовує динамічний 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.

6. Оцінка ризику може бути виконана за 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 може бути мови.

7. 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 ділянки 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 дві 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 ОПР (рис. 4.13). Варіюючи розташування поверхонь зрізів, можна звужувати або розширювати множину екологічних об'єктів, які потребують захисту.

РОЗДІЛ 5

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ РІШЕНЬ В ІНТЕГРОВАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

5.1 Системний підхід до побудови інтегрованих автоматизованих систем управління екологічною безпекою

Інтегровані автоматизовані системи управління екологічною безпекою розглядаються як багатомірні, є кілька управлінь (керуючих впливів), кілька керованих координат. Управлінець за допомогою такої системи впливає на екологічні, економічні, соціальні, політичні показники тощо. Тому об'єкти організаційного екологічного управління з точки зору загальної теорії управління доцільно розглядати у фазовому просторі (багатомірному фазовому просторі), координатами якого є визначені керівником показники.

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, (рис.5.1).

В дослідженні [4] було обґрунтовано, що неможливість перерозподілу інформаційних ресурсів між каналами обмежує можливості формування функціонально стійкового управління екологічною безпекою регіонів. Дослідження, результати яких наведені в [5], довели, що технологічною основою забезпечення функціональної стійкості є створення інтегрованих автоматизованих систем (інтегрованих інформаційно-керуючих комплексів), які дозволяють комплексувати інформаційні (апаратні та програмні) ресурси в системі управління екологічною безпекою, рис. 5.2.

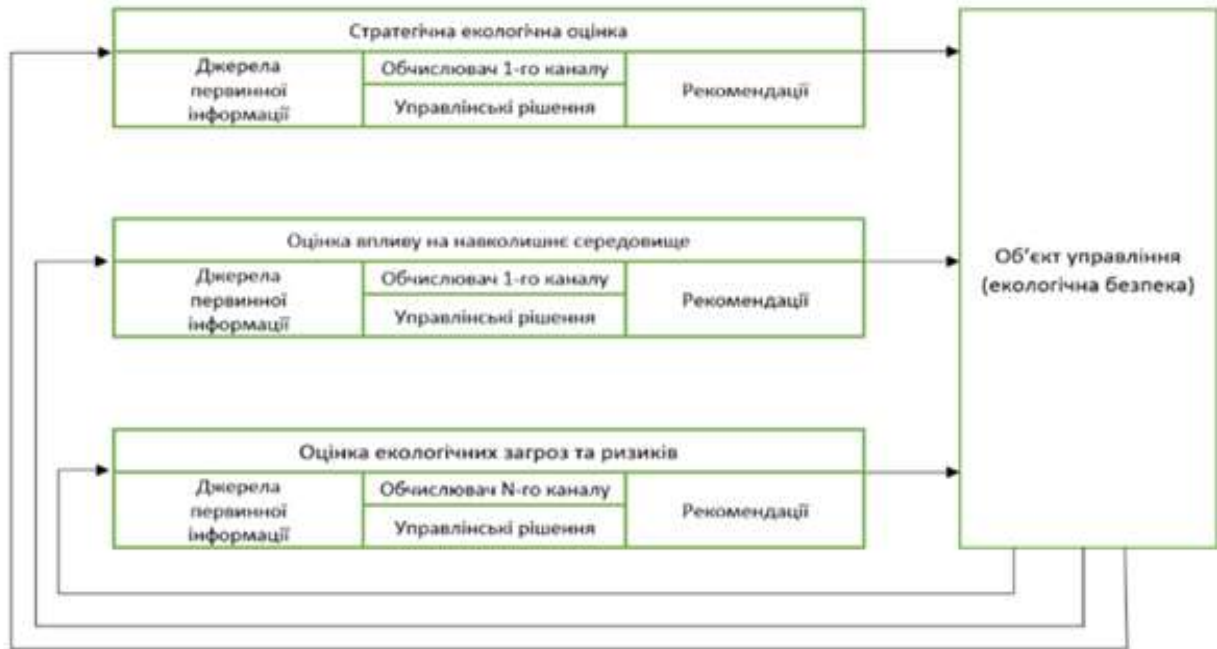


Рис. 5.1 – Структура традиційних каналів управління екологічною безпекою



Рис. 5.2 – Структура інтегрованої автоматизованої системи

Тільки комплексування усіх каналів управління екологічною безпекою в єдину інтегровану автоматизовану систему (інформаційно-керуюча система), де інформаційно-вимірювальна підсистема буде інтегрувати усі джерела екологічної інформації, датчики первинної екологічної інформації.

Обчислювальна підсистема об'єднує (інтегрує) як групи експертів, програмні та апаратні ресурси. Енергетична підсистема об'єднує усі ресурси для формування управлінських рішень, як рекомендацій під час управління екологічною безпекою (рис. 5.2).

Під дією екологічного управління об'єкт, що мав початкові (сучасні) показники вектору стану, перейде у новий стан з новими фазовими координатами об'єкту управління. Тобто після впливу організаційного екологічного управління відбуваються зміни в об'єкті, наприклад усувається можливість розвитку нештатної, аварійної екологічної ситуації.

Екологічний об'єкт управління та орган, який формує управлінський вплив з позицій системного підходу, можуть розглядатись як система організаційного екологічного управління. Така система розглядається як об'єкт та суб'єкт екологічного управління.

Аналізуючи організаційне управління як цілеспрямований процес, не можна не звернути увагу на те, чия мета реалізується в процесі управління, тобто кому потрібне це управління. Необхідно розглянути поняття - об'єкт, що є джерелом цілей, які реалізуються управлінням та суб'єктом. При цьому під суб'єктом не обов'язково розуміти конкретну особистість. Це може бути група людей, об'єднаних за певною ознакою, і навіть якщо розглядати управління глобально, - глобальними об'єктами, такими як навколишнє середовище; якщо суспільство не хоче використовувати цілі, що поставлені державними управліннями, тоді потрібно змінювати цілі або дати можливість державним інститутам, які від імені суспільства поставили зазначені цілі, самоудосконалити, самоорганізувати і самоуправляти цілями, тобто виробити нову парадигму організаційного управління. Наведемо деякі ознаки організаційної системи екологічного управління.

1. Відсутність математичного опису взаємодії людей, технічних об'єктів, оточуючого середовища. Водночас слід зазначити, що для управління складною

системою з використанням формальних методів доцільно створити її математичну модель.

2. Стохастичність (випадковість) поведінки складних об'єктів управління. Ця ознака обумовлена не стільки наявністю яких-небудь спеціальних джерел перешкод в об'єкті управління, скільки складністю об'єкта і зв'язаною з цим великою кількістю всяких другорядних (з точки зору цілей управління, звичайно) процесів. Будь-який складний об'єкт вміщує чимало такого роду несподіванок, які власне і є свідченням його складності. Приклади: соціальні, технологічні, біологічні та багато інших об'єктів дослідження і управління. Це найбільш загрозна ознака об'єкта, яка ускладнює процес управління ним.

3. Управління має стосовно об'єкта зовнішній характер. Звичайно, внаслідок цього всяке управління порушує «нормальне» функціонування об'єкта, змінює його самостійну поведінку і робить залежним від суб'єкта. Особливо це проявляється в системах, до складу яких входять люди.

4. Нестационарність складної системи. Ця ознака проявляється в дрейфі характеристик об'єкта, у «плинності» його параметрів, тобто в еволюції об'єкта у часі.

5. Невідтворюваність експериментів. Ця властивість проявляється в різній реакції об'єкта на одну й ту ж ситуацію, або управління в різний відтинок часу.

Зазначені обставини приводять до того, що ціль управління таким об'єктом повною мірою ніколи не досягається. Дійсно, для синтезу управління потрібен час, за який об'єкт змінюється не передбачуваним чином, в результаті чого це управління вже напевне не забезпечить бажаного результату.

Ефективними способами боротьби з вище переліченими явищами і властивостями складного об'єкта управління є застосування систем підтримки прийняття управлінських рішень, яка прогнозує розвиток процесів в системі та формує управлінські рішення на випередження екологічних ситуацій.

Екологічна система розглядається як сукупність взаємозв'язаних і розташованих у певному порядку елементів, що складають цілісне утворення. Єдність екосистеми виявляється у такій взаємній залежності її компонентів, коли зі зміною одного з них міняються й усі інші, що впливає на систему в цілому. Основними характеристиками екосистеми є структура її елементів, розподіл функцій між ними, взаємозв'язок елементів структури всередині її та з навколишнім оточенням.

Отже, тепер можна говорити про створення системи управління екологічною безпекою, під якою розуміють всі необхідні алгоритми опрацювання інформації і засобів їх реалізації, об'єднані з метою досягнення поставлених цілей управління в об'єкті. Зауважимо, що система екологічного управління далеко не завжди реалізується як сукупність людей та матеріальних засобів. Сьогодні вона реалізована у вигляді системи правил, договорів і обов'язків, які реалізуються в процесі екологічного управління.

В основі процесу екологічного управління лежить інформація про ситуацію, що склалася в складній організаційній системі управління. Для цілеспрямованого функціонування управління необхідно визначити мету екологічного управління і алгоритм екологічного управління, тобто, як практично досягнути цієї мети. Далі визначення двох понять. Алгоритм – чітке (не двосмислове) правило, інструкція, вказівка, що і як слід робити, щоб досягнути поставленої мети в ситуації, яка склалася. При цьому, враховуємо, що основними факторами екологічного управління, які притаманні будь-якій системі управління складним організаційним об'єктом є: мета управління; інформація стану об'єкта і середовища; вплив на об'єкт, тобто власне управління.

Загальна структура системи екологічного управління обов'язково 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.

Для цієї структури екологічного управління характерним є те, що об'єкт управління може зазнати негативного впливу збурень (екологічних катастроф, аварій, надзвичайних ситуацій). Інформаційна підсистема зазнає впливу похибок (наприклад, неповнота екологічної інформації чи екологічна дезінформація). Формувач управління в основу рішень повинен покласти ту чи іншу мету, від якої залежатимуть усі процеси в системі екологічного управління. Виконавча підсистема найбільше зазнає старіння, тобто ті практичні екологічні заходи, які застосовуються «сьогодні», «завтра» будуть менш ефективні.

Аналіз організації процесів у організаційному управлінні екологічною безпекою дозволяє зробити висновок, що основними проблемними питаннями в теорії організаційного екологічного управління є:

- формування мети організаційного екологічного управління;
- визначення поняття «об'єкт організаційного екологічного управління», тобто відповідь на питання: «що в екосистемі сьогодні потребує змін, а що не потребує?»;
- визначення інформації стосовно процесів у системі організаційного екологічного управління;
- вибір впливів екологічного управління, визначення форм організаційного екологічного управління (укази, розпорядження, директиви, накази, фінансові документи і т.ін.);
- формування рамок (обмежень) на сферу граничного (припустимого) стану об'єкта екологічного управління;
- формування показників якості організаційного екологічного управління;
- облік впливу зовнішнього середовища та умов функціонування системи

організаційного екологічного управління;

- розроблення методів аналізу процесів у системі організаційного екологічного управління;
- підготовка принципів організаційного екологічного управління;
- дослідження та опрацювання методів синтезу (конструювання, побудови) управлінських екологічних рішень.

Як висновок, що екологічне управління – складне явище. Воно завжди містить протиріччя, тому що це поєднання «інтересів» конкретного елемента екосистеми, якою управляють, і цілої екосистеми.

Екологічно управляти – означає змінити стан екосистеми. При цьому мета екологічного управління залишається незмінною.

Структурно системи організаційного екологічного управління поділяються на елементарні (прості) та складні.

Функціонування елементарної системи екологічного управління здійснюється так. На основі мети, якої прагнемо досягти, формуються бажані характеристики (показники якостей). Бажані характеристики порівнюються з реальними характеристиками про стан об'єкта екологічного управління та визначається їх невідповідність (неузгодженість, різниця). Органи управління формують управлінські рішення, які спрямовані на усунення невідповідності, тобто на досягнення об'єктом управління бажаних характеристик. Визначення ж реальних характеристик (показників якостей) здійснюється за результатами зібраної інформації про стан об'єкта екологічного управління. Через те, елементарна система екологічного управління може розглядатися як повна структура, входом до якої є мета, а виходом - стан об'єкта екологічного управління. З таких простих систем за ієрархічною ознакою формуються системи більш складної структури. Але ця складність долається через субординацію елементів різних ієрархічних рівнів.

Взаємодія в системі визначається потребами саморегуляції, збереження і саморозвитку управлінських екосистем будь-якого рівня складності та

проявляється в процесах екологічного управління, у зміні екосистем. Екосистеми знаходяться у взаємодії з зовнішнім середовищем. Із зовнішнього середовища системи беруть ресурси. Зміни в екосистемах та їх управління неможливі без знання про мету, об'єкт і процеси екологічного управління, а також регулюючий вплив на об'єкт екологічного управління.

Екосистеми володіють здатністю до самоорганізації, саморегулювання і стійкості. Стосовно визначення саморегуляції Г.Хакен пише: «Ми називаємо систему самоорганізованою, якщо вона без специфічного зовнішнього впливу набуває якоїсь просторової, часової або функціональної структури. Під специфічним зовнішнім впливом ми розуміємо такий вплив, який нав'язує системі структуру або функціонування. У випадку ж самоорганізації система відчуває ззовні неспецифічний вплив».

Перед екологічною наукою постають нові завдання, пов'язані з новим етапом розвитку наукової раціональності, змінами в державі й пізнанні, що вимагає нового осмислення складних управлінських екологічних систем, структур різних сфер екологічного управління.

Складна система екологічного управління утворюється з окремих елементарних систем так, що вихід однієї екосистеми розглядається як вхід до іншої.

У такий спосіб, тільки з системних позицій можливо визначати основні напрями діяльності, розробляти пропозиції до органів державної влади та органів місцевого самоврядування з питань екології та природокористування України.

Об'єкт екологічного управління. Для розгляду складної екосистеми управління суттєве значення має питання розуміння самої системи екологічного управління, елементів та умов, що впливають на її конструктивне функціонування. Важливого значення набуває визначення об'єкта екологічного управління. Різні погляди існують у науковій літературі на об'єкт управління.

На думку професора Атаманчука Г.В., «управлінські об'єкти користуються пріоритетом перед суб'єктом управління, тому що відтворення матеріальних і духовних продуктів і соціальних умов є первинним і головним для життєдіяльності людей».

Отже, об'єкт екологічного управління – це екосистема, що управляється її елементами якої є люди, тваринний та рослинний світ (навколишнє середовище). Об'єкт екологічного управління – визначальний елемент системи управління, якому адресовано управлінський вплив з боку суб'єкта екологічного управління. Особливості об'єкта екологічного управління визначають організацію та діяльність суб'єктів екологічного управління.

Існують різні погляди на сутність, якості, систему і класифікацію об'єктів екологічного управління. Перевага надається методології двоаспектного підходу в дослідженні складних систем управління: організаційно-структурному і функціональному.

Відповідно до неї об'єкти екологічного управління розглядаються не лише як формально визначені організаційні структури, а й як суб'єктивна діяльність людей, їхня свідома поведінка. Специфіка об'єктів екологічного управління закладена в особливостях і характері діяльності конкретного індивідуума або їх спільностей, яка є результатом цілеспрямованої поведінки.

На об'єкт екологічного управління впливають як управління, так і збурення, у результаті чого у об'єкта екологічного управління змінюються деякі показники - параметри або так звані «фазові координати».

Керована фазова координата – показник об'єкта екологічного управління, значення якого залежить від управління і показує ступінь досягнення мети екологічного управління.

Під час розгляду об'єктів екологічного управління можуть бути такі, в яких є кілька управлінь (керуючих впливів), кілька керованих координат. Тому об'єкти екологічного управління з точки зору загальної теорії екологічного

управління доцільно розглядати у фазовому просторі (багатомірному фазовому просторі). Однією з координат може виступати час.

Під дією екологічного управління, об'єкт, що мав початкові показники, перейде у новий стан з новими (покращеними) фазовими координатами. Тобто після організації екологічного управління відбудуться зміни: збільшиться запас екологічної стійкості, буде зберігатися природне різноманіття, зменшиться загрози екологічних аварій, усувається можливість екологічних катастроф тощо).

Через те, саме різниця між бажаними показниками та існуючими є підставою для організації екологічного управління з метою досягнення бажаних показників.

Механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою. Механізм екологічного управління це складова частина системи екологічного управління, що забезпечує вплив на фактори, від стану яких залежить результат діяльності управлінського об'єкта.

В науці немає єдиного підходу до механізму організаційного управління та його складових елементів. Так, на думку відомого вченого академіка Атаманчука В.Г., механізм формування та реалізації організаційного управління це сукупність і логічний взаємозв'язок соціальних елементів, процесів і закономірностей, через які суб'єкт організаційного управління (його компоненти) «схоплює» потреби, інтереси й цілі суспільства в управляючих впливах, закріплює їх у своїх управлінських рішеннях і діях та практично втілює їх у життя, спираючись на державну владу.

Механізм екологічного управління – складна категорія управління. Він включає: цілі екологічного управління, елементи об'єкта та їхні зв'язки, на які здійснюється вплив, діяння в інтересах досягнення цілей; методи впливу; матеріальні і фінансові ресурси управління, соціальний та організаційний потенціали.

Реальний механізм екологічного управління завжди конкретний, оскільки спрямований на досягнення конкретних цілей шляхом впливу на конкретні фактори: елементи управління та їхні зв'язки, і цей вплив здійснюється шляхом використання конкретних ресурсів або потенціалів. Він формується щоразу, коли приймається управлінське рішення шляхом узгодження всіх елементів механізму управління.

По-різному підходять вчені й натеper до визначення принципів управління. Під принципами екологічного управління при управлінні екологічними системами доцільно розуміти основні правила, положення та норми поведінки, за якими діють учасники організаційного управління за умов, що склалися в суспільстві. Принципи управління виступають у вигляді певних наукових положень, закріплених правом, та застосовуються в теоретичній і практичній державно-управлінській діяльності людей.

Нині особливого значення набуває принцип оптимізації управління, що дозволяє удосконалювати структуру управлінського об'єкта та підвищує його функціональні можливості, підвищує керованих систем. Наразі цей принцип диктує необхідність скорочення галузевих ієрархічних рівнів управління, зменшення регламентуючої ролі організаційної системи, що сковує самостійність та ініціативу, удосконалення структури управління державних установ і організацій.

Стратегічне та ситуаційне управління в організаційних екосистемах.

Відповідно до системного підходу організаційне екологічне управління здійснюється, як:

1. Стратегічне екологічне управління, в ході якого виробляються спільні рішення для досягнення поставлених цілей і завдань.

2. Ситуаційне екологічне управління, яке передбачає розподіл ресурсів (фінансових, людських та інших) по окремих напрямках і допоміжних системах, а також управління системою кожного напрямку.

Стратегічне екологічне управління – вид управління, що зорієнтоване на перспективу; концептуальний задум щодо вдосконалення системи екологічного управління.

Стратегічне екологічне управління являє собою процес, який визначає послідовність дій організації з розробки і реалізації стратегії. Він включає постановку цілей, вироблення стратегії, визначення необхідних ресурсів і підтримання взаємовідносин із зовнішнім середовищем, які дозволяють організації досягати поставлених завдань.

Стратегічне екологічне управління зачіпає широке коло організаційних рішень з проблем, що зорієнтовані на майбутнє, на провідні цілі організації і знаходяться під впливом неконтрольованих зовнішніх факторів. Провідні цілі спрямовані на підвищення ефективності організації. Тому рішення про створення нового напрямку організації або ліквідацію, реорганізацію структури об'єкта екологічного управління відділів мають стратегічний характер.

Проблеми стратегічного екологічного управління частіш за все виникають у результаті впливу численних зовнішніх факторів. Для того, щоб не помилитись у виборі стратегії та напрямку розвитку, важливо визначити, які економічні, політичні, соціальні та інші фактори впливають на майбутнє організації. Організація постійного моніторингу зовнішнього середовища – важлива умова ефективності організації.

Стратегічне управління не дозволяє скористатися чіткими формулюваннями та алгоритмами. Тому важко, а може й неможливо, подати зміни в кількісній формі та розробити програму для автоматизації процесу управління (за допомогою ЕОМ). У цьому випадку необхідні уява та творче мислення. Цей процес за своїм характером новаторський і вимагає типового людського мислення, не обмеженого жорсткими рамками.

Розрізняються наступні типи стратегічного екологічного управління.

Термінальне організаційне екологічне управління – це управління, мета якого полягає у переведенні об'єкта організаційного екологічного управління в заданий кінцевий стан у заданий момент часу.

Фінітне організаційне екологічне управління – це управління, мета якого полягає у переведенні об'єкта організаційного управління з початкового стану в заданий кінцевий стан протягом обмеженого часу.

Системний підхід на цьому рівні екологічного управління дозволяє створити раціональний процес, за допомогою якого управлінець може діяти, виходячи з вимог загальної системи та інтеграції діяльності підсистем.

Інтеграція спрямована на досягнення цілей і завдань, які враховують становище організації по відношенню до більших навколишніх систем і систем конкуренції.

Великого значення набуває координація екологічного управління, метою якої є узагальнення процесів у різних підсистемах об'єкта організаційного управління та державна стабілізація, мета якої полягає у забезпеченні незмінності значень показників організаційного управління у заданий інтервал часу.

Наступне положення, яке важливо відзначити – застосування адаптивних, гнучких структур і методів управління, адаптивного стилю керівництва. Ситуаційний підхід в екологічному управлінні вимагає, щоб суб'єкт екологічного управління адекватно відображав у собі всі основні риси об'єкта управління і його зовнішнього середовища, в тому числі і уся обстановку, що складається, тобто суттєві ситуації, і відповідно провадив необхідне перегрупування сил, намічав нову тактику своєї поведінки, що відповідала б новим умовам.

Сьогодні, коли потрібно якомога швидше реагувати на зміни внутрішніх і зовнішніх умов функціонування екосистеми, необхідно оперативно провадити зміни в організації екологічного управління.

Ситуаційний підхід до управління висуває необхідність у кожному такому випадкові добиватися активної та ефективної взаємодії управлінців і працівників усіх рівнів, включаючи найнижчу ланку працівників та службовців, у процесі виявлення проблем і прийняття рішень. Яскраво ефективність такої взаємодії проявляється в інформаційному забезпеченні управління ситуаціями. Головне тут – забезпечити оперативне і глибоке відображення стану справ у системі управління і зовнішній сфері, щоб у відповідності з цим виробити правильне рішення.

Ситуаційний підхід – це підхід, при якому вибір ефективної організаційної екологічної структури і механізму управління визначається особливостями ситуації, в якій знаходиться екосистема.

Ситуаційний підхід реалізує принцип адаптованості, що є основним принципом стратегічного управління. Його суть у тому, що всі організаційні побудови всередині (культура організації, оргструктура, система планування і т.д.) є реакцією організації на відповідні зміни у зовнішньому оточенні та деякі зміни у внутрішньому середовищі.

Зараз виділяються два напрямки розвитку стратегічного екологічного управління: *перший* - називають «регулярним стратегічним екологічним управлінням» - є подальшим логічним розвитком стратегічного екологічного планування і складається з двох взаємодоповнюючих підсистем: підсистеми аналізу і планування стратегії та підсистеми реалізації стратегії. По суті цей напрямок - управління стратегічними можливостями організацій.

Другий напрямок розвитку стратегічного екологічного управління називається «стратегічним екологічним управлінням у реальному масштабі часу» і пов'язується, як правило, з вирішенням стратегічних екологічних завдань, що виникають раптово. Вони розвиваються в тих випадках, де зміни у зовнішньому оточенні відбуваються з такою частотою, а інколи ще й так непередбачувано, що потребують негайної адекватної реакції, і організації не залишається часу на перегляд своєї стратегії. По суті організація має

одночасно паралельно займатися уточненням стратегії і вирішенням стратегічних завдань, що виникають. Ця система стратегічного екологічного управління перебуває на стадії становлення.

Діяльність по стратегічному екологічному управлінню спрямована на забезпечення стратегічної позиції, яка повинна гарантувати збереження здоров'я людей, екологічну безпеку та сталий розвиток регіонів та збереження біорізноманіття в умовах, що змінюються. Завдання управлінця (особа, яка приймає рішення), який займається стратегічними екологічними проблемами, вчасно виявити необхідність та здійснити стратегічні зміни в організації: створити умови, які сприяли б стратегічним змінам; підібрати та виховати кадри, здатні втілити стратегічні зміни в життя.

Впровадження стратегічного екологічного планування накладає додаткові обмеження на свободу діяльності управлінських систем. Це в свою чергу вимагає значного вдосконалення методів прогнозування в екологічному управлінні. Централізація екологічного управління проявляється в тому, що постійно збільшується використання у верхній ланці ієрархічної системи груп стратегічного управління, груп з дослідження операцій та аналізу процесів, які відбуваються.

З другого боку дедалі більший ступінь автоматизації процесів ситуаційного управління дозволить керівництву приділяти максимум часу для прийняття рішень із складних проблем, невідомих проблем і тих, які не піддаються програмуванню.

Використання інформаційно-управляючих систем дасть можливість звільнити управлінців від розгляду несуттєвої та суперечливої інформації, яка заважає ефективному організаційному управлінню.

Слід наголосити, що стратегічне та ситуаційне екологічне управління передбачає не тільки інтеграцію всіх видів діяльності для досягнення загальних цілей, а й підвищення ефективності діяльності кожної підсистеми.

Часто ефективність екологічного управління визначають як узгодження результату екологічного управління з метою (поставленого завдання). Проте тут не береться до уваги такий момент, як кількість сил, енергії, ресурсів, часу тощо, витрачених під час досягнення мети. А саме це і відіграє надзвичайно велику роль під час оцінювання ефективності функціонування великих систем. Саме до мети, а не до засобів, треба і застосовувати критерії визначення ефективності екологічного управління.

Для ефективного функціонування системи екологічного управління передусім необхідно правильно поставити мету, завдання. Лише коректне та чітке формулювання цілі, реальної для виконання, внутрішньо не суперечливої може мати наслідком її виконання.

Загальні методи управлінської діяльності за механізмом впливу на керовані об'єкти поділяють на методи прямого і непрямого впливу (адміністративні та економічні), за силою впливу - на методи видання правових актів і безпосередньо організаційні.

Усі означені методи застосовуються не ізольовано, а в поєднанні (примус здійснюється у правових формах, переконання досягається як виданням правових актів, так і організаційними методами).

До наступних методів діяльності управління слід віднести методи виконання окремих функцій управління. Щодо стадій процесу управління розрізняють методи вироблення і прийняття управлінських рішень. Існують також інші класифікації методів управління: зовнішньоекономічного впливу (організаційні та адміністративні) і економічного впливу, морально-політичні (переконання, виховання, моральне заохочення), економічні (матеріальне заохочення конкретних осіб і колективів, стимулювання діяльності), організаційні (прогнозування, організація, координація, контроль), адміністративно-директивні.

Розглядають проблеми використання методів управління в теорії і практиці організаційного управління. Для цього простежують за тими

спільними елементами, які зустрічаються в процесі вирішення проблем, прийняття рішень та керівництва, і спеціально підкреслюють значення так званого наукового методу. При цьому намагаються спробу описати методи управління з позицій управлінця, звертаючи спеціально увагу на ті моменти, які можуть мати для нього практичне значення.

В рамках організації можливі такі форми прояву організаційних методів:

- 1) обов'язковий припис (наказ, заборона і т. ін.);
- 2) узгоджувальні (консультація, консенсус);
- 3) рекомендації (порада, пропозиція, роз'яснення, звернення і т. ін.).

Для цих методів характерна чітка адресність директив, обов'язковість виконання розпоряджень та вказівок, невиконання яких розглядається як пряме порушення виконавчої дисципліни.

У загальному вигляді система організаційних методів може бути представлена як сукупність двох рівнозначних елементів: вплив на структуру управління (регламентація діяльності і нормування в системі управління) і на процес управління (підготовка, прийняття, організація виконання і контроль за управлінськими рішеннями). В організаціях процес вирішення проблеми часто називають процесом прийняття рішень, а останні іноді вважають синонімом процесу управління (керівництва).

Перший етап процесу прийняття рішень - дослідження оточення з точки зору обставин, які спонукали прийняття рішень.

Другий етап - пошук, розробка та аналіз можливих варіантів дій.

Третій етап - визначення конкретного варіанту дій із можливих, тобто вибір.

Окремі етапи процесу управління можуть перехрещуватися. Крім того, може виникнути велика кількість проблем, і всі вони потребують вирішення.

Науковий метод допускає використання загальновизнаних процедур та способів дослідження, (рис. 5.3). Науковий метод потребує об'єктивного, а не суб'єктивного погляду. Він передбачає розбірливість і проникливість; а також

потребує творчості. Науковий метод неможливий без творчого мислення, яке проходить шлях від аналізу до синтезу, в результаті чого з'являється інтегрований результат.

Завдання науки екологічного управління полягає в тому, щоб застосувати науковий метод для отримання відповідей на питання, які виникають у управлінців.

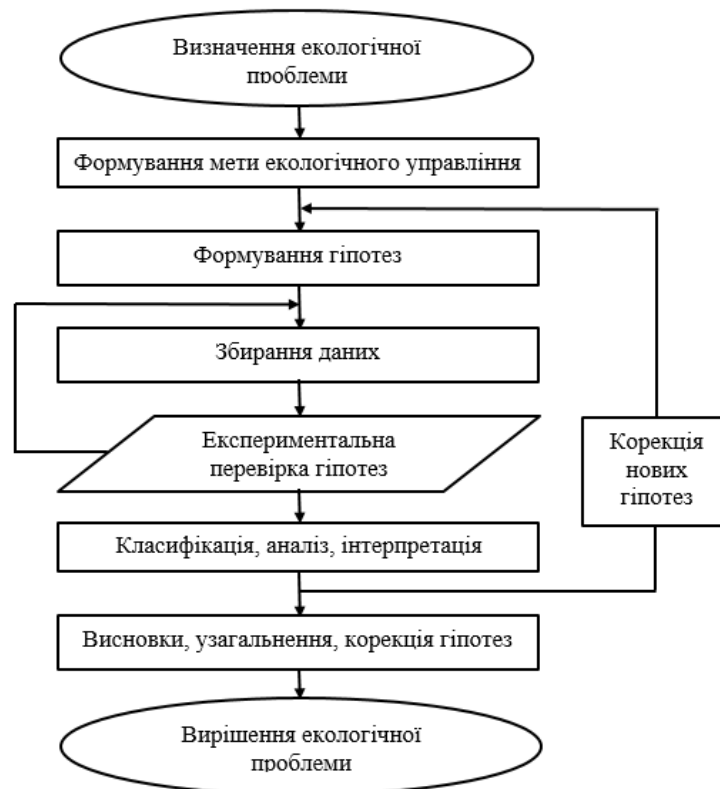


Рис. 5.3 – Науковий метод вирішення екологічних проблем

Тому можна зробити висновок, що для підвищення ефективності організаційного екологічного управління необхідно спочатку вдосконалювати методи управління, а не шукати геніальних управлінців. При цьому найкраще керівництво - справжня наука, що спирається на чітко сформульовані закони, принципи, правила.

Важливе значення має використання формалізованих методів в управлінні. Слід відзначити, що системний підхід не дає готового набору рецептів вирішення проблеми, скоріше він передбачає такий склад розуму, який дозволяє правильно використовувати спеціальні методи.

До математичних методів побудови інтегрованих автоматизованих систем відносяться: експертні методи, статистичні методи, методи прогнозування, методи лінійного програмування, теоретико-ігрові методи, методи статистичних рішень та багато інших. [140]

Основу системи методів, що використовуються в управлінні, складає загальнонаукова методологія, яка передбачає системний, комплексний підхід до вирішення проблем, а також застосування таких методів, як моделювання, експеримент, конкретно-історичний підхід, економіко-математичні та соціологічні виміри і т.д. Необхідно врахувати, що реальні проблеми поділяються на певні категорії, для вирішення яких не завжди існують готові методи. Іноді може вимагатися поєднання деяких з них.

Етапи управління екосистемою за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Як відомо, об'єктом організаційного екологічного управління є люди, біосфера, біорізноманіття, об'єкти критичної інфраструктури. Управління екологічним об'єктом передбачає наступні етапи, рис. 5.4.

1. *Формулювання цілей екологічного управління.* Слово «ціль» тут використовується в розумінні «моделі майбутнього», тобто деякого припустимого стану об'єкта, бажаного суб'єкту, що не реалізується в природі без стороннього втручання - без управління. Розглядаючи різні аспекти організаційного управління, доцільно виходити з необхідності реалізації низки цілей управління, наприклад, повне розкриття творчого та ділового потенціалу людей, зацікавлених у результатах своєї праці, збіг особистих та інтересів організації.

Важливо побудувати «дерево» цілей організаційного управління, в якому були б стратегічні, оперативні й тактичні цілі (кінцеві і прагматичні, загальні та локальні, віддалені і близькі), що безпосередньо узгоджувалися б, поєднувались та являли собою певну логічну цілісність. Важливо також поєднати їх із засобами, ресурсами, методами і формами реалізації.

2. *Визначення об'єкта екологічного управління.* Сам об'єкт управління звичайно зрозумілий, і визначений з самого початку, як елемент великої організаційної системи. Але іноді, коли об'єкт пов'язаний з середовищем численними спільними зв'язками, визначити його нелегко (іноді практично неможливо). Тільки за допомогою моделі об'єкта можливо побудувати управління, що переведе складний об'єкт у необхідний і бажаний стан. Без моделі процес управління можливо реалізувати лише методом проб та помилок, що є неприйнятним в управлінні складним об'єктом, через надто великі затрати часу. Крім того, це спричиняє багаторазове збурення об'єкта внаслідок помилкових дій.

3. *Структурний синтез моделі екологічного об'єкта.* Під структурою зазвичай розуміють вид елементів, з яких складається об'єкт, а також вид відносин між елементами. На етапі структурного синтезу визначається тільки структура моделі.

Описувати структуру найзручніше графом, вершини якого - елементи об'єкта, а дуги - відносини, у які вступають елементи. Так, складний організаційний об'єкт управління складається з окремих організацій, підприємств, установ, зв'язаних між собою відносинами підлеглості, матеріальних та інформаційних потоків.



Рис. 5.4 – Етапи управління екологічним об'єктом

Структура об'єкта управління може бути різною залежно від цілей управління. Проілюструємо цю думку на такому прикладі. Один і той же об'єкт - підприємство, має різну структуру залежно від цілей управління. Так, з точки зору міністерства, завод є «перетворюванням» виділених фондів (грошових і матеріальних) на готову продукцію. Працівники підприємства розглядають його як «перетворювання» їхньої праці на заробітну плату. Наприклад, медичні установи ставляться до того самого підприємства, як до джерела різного роду виробничих травм, а санітарна служба вважає, що підприємство виробляє відходи, які забруднюють навколишнє середовище.

Існує багато різноманітних структур моделей об'єктів організаційного управління (неперервні або дискретні; одномірні або багатомірні; детерміновані або стохастичні; лінійні або нелінійні).

4. *Ідентифікація параметрів моделі екосистеми.* Початковою інформацією для ідентифікації структури є результати спостереження за вхідними та вихідними потоками в розглядає мій системі або в об'єкті управління.

Зміст ідентифікації - це пасивне спостереження. Таким було основне право древньої науки: вміти спостерігати, не втручатись. Необхідність пасивного спостереження пов'язана з тим, що часто складні об'єкти не допускають експериментів з ними. Але якщо і виникає необхідність в експерименті, то його слід проводити таким чином, щоб одержувати максимальну інформацію про вплив вхідних параметрів на вихід об'єкта. Для цього здійснюється планування експериментів.

5. *Планування експериментів в екосистемі.* На цьому етапі головним є синтез плану експерименту, що дозволяє з максимальною ефективністю визначити параметри моделі об'єкта управління. Експеримент дозволяє визначити реакцію об'єкта на різні впливи. Поняття планування експерименту надзвичайно змістовне й насичене. Якщо, наприклад, об'єктом управління виступає який-небудь регіон, то можливе планування експерименту по з'ясуванню деяких його особливостей, наприклад, соціальне опитування, виявлення суспільної думки. Отож, виконання етапів структурного синтезу моделі, ідентифікації параметрів і планування експериментів завершується завданням синтезу моделі.

6. *Синтез екологічного управління.* Зазначений етап зв'язаний з прийняттям рішення про те, яким повинно бути управління, щоб досягти поставленої мети управління. Це рішення отримується з початковим урахуванням визначеної мети, наявної моделі об'єкта, одержаної інформацію про стан об'єкта, виділених ресурсів управління.

Синтезоване управління вважається оптимальним, якщо воно забезпечує задоволення поставленої мети з забезпеченням екстремуму (максимум або мінімум) критерію якості керування. Наприклад: максимум прибутку або мінімум витрат. Загалом управління собою програму зміни керованих параметрів у часі.

7. Реалізація екологічного управління. Реалізація управління зв'язана з практичною реалізацією програми оптимального управління, отриманого на попередньому етапі. Цей процес не створює труднощів за умови, якщо інформація щодо середовища, об'єкта і його моделі були достовірними. Проте з початку синтезу управлінських рішень до початку їх практичної реалізації все могло змінитися. З метою врахування такого роду змін вимагається відповідна корекція управління в процесі його реалізації. Якщо об'єкт активний, тобто включає людей, цілі яких можуть не збігатися з цілями управління, то в процесі управління слід враховувати й ці обставини. У даному випадку очевидно, що не вдасться достатньою мірою досягти поставлених цілей, але слід діяти так, щоб відхилення від них було мінімальним. Тому план оптимального управління і його реалізація часто відрізняються так само, як добрі наміри в житті від їхнього здійснення. Практично реалізувати управління часто буває важче, ніж його теоретично розробити (синтезувати).

Реалізувавши управління й одержавши повий стан об'єкта, можна з'ясувати, досягнуто поставленої мети управління чи ні. Скоріш за все цілі мети управління не буде досягнуто. При цьому врахуємо, що ми управляємо таким складним об'єктом як організація, котрий завдяки нестационарності не дозволяє обмежитися одноразовим актом управління. Саме тому доводиться повертатися до одного з попередніх етапів.

Через те, за найсприятливіших обставин повертаються до етапу синтезу управління для визначення нового управління, яке відображає нову ситуацію, що склалася в середовищі, і нову ціль. Ця процедура має назву корекція.

8. *Корекція в системі екологічного управління.* Цей етап обумовлений специфікою складного об'єкта управління і полягає у поверненні до одного з попередніх етапів управління. Справа в тому, що всі прийняті на попередніх етапах рішення приблизні, спираються на стару інформацію і віддзеркалюють стан об'єкта лише в попередньому проміжку часу.

Корекція може торкатися різних етапів. Найпростіша корекція пов'язана з підстроюванням параметрів моделі. Такого роду корекцію називають, як правило, адаптацією моделі. Іноді доводиться звертатись до планування експериментів з об'єктом у процесі управління ним шляхом додавання спеціальних текстових сигналів до управління.

Тому час від часу необхідна корекція структури моделі, тобто приведення її у відповідність із структурою об'єкта, яка змінилася. Корекція може торкнутися самого об'єкта (еволюція, старіння, руйнування, нештатні або аварійні ситуації).

Створена системи екологічного управління з певних причин (значна зміна якостей середовища і об'єкта) може не реалізувати досягнення мети екологічного управління, або досягти її недостатньо ефективно. Тоді виникає необхідність корекції цілей управління, яка визначає нову різноманітність цілей, що досягається за допомогою цієї системи управління.

Реалізація вказаних заходів і створює адаптивну систему організаційного управління, яка пристосовується до якостей середовища, що змінилися, об'єкта і потреб суспільства. Слід також відзначити те, що не всі вищеописані етапи управління завжди присутні під час системного синтезу складних систем. Проте для такої великої і складної системи як система організаційного управління вони тією чи іншою мірою мають бути характерні.

5.2 Інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планованої діяльності

Натепар все відчутніше постає потреба отримання певної узагальненої екологічної інформації, яка є результатом аналізу даних, що зберігаються в системах; перетворення всередині служби інформаційних масивів у зручні для аналізу бази даних та «інформація про інформацію». Цим вимогам відповідає узагальнена оглядово-аналітична екологічна інформація. Через те, інформаційні ресурси - важлива складова системи екологічного управління.

Інформаційні системи в системі управління екологічною безпекою планованої діяльності повинні розглядатися як основний інструмент реалізації механізму екологічного управління, який потребує вирішення наступних проблем: створення служби інформаційних ресурсів органів захисту довкілля та природних ресурсів; створення правової основи її функціонування; формування інфраструктури; створення системи інформаційного моніторингу; створення системи інформаційного сервісу.

Перші дві проблеми мають організаційно-правовий характер, для їх реалізації не потрібно великого фінансування. Але їх вирішення вкрай важливе. Останні проблеми потребують організаційно-технічних рішень, підкріплених необхідним ресурсним забезпеченням.

Розглядаючи інформаційні ресурси в системі екологічного управління, треба підкреслити, що інформаційний ресурс є найважливішою структурною підсистемою в системі екологічного управління. Якщо призначення інформаційної системи полягає в наданні користувачеві даних, то інформаційні ресурси є тими засобами інформаційних технологій, що використовуються персоналом як дані для підготовки і прийняття управлінських рішень.

Основна проблема під час формування та застосування єдиного інформаційного ресурсу породжується суперечністю вимог до інформаційного

забезпечення з боку користувачів. Загальна служба оперативного управління інформаційними ресурсами повинна здійснювати формування інформаційних ресурсів, їх захист, забезпечувати доступ до даних та інформаційний сервіс.

Зараз в державі розробляються автоматизовані системи інформаційної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень, виконуються роботи з впровадження обчислювальної техніки та сучасних технологій, обробки інформації в різних сферах діяльності суспільства. Засобом аналізу в цій науковій дисципліні виступає динамічна модель поведінки складної системи. Типовою моделлю у промисловій динаміці є математична модель, яка потрібна для аналізу стійкості та флуктуацій складної системи. За цим принципом складна екосистема являє собою замкнений контур з інформаційним зворотним зв'язком та включає процедури прийняття рішення.

Загальна концепція систем з інформаційним зворотним зв'язком дуже важлива для побудови моделей організаційного екологічного управління, тому що такі системи функціонують як єдине ціле, яке неможливо усвідомити, розглядаючи його окремі частини. Прийняття рішень у системах з інформаційним зворотним зв'язком об'єднує канали інформації та впливу. За такої структури складної системи (держави) функція прийняття рішень включає в себе одержання інформації і управління потоком, що зв'язує між собою різні рівні, а також запаси, резерви системи. Одне з головних застосувань інформаційно-комунікаційних аспектів екологічного управління - вивчення впливу екологічного управління на поведінку екосистеми.

Можна назвати чотири можливих підходи до проблеми інформаційно-комунікаційних взаємодій між управлінцем (особа, яка приймає управлінські екологічні рішення) та інтегрованою автоматизованою системою (ІАС), рис. 5.5.

Перший підхід допускає, що діяльність управлінців та ІАС у кожному напрямку управління відбувається абсолютно незалежно, дослідження може бути виконане більш-менш у «вакуумі», а потім запроваджене. У другому

підході акцентується на тому, що ІАС направляє повідомлення управлінцю та покладається на ту кількість інформації, яка передається за допомогою такого зв'язку. ІАС, яка прагне переконати управлінця, буде цікавитися його особистістю для того, щоб виробити найкращу стратегію для подолання його опору та для здійснення необхідних вимірів. Взаєморозуміння припускає взаємну симпатію з боку всіх, хто бере участь у роботі; науковці повинні розуміти все, що цікавить управлінця, та навпаки.

Інформаційне забезпечення процесів організаційного екологічного управління має свою специфіку, обумовлену тим, що на перший план виступає завдання інформування управлінця, який є невід'ємним елементом системи екологічного управління.

У теперішній час розробляються автоматизовані системи інформаційної підтримки органів організаційного екологічного управління, виконуються роботи з впровадження обчислювальної техніки та сучасних технологій, обробки інформації у сфері захисту довкілля та природних ресурсів.

Проблема в тому, що до цього часу не існує єдиної програми інформатизації органів великої системи та управління. Це призводить до незбалансованості, некоординованості, а в багатьох випадках і до несумісності програмного забезпечення, що, в свою чергу, веде до дублювання як інформації, так і функцій різних органів організаційного управління та некерованості процесів в системі управління.

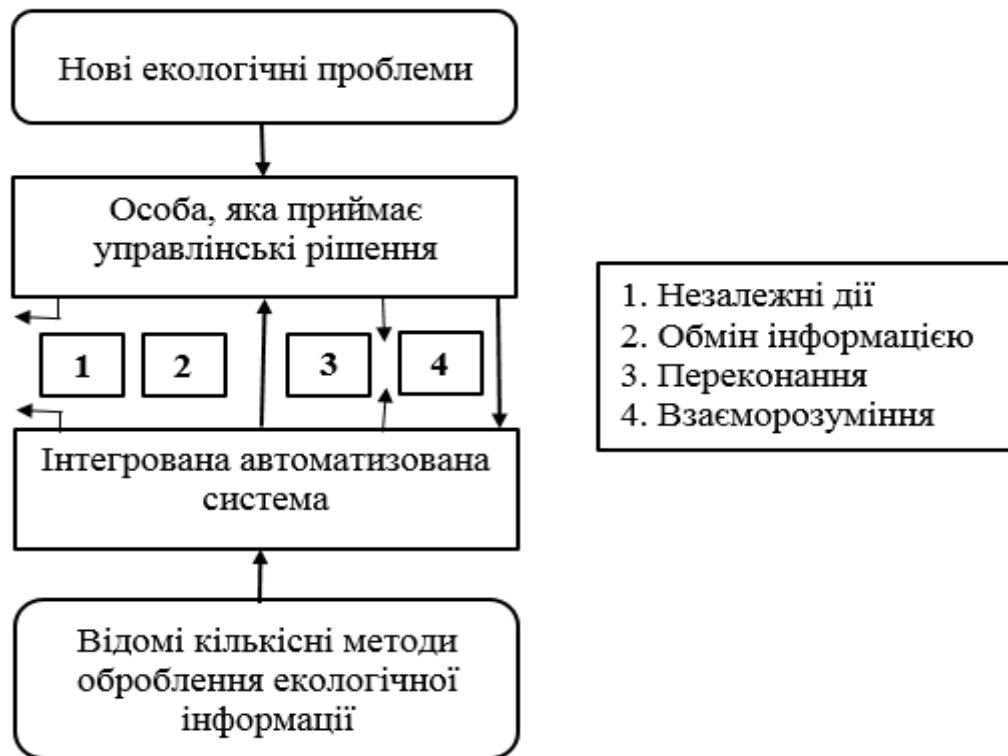


Рис. 5.5 – Проблеми екологічних інформаційних потоків

Надійність і ефективність передачі екологічної інформації залежить від комунікабельності, тобто передачі інформації від одного суб'єкта іншому. Як суб'єкти можуть виступати як окремі особи, так і організації.

Обмін інформації включає три етапи: ініціювання; передача інформації від джерела в пункт призначення; вплив інформації на одержувач і його відгук.

5.3 Метод формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах

Управлінські екологічні рішення за класифікацію визначаються як інформаційні, організаційні та оперативні (рис. 5.6). Інформаційні рішення передбачають отримання достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища та техногенно небезпечних об'єктів (об'єктів

критичної інфраструктури). Організаційні рішення визначають потрібну організаційну та автоматизовану структуру, яка потрібна для реалізації визначеної мети управління (забезпечення екологічної безпеки, екологічної рівноваги, захист навколишнього середовища: біосфери, атмосфери, гідросфери, літосфери, космосфери, видового складу тваринного і рослинного світу, природних ресурсів, збереження здоров'я і життєдіяльності людей). Оперативні рішення визначають шляхи досягнення визначеної мети та передбачають: розподіл спеціалістів та технічних засобів, завдання способів дій, поставка задач підлеглим.

Інформаційні екологічні рішення визначають, які отримані дані з різних джерел вважаються істинними. Для управління екологічною безпекою керівнику (особі, яка приймає рішення) непотрібне абсолютне відображення ситуації: надмірна деталізація лише ускладнить його. Ступінь деталізації має відповідати конкретному завданню: модель має бути адекватною. Отже, прийняття інформаційного рішення означає як відділення правильної інформації від неправильної (від дезінформації), а й розумне узагальнення, усунення зайвих деталей.

Прийняття інформаційного рішення передбачає також оцінку якості рішення, ступеня його достовірності й рівень узагальнення. Керівник повинен знати, наскільки його рішення близько істини. Інформаційне рішення є вихідний матеріал до ухвалення оперативних і організаційних рішень. Інформаційні рішення ґрунтуються на правдоподібній моделі того, що відбувається.

З позицій системного підходу можливо запропонувати таке визначення категорії «прийняття управлінського екологічного рішення»: прийняття рішення – це процес, який починається з констатації виникнення проблемної екологічної ситуації та завершується вибором рішення, тобто вибором дій, які спрямовані на усунення проблемної ситуації та забезпечення екологічної безпеки.

На процес прийняття управлінських екологічних рішень впливає безліч різноманітних факторів. До найважливіших з поміж них належать такі:

– ступінь ризику неправильного рішення - розуміється, що завжди існує імовірність прийняття неправильного рішення, яке може несприятливо впливати на організацію (зростає відповідальність ОПР);

– час, який відводиться ОПР для прийняття рішення (на практиці більшість керівників не мають можливості проаналізувати усі можливі альтернативи, відчуваючи дефіцит часу);

– ступінь підтримки ОПР колективом - цей фактор враховує те, що нових менеджерів сприймають не відразу. Якщо порозуміння і підтримки інших менеджерів і підлеглих не вистачає, то проблему слід усувати за рахунок своїх особистих рис, які повинні сприяти виконанню прийнятих рішень.

– особисті якості ОПР - один з найбільш важливих факторів. Незалежно від того, як менеджери приймають рішення і відповідають за них, вони повинні мати здібності до того, щоб приймати вірні рішення.

– політика організації - у даному випадку враховується суб'єктивний фактор при прийнятті екологічного рішення (вартість, престиж, легкість виконання - усе це може вплинути на прийняття того, чи іншого рішення).

Кінцевим результатом прийняття рішення є саме управлінське екологічне рішення, яке постає, як первинний, базовий елемент процесу управління, що забезпечує функціонування екологічної системи за рахунок взаємозв'язку формальних та неформальних, інтелектуальних та організаційно-практичних аспектів менеджменту. Управлінське екологічне рішення є інструментом впливу на об'єкт управління та окремі його підсистеми, важливою ланкою формування та реалізації відношень управління в організації; складає основу реалізації кожної функції менеджменту.

Інформаційне екологічне рішення визначає, які дані вважаються істинними. Інакше висловлюючись, це модель те, що сталося, відбувається чи може відбутися. Залежно кількості екологічної інформації модель може містити

великі чи менші подробиці, проте абсолютно відобразити ситуацію вона не може. Модель є спрощення. Для екологічного управління організацією керівнику непотрібне абсолютне відображення ситуації: надмірна деталізація лише ускладнить його. Ступінь деталізації має відповідати конкретному завданню: модель має бути адекватною. Отже, прийняття інформаційного екологічного рішення означає як відділення правильної інформації від неправильної (від дезінформації), та й розумне узагальнення, усунення зайвих деталей.

Можна запропонувати таке визначення категорії «прийняття управлінського екологічного рішення»: - це процес, який починається з констатації виникнення проблемної екологічної ситуації та завершується вибором рішення, тобто вибором дії, які спрямовані на усунення проблемної екологічної ситуації.

На процес прийняття управлінських екологічних рішень впливає безліч різноманітних факторів. До найважливіших з поміж них належать такі:

Ступінь ризику – розуміється, що завжди існує імовірність прийняття неправильного рішення, яке може несприятливо впливати на екосистему. Ризик - фактор, який управлінці (екологічні менеджери) враховують свідомо, або підсвідомо, при прийнятті рішення, оскільки він пов'язаний із зростанням відповідальності.

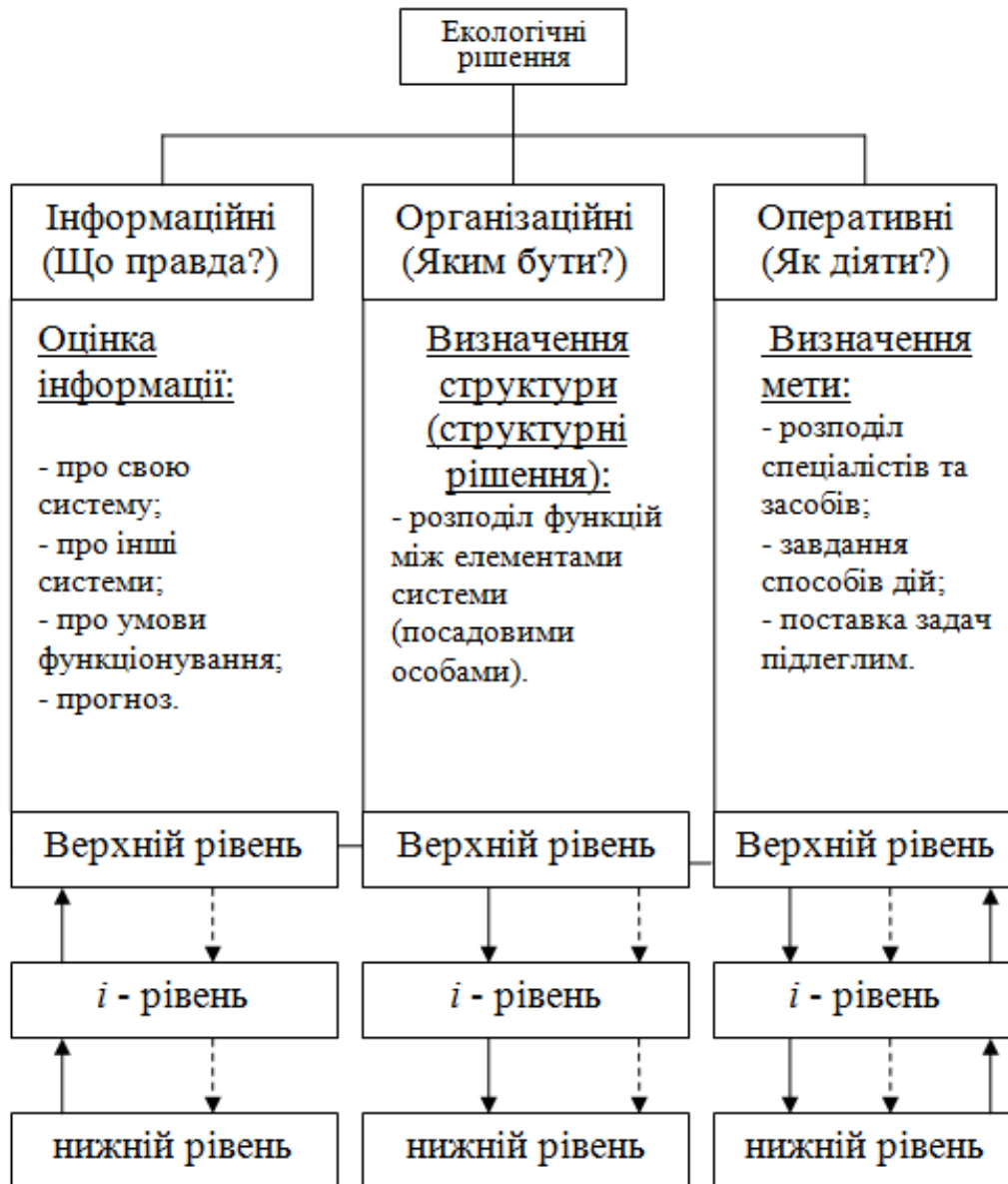


Рис. 5.6 – Класифікація управлінських екологічних рішень

Ступінь підтримки менеджера колективом - цей фактор враховує те, що нових менеджерів сприймають не відразу. Якщо порозуміння і підтримки інших менеджерів і підлеглих не вистачає, то проблему слід усувати за рахунок своїх особистих рис, які повинні сприяти виконанню прийнятих рішень. Особисті якості менеджера - один з найбільш важливих факторів. Незалежно від того, як менеджери приймають рішення і відповідають за них, вони повинні мати здібності до того, щоб приймати вірні рішення. Політика організації - у

даному випадку враховується суб'єктивний фактор при прийнятті рішення. Статус, влада, престиж, легкість виконання - усе це може вплинути на прийняття того, чи іншого рішення.

Кінцевим результатом прийняття рішення є саме управлінське екологічне рішення, яке постає, як первісний, базовий елемент процесу екологічного управління, що забезпечує безпечне функціонування екосистеми та об'єктів спостереження. Управлінське рішення є інструментом впливу на об'єкт управління та окремі його підсистеми, важливою ланкою формування та реалізації відношень управління в організації; складає основу реалізації кожної функції менеджменту.

Можливо визначити три основні моделі прийняття екологічних рішень: класична модель; поведінкова модель; ірраціональна модель.

Класична модель прийняття екологічних рішень спирається на поняття «раціональності» в прийнятті рішень. Передбачається, що особа, яка приймає рішення повинна бути абсолютно об'єктивною і логічною, мати чітку мету, усі її дії в процесі прийняття рішень спрямовані на вибір найкращої альтернативи. Класична модель, передбачає, що особа, яка приймає рішення має: чітку мету прийняття рішення; повну інформацію щодо ситуації прийняття рішення; повну інформацію щодо всіх можливих альтернатив і наслідків їх реалізації; раціональну систему впорядкування переваг за ступенем їх важливості.

Отже, класична модель передбачає, що умови прийняття рішення повинні бути достатньо визначеними. Маючи повну інформацію, менеджери можуть вибирати альтернативу, яка щонайкраще відповідає потребам організації. Проте на практиці на процес прийняття рішень впливають чисельні обмежуючі та суб'єктивні фактори. Сукупність таких факторів у процесі прийняття рішень враховує поведінкова модель.

Поведінкова модель прийняття екологічних рішень. На відміну від класичної, поведінкова модель передбачає, що особа, яка приймає рішення: повної інформації щодо ситуації прийняття рішення; не має повної інформації

щодо всіх можливих альтернатив; особа, яка приймає рішення, не здатна або не схильна (або і те, і інше) передбачити наслідки реалізації кожної можливої альтернативи.

Враховуючи ці характеристики Г.Саймон сформулював два ключових поняття поведінкової моделі:

1) поняття «обмеженої раціональності», яке означає, що люди можуть тільки намагатися прийняти раціональне рішення, але їх раціональність завжди буде обмеженою (теоретично завжди існує рішення краще за прийняте);

2) поняття «досягнення задоволеності». Оскільки досягти «повної раціональності» неможливо, менеджери бажають аби їх «страх» щодо прийняття не найкращого рішення пересилив намагання досягти оптимального рішення.

Прагнення менеджерів «досягти задоволеності» може бути обумовлено кількома причинами:

– вони можуть просто не хотіти ігнорувати власні інтереси, тобто продовжувати пошук нових альтернатив, коли вже ідентифіковані декілька прийнятних;

– вони можуть бути не здатними зважити та оцінити велику кількість альтернатив;

– можливо також втручання в процес прийняття рішень особистих, суб'єктивних факторів.

Ірраціональна модель прийняття екологічних рішень ґрунтується на передбаченні, що рішення приймаються ще до того, як досліджуються альтернативи. Ірраціональна модель найчастіше застосовується: для вирішення принципово нових, незвичайних рішень, таких, які важко піддаються вирішенню; для вирішення проблем в умовах дефіциту часу; коли менеджер або група менеджерів мають достатньо влади, аби нав'язати своє рішення.

5.3.1 Процес прийняття інформаційних екологічних рішень

Можливо визначити два основних напрямки досліджень: нормативний та описовий.

Нормативного підхід передбачає розроблення організаційних, інформаційних та методологічних засад прийняття саме раціонального рішення. Нормативний підхід опрацьовує «правила руху» в управлінській роботі, дотримання яких має забезпечити прийняття раціонального рішення.

Описовий підхід спрямований на емпіричне дослідження поведінки окремих осіб та груп людей в процесі прийняття рішень. Він має на меті визначити закономірності формування в процесі взаємодії вихідних параметрів проблеми, що вирішується, та характеристик суб'єкта, який приймає рішення.

Зміна стану висуває екологічну проблему, необхідність позбавитися якої і вимагає прийняття рішення. За інтуїтивної технології досвід прийняття рішень в аналогічних (подібних) ситуаціях, що накопичив даний суб'єкт управління й визначає саме рішення. Отже, якщо у минулому накопиченому досвіді суб'єкта управління не було прийнято аналогічних рішень, імовірність прийняття помилкового рішення зростає. Перевага інтуїтивної технології полягає у швидкості прийняття рішень, а основний недолік - у значній імовірності помилки.

Модель раціональної технології прийняття інформаційних екологічних рішень наведена на рис. 5.7.

У наведеній моделі представлена логіка реалізації раціональної технології прийняття рішень, але не відображено конкретний порядок проходження окремих етапів. У процесі підготовки рішення часто виникає необхідність уточнення або коригування результатів попередніх етапів.



Рис. 5.7 – Рациональна технологія прийняття та реалізації управлінських інформаційних екологічних рішень

Розглянемо докладніше зміст кожного з етапів, концентруючи увагу тільки на ключових (принципово важливих) аспектах їх реалізації.

Діагноз екологічної проблеми включає наступні етапи:

- виявлення та опис проблемної екологічної ситуації (означає усвідомлення та відбиття у будь-якій формі протиріччя між змінами у середовищі функціонування екосистемі та її можливостями забезпечити за таких умов досягнення своєї мети);

- встановлення мети вирішення проблемної екологічної ситуації (визначення бажаного кінцевого результату вирішення проблемної екологічної ситуації);

- ідентифікація критеріїв прийняття рішення (визначення ознак, на засадах яких буде проводитись оцінка вирішення проблемної екологічної ситуації, а також упорядкування цих ознак за ступенем важливості).

Накопичення інформації про екологічну проблему означає збирання й обробку різноманітних відомостей щодо екологічної проблеми, яка розглядається. Якість вирішення екологічної проблеми залежить від якості інформації про неї. Якість інформаційних матеріалів у свою чергу оцінюється за допомогою таких критеріїв:

1) об'єктивність - це інтегральний критерій, який поєднує у собі наступні часткові критерії:

– повноти екологічної інформації (визначається наявністю відомостей, включаючи суперечливі, які необхідні та достатні для прийняття рішення);

– точності екологічної інформації (ступінь відповідності інформації оригіналу);

– несуперечливості екологічної інформації (окремі частини однієї і тієї самої інформації не мають суперечити одна одній);

– переконливості екологічної інформації (доведеність інформації, яка примушує вірити у її достовірність);

2) лаконічність – це стислість та чіткість викладення екологічної інформації (досягається за рахунок високої згорнутості інформації без втрати її необхідної повноти);

3) актуальність – відповідність екологічної інформації об'єктивним інформаційним потребам;

4) своєчасність – здатність задовольняти інформаційну потребу у прийнятний для виконання строк;

5) комунікативність – властивість екологічної інформації бути зрозумілою для того, кому вона адресована.

Розроблення альтернативних варіантів означає розроблення, опис та складання переліку усіх можливих варіантів дій, що забезпечують вирішення проблемної екологічної ситуації.

При розробленні альтернативних варіантів самі альтернативи розглядаються як екзогенні фактори. Проте складність екологічного управління

і полягає в опрацюванні щонайповнішої сукупності альтернатив, яка містить всі допустимі варіанти дій для досягнення встановленої мети. З іншого боку, збільшення кількості альтернатив ускладнює, збільшує вартість і розтягує у часі процес прийняття екологічного інформаційного рішення.

В процесі розробки альтернатив з метою обмеження їх кількості необхідно враховувати наступні вимоги до них:

- взаємовиключність альтернатив - впливає з визначення категорії «прийняття рішення» як акту вибору. Однозначний вибір можливий лише за умови, коли альтернативи виключають одна одну;

- забезпечення однакових умов опису альтернатив (аби забезпечити можливість порівняння альтернатив, їх необхідно описувати в одних і тих самих умовах: часових, ресурсних, зовнішніх обмежень тощо). Дотримання цієї вимоги має гарантувати однакові «стартові» умови для кожної альтернативи та врахування усього комплексу результатів їх реалізації.

Оцінка альтернативних варіантів. Суть цього етапу полягає у перевірці кожної знайденої альтернативи за критеріями: реалістичність; юридичні обмеження; можливості існуючих технологій; моральні та етичні норми тощо; відповідність ресурсам, які має у своєму розпорядженні організація; прийнятність наслідків реалізації альтернативи. Схематично процес оцінки альтернативних варіантів представлений на рис. 5.8.

На етапі прийняття рішення здійснюється порівняння альтернатив за очікуваними ефектами їх реалізації та вибір кращої альтернативи на закладі критеріїв, ідентифікованих на етапі діагнозу екологічної проблеми.

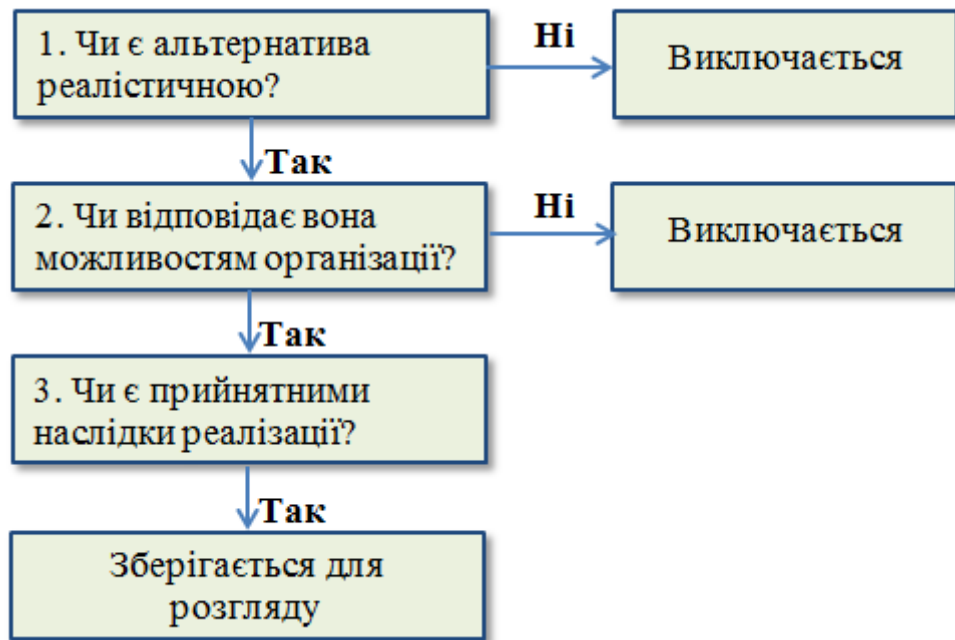


Рис. 5.8 – Послідовність оцінки альтернативних варіантів у процесі прийняття рішень

При цьому слід зауважити, що на етапі прийняття рішення суб'єкт екологічного управління має доповнити результат формалізованого аналізу (найкращий варіант) неформальними знаннями про об'єкт управління. Ці знання впливають з досвіду та інтуїції суб'єкта екологічного управління.

В практиці прийняття рішень часто виникає необхідність щодо доцільності застосування групового або індивідуального підходу до процедури прийняття екологічних рішень. Модель, спрямована на вирішення цього питання, розроблена Ріком Роскіним [231].

Модель Ріка Роскіна має форму дерева рішень, яке містить 4 змінних фактори: часовий фактор; ступінь довіри менеджера до підлеглих; важливість прийняття правильного екологічного рішення; важливість отримати згоду підлеглих виконати екологічні рішення.

Модель, представлена на рис. 5.9, вимагає від екологічного менеджера зважити кожну з цих змінних і визначити в залежності від цього стиль прийняття рішення: індивідуальний чи груповий.

Коли критичним фактором є час, рішення повинно бути прийнято індивідуально у формі наказу. Менеджер самостійно приймає рішення та повідомляє підлеглим про його зміст. Коли час не є критичним фактором, необхідно прийняти до уваги наступний фактор - ступінь довіри менеджера до підлеглих:

– якщо він є достатньо високим, менеджер може використати стиль «консультації», тобто демонструвати зацікавленість у думках підлеглих щодо вирішення проблеми;

– якщо ступінь довіри є низьким, тоді необхідно брати до уваги відразу два наступні фактори: потрібної якості рішення і ступеня згоди підлеглих виконувати рішення. Механізм вибору стилю прийняття рішення у цьому випадку описаний в табл. 5.1.

Одним з найскладніших етапів раціональної технології прийняття рішень є пошук альтернативних варіантів. В управлінській практиці використовуються різноманітні методи творчого пошуку альтернативних варіантів, які умовно поділяють на дві групи:

1. Методи індивідуального творчого пошуку (аналогії, інверсії, ідеалізації).

Метод аналогії передбачає використання схожого відомого рішення, «підказаного», наприклад, технічною, економічною або художньою літературою, яке виникло як результат спостереження за явищами природи тощо. Метод інверсії – специфічний метод, що передбачає такі підходи до пошуку варіантів: перевернути звичайне рішення «догори ногами»; вивернути на виворот; поміняти місцями тощо. Метод ідеалізації базується на пошуку альтернативи шляхом ініціювання уявлення про ідеальне вирішення проблеми, яке може наштовхнути на нові варіанти дій.

2. Методи колективного творчого пошуку («мозковий штурм», конференція ідей, метод колективного блокноту). Порівняно з індивідуальними колективні методи є більш ефективними.

З теорії та аналізу даних екологічного моніторингу можна запропонувати такі основні методи підготовки інформаційних рішень: метод зіставлення даних (кореляційний метод); метод фільтрації даних; метод розпізнавання ситуації.

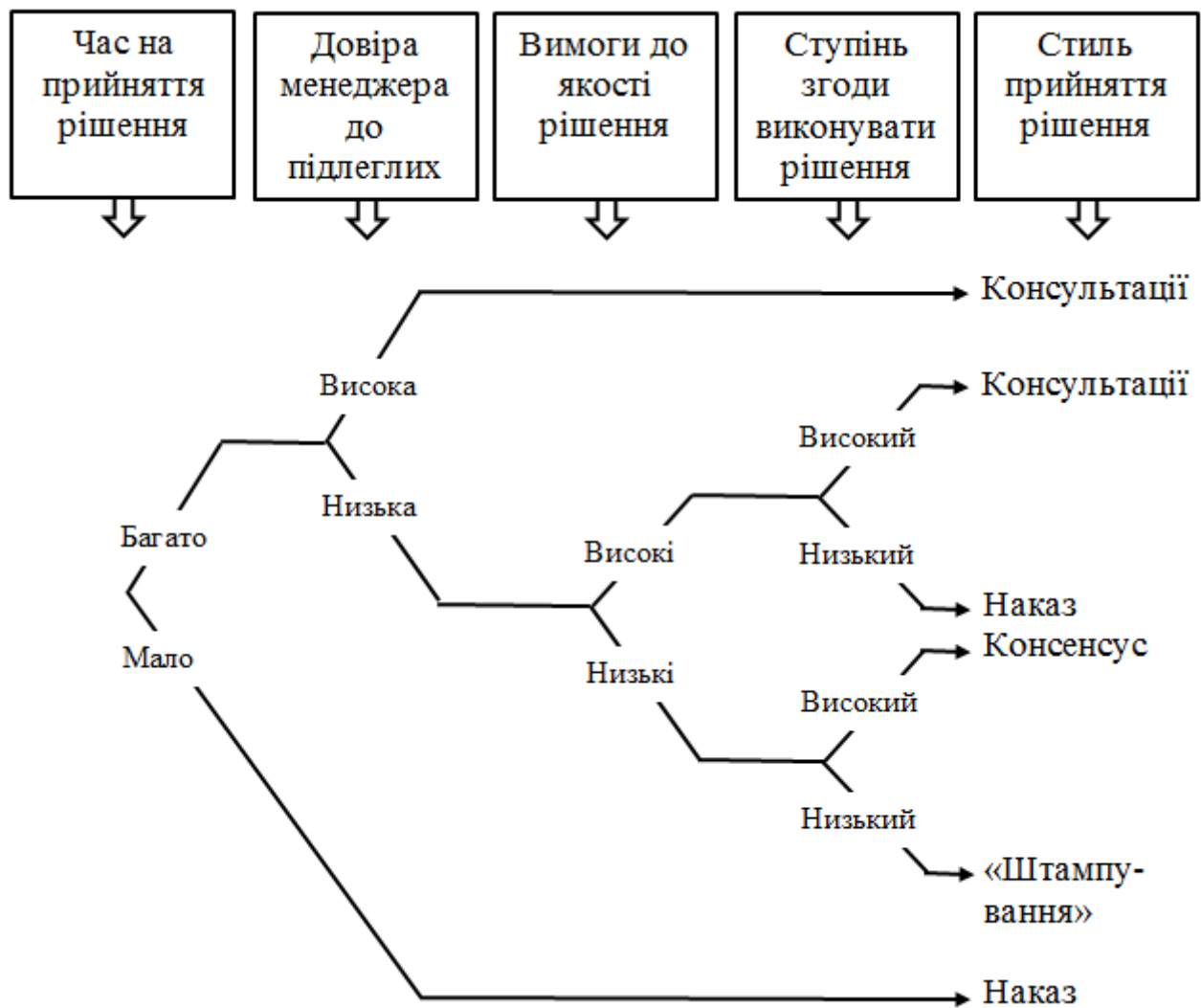


Рис.5.9 – Дерево стилів рішень

5.3.2 Метод зіставлення даних екологічного моніторингу

Метод зіставлення даних є багатоетапним. Його схема наведена на рис. 5.10.

Перший етап – групування даних. Групувати дані найзручніше шляхом відомості в таблицю (матрицю), у якій але вертикалі розташовуються рішення і альтернативи, а, по горизонталі – джерела даних. У перетинах рядків і колонок вписується зміст повідомлень (табл. 5.2). Матриця повідомлень мусить бути складена так щоб у ній потрапили усі наявні дані (незалежно від достовірності джерела). Вона повинна містити також усі можливі інформаційні рішення, пов’язані із ситуацією (незалежно від цього, яке якість даних, причетних до цього рішення).

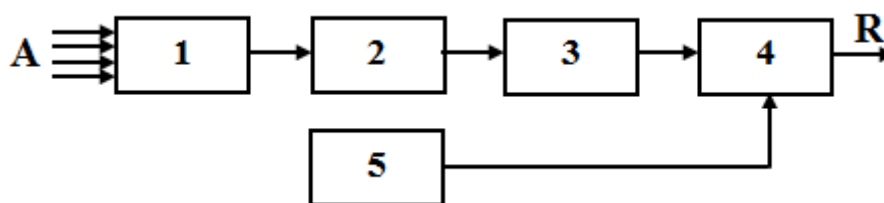
Таблиця 5.1 – Вплив типу проблеми на вибір стилю прийняття рішення

Тип проблеми Коли:	Стиль вирішення проблеми
Якість вирішення більш важлива, ніж наявність згоди його виконувати	1. Наказ Рішення приймається Керівником незалежно від інших з використанням інформації, яка у нього є
Згода виконувати рішення більш важлива, ніж його якість	2. Консенсус Групове прийняття рішення з використанням інформації та ідей усіх членів групи
Якість та згода однаково важливі	3. Консультації Рішення приймається начальником, який використовує думки підлеглих
Ні якість, ні згода не є критично важливими	«Штапування рішень» Рішення приймається найбільш легким та швидким способом - за суттю «штапується»

Якщо з якомусь питанні від деяких джерел немає даних, на відповідних позиціях ставляться нулі.

Другий етап – визначення вагових коефіцієнтів. Однією з способів є експертиза. Проте чи все можна довірити експертам. При визначенні оперативної ваги (важливості) повинні враховуватися характеристики джерел інформації та умови спостережень. Якщо умови спостереження сприятливі, то вага дорівнює достовірності джерела (ймовірності те, що джерело видає

правильні повідомлення). За інших випадках якість спостереження враховується з допомогою умовної ймовірності, яке може оцінити або сам спостерігач (оператор технічного кошти спостереження), або вирішальне пристрій (група осіб) виходячи з змісту тієї частини повідомлення, яка говорить щодо умов спостереження.



- A – вхідні дані від кількох основних джерел інформації;
 1 – групування даних; 2 – визначення ваги повідомлень;
 3 – об'єднання однотипних даних; 4 – порівнювання з порогом;
 R – рішення

Рис.5.10 – Схема зіставлення даних

Формальна методика визначення ваги ось у чому. Кожному чиннику має надійти у відповідність певна кількість (ймовірність), яка показує ступінь впливу цього чинника на достовірність повідомлення. Далі - визначається наявність відповідного чинника (або міра його) спостереження. Припускаючи про незалежність чинників обчислюється умовна ймовірність істинності повідомлення. Операція визначення ваги можуть виконати на ЕОМ, є все вхідні дані. Для технічних засобів спостереження такі дані (наприклад, ймовірність правильного виявлення й ймовірність удаваної тривоги для радіолокаційних станцій та систем) становлять важливу частину повідомлення.

Отже, стижнева ідея визначення ваги повідомлення полягає у спрощення це завдання шляхом її розчленовування в послідовності, показаної на рис. 5.11. Іноді людині легше дати загальну оцінку достовірності, не вдаючись до такої тому детальному аналізу повідомлення. Для ЕОМ такий аналіз неминучий, а ступінь його деталізації визначається участю людей у тому чи іншому етапі

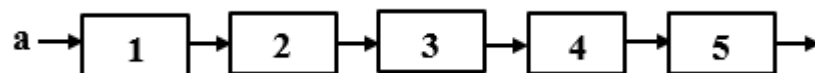
роботи. Після визначення ваги повідомлень дані може бути зведені на більш компактну форму типу табл. 5.3. Третій етап – об'єднання даних, які стосуються кожному рішенню.

Таблиця 5.2 – Матриця повідомлень

Джерело даних Двоальтернативне рішення	Експерт №1	Експерт №2	Експерт №3	Експерт №4
Екологічні показники екосистеми А погіршились (умова 1)	+	-	+	0
Екологічні показники екосистеми В погіршились (умова2)	-	-	+	0
Екологічні показники екосистеми С погіршились (умова 2)	+	+	-	+

«+» - підтверджує, «-» - не підтверджує, «0» - не має інформації

Повна ймовірність істинності рішення обчислюється по відомим формулам теорії ймовірностей. Джерела повідомлень може бути залежними, і треба врахувати зв'язок з-поміж них. І тому об'єднують залежні джерела незалежні групи і обчислюють достовірність повідомлень, виданих кожної з груп. Результат об'єднання даних показаний в табл. 5.4.



а – одиничне повідомлення; 1 – розчленування повідомлення на елементи (основні незалежні складові); 2 – визначення чинників, які можуть надати впливу геть кожен елемент повідомлення; 3 – визначення ступеня впливу кожного чинника на достовірність повідомлення; 4 – визначення умовної ймовірності повідомлення; 5 – перетворення до прийнятих одиниць ваги.

Рис. 5.11 – Схема визначення ваги повідомлення

Таблиця 5.3 – Приклад зведення даних

Джерело даних Рішення	Експерт №1	Експерт №2	Експерт №3	Експерт №4
Умова 1	0,8	0,3	0,9	0
Умова 2	0,9	0,4	0	0
Умова 3	0,7	0,7	0,2	0,8

Таблиця 5.4 – Оцінка альтернативних умов

Альтернатива	Оцінка
Умова 1	0,78
Умова 2	0,82
Умова 3	0,95

Четвертий етап – порівнювати з встановленими заздалегідь пороговими значеннями. Порогові рівні вибираються виходячи з досвіду, тобто апріорних даних про ситуацію, та фінансової відповідальності рішення. Під час вибору порогів використовуються апріорні дані. За кожним рішенням виставляються два пороги: верхній і нижній. Розмір верхнього порогового рівня враховує рівень ризику, що з позитивним рішенням. Верхній поріг є гарантійним яких і визначає той приріст інформації (проти апріорній), потрібного для повної переконаності. Якщо ваги визначено через ймовірність, а завжди апріорна ймовірність події становить, наприклад, 0,7, то верхній граничний рівень мав бути близько 0,8-0,9 або як. У насправді, відсутність апріорній інформації дозволяє приписати кожній альтернативі ймовірність 0,5 (випадковий вибір). Якщо завжди апріорна інформація дозволяє підвищити цю ймовірність на 0,2 одиниці, то природно зажадати, щоб у результаті спостережень приріст не була менше. Звісно, це надзвичайно грубе роз'яснення, що тільки ілюструє справи. Може бути, що завжди апріорна ймовірність події менше 0,5 і, отже, до спостереження ми схильні до протилежної альтернативі. І тут бути впевненими у цьому, що подія має місце, потрібно понад високий поріг. Якщо повна

ймовірність не сягає нижнього порога, повідомлення відкидається. Нижній граничний рівень виставляється виходячи з аналогічних міркувань: що більше завжди апріорна ймовірність і що вище відповідальність, тим нижче поріг. Рішення приймається виходячи з порівняльної процедури: якщо ваговий коефіцієнт перевищує верхній поріг, альтернатива приймається, якщо нижче нижнього порога – відхиляється, в проміжному разі потрібно отримання додаткових даних (дорозвідка).

Завершальний етап – складання табл. 5.5, у якому включаються ті альтернативи, якими прийнято рішення.

Таблиця 5.5 – Альтернативи прийняття рішень

Прийняті рішення	В екосистемі А екологічні показники погіршилися	В екосистемі В екологічні показники погіршилися

Викладену методику доцільно реалізовувати в автоматизованих системах прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень.

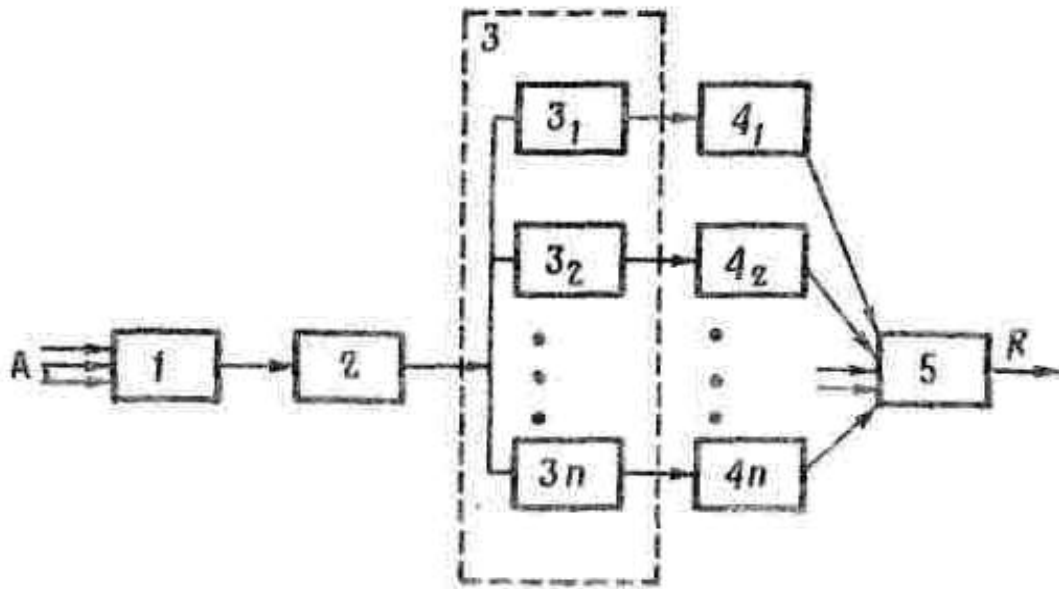
5.3.3 Метод фільтрації екологічної інформації

Перейдемо до методу фільтрації, схема якого представлена на рис. 5.12. Сутність фільтрації у тому, що розв'язання цієї приймається виходячи з зіставлення повідомлень з комплексом заздалегідь (апріорі) сформульованих незалежних ознак, кожному у тому числі приписується «вагу» (важливість). Ознаками виступають визначені показники екологічної безпеки, наприклад стан атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих вод, поводження з відходами тощо.

Цей комплекс і є фільтром. Фільтр є обґрунтована досвідом та теорією система значеннєвих і логічних перетинів поміж властивостями ситуації, об'єкта, події, явища та його зовнішніми проявами, ознаками. Якщо інформація задовольняє в цій системі, вона вважається достовірною, якщо не задовольняє – недостовірною; в сумнівному разі рішення може бути прийнято. Ознаки, включені в фільтр, називаються параметрами фільтра. Виділяються ті дані, які причетні до ознак фільтрації. Ці дані класифікуються, оцінюються їх достовірність. Після цього приймається окреме рішення щодо кожного з параметрів фільтра: є відповідна ознака чи ні. Інформаційне рішення приймається виходячи з підтверджених ознак шляхом порівняння їхніх сумарної ваги з порогом.

Принциповою відмінністю методу фільтрації від методу зіставлення є те, що відсотковий вміст можливих рішень формулюється заздалегідь, а аналіз вхідної інформації проводиться за визначеними ознаками. У раніше розглянутому методі зіставлення ознаки, що підлягають оцінці, виявлялися у процесі аналізу інформації. Основна перевага методу фільтрації полягає у його відносній простоті (відпадає складна й неоднозначна процедура визначення порівняних ознак у різних повідомленнях). Недоліком є те, що дані, які не аналізуються параметрами фільтра, не використовуються. Це певний консерватизм, зневага незвичній інформацією, але це ціна досягнутого спрощення.

Метод фільтрації містить такі етапи: групування даних; розчленування на елементи; фільтрація повідомлень: зіставлення елементів повідомлень з параметрами фільтра; оцінка достовірності повідомлення; об'єднання даних; отримання інформаційного рішення.



A – вхідні дані; 1 – групування даних; 2 – розчленовування на елементи; 3- фільтр; 3₁ – 3_n - зіставлення елементів повідомлень з параметрами фільтра; 4₁ – 4_n - оцінка достовірності; 5 – об'єднання даних; R- інформаційне рішення.

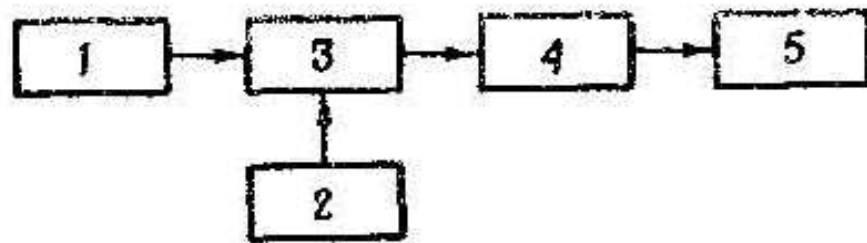
Рис. 5.12 – Схема метода фільтрації екологічної інформації.

5.3.4 Метод розпізнавання екологічної ситуації

Під екологічною ситуацією розуміється сукупність подій, що розвиваються в часі та просторі і мають якісь наслідки. Передбачається, що наслідки можуть бути чітко сформульованими і мають важливе значення. Екологічна ситуація складається з трьох складових: обстановки, зафіксованого якогось моменту часу, чи стану екосистеми (довкілля, об'єкти критичної інфраструктури), процесів, що відбуватимуться в екосистемі, і результату чи наслідків впливу зовнішніх факторів. Схема ситуації наведена на рис. 5.13.

Розпізнавання екологічної ситуації відбувається ще до появи її наслідків. Чим раніше буде розпізнана ситуація, тим буде меншим екологічний збиток. Розпізнати екологічну ситуацію - означає на основі отриманої екологічної інформації ухвалити рішення про те, яким буде подальший розвиток ситуації

(результат). При цьому доводиться користуватися апріорними даними, заснованими на попередньому досвіді. Принципова новизна методу розпізнавання екологічної ситуації у тому, що до нього включений процес розвитку екологічної ситуації, тобто динамічний елемент. У методах порівняння й фільтрації динамічні властивості екологічного процесу описувалися групою спрощених ознак, статичних даних тощо.



1- внутрішній процес, характеризується деякими ознаками; 2 – зовнішня среда; 3 – розвиток процесу під впливом довкілля; 4 – результат процесу якомусь часовому чи просторовому межі; 5 – подальший розвиток подій.

Рис. 5.13 – Схема екологічної ситуації.

Слід враховувати, що зазвичай екологічна оцінка здійснюється вибірково (дискретно у часі), в обмежений час; певною мірою вона суб'єктивна, тому вихідна інформація є неповної і неточною. Розпізнавання екологічної ситуацій може розглядатися як нова галузь кібернетики; ще немає усталеної термінології і достатньої літератури, а деякі публікації носять вузькоспеціальний характер.

Найбільш близькій областю є розпізнавання образів, проте існує принципова відмінність. По-перше, образ є статичною, а екологічна ситуація динамічною. По-друге, розпізнавання ситуації завжди пов'язані з передбаченням, екстраполяцією. По-третє, під час розпізнавання образів передбачається наявність класифікації, вихідного кінцевого алфавіту образів, встановленого, зокрема, шляхом навчання. Під час пред'явлення нового образу потрібно вирішити, до якого класу його слід віднести (або ухвалити рішення про тому, що не належить до жодного класу). При розпізнаванні екологічної

ситуацій апріорній класифікації немає, оскільки кількість можливих екологічних ситуацій нескінченно, хоча результати мають класифікацію і кінцевий алфавіт. Понад те, різні екологічні ситуації може бути близькі між собою - і навіть частково перетинатися по вихідному стану й характером розвитку екологічного процесу. Така властивість екологічних ситуацій істотно утруднює процес їх розпізнавання. Розрізняють три види екологічних ситуацій: прості, складні і вироджені.

Простими екологічними ситуаціями називатимемо ситуації, які заздалегідь класифіковані і, отже, ознаки яких відомі. Алфавіт простих ситуацій кінцевий; передбачається, що ОПР він відомий повністю (екологічна інформація постійно поповнюється у процесі накопичення досвіду).

Складними екологічними ситуаціями називатимемо ситуації, які містять нові невідомі елементи і, отже, не укладаються у алфавіт. Кількість складних ситуацій нескінченно. Однак це, значить, що складна екологічна ситуація може бути розпізнана; якщо нові елементи виявлено, їх ознаки і вплив встановлено, а результат визначено, то екологічну ситуацію вважатимуться розпізнаною.

Виродженою складною екологічною ситуацією називатимемо ситуацію, яку можливо представити у вигляді суми (композиції) простих ситуацій. Такі ситуації містять ознаки новизни, які виявляються результатом спільного впливу відомих ознак. Теоретично число вироджених ситуацій відомо (оскільки залежить від кількості комбінацій з елементів простих ситуацій). Але це число настільки велике, що його вважатимуться нескінченним. Не треба думати, що просту ситуацію легко розпізнати. Проста ситуація може бути важко розпізнаваною; при цьому іноді складну ситуацію легше розпізнати, ніж просту.

Процедура розпізнавання містить наступні етапи (рис.5.14).

1. Виділення інформації про ситуацію (т. е. про обстановку і процесі його розвитку) із загального потоку інформації.

2. Аналіз цієї інформації, поділ в частини, які стосуються різним ознаками обстановки та процесу.

3. Визначення ознак, т. е. відновлення обстановки та процесу його розвитку, виходячи з отриманої інформації.

4. Прогнозування, визначення можливих наслідків.

5. Визначення рівень достовірності прогнозу і зіставлення його із вихідною інформацією, усунення протиріч.

6. Упорядкування описи загалом.

7. Прийняття рішення.

Перший етап має технічний характер. При цьому важливо як не втратити корисну інформації, так й не застосовувати велику надмірність екологічної інформації. Принаймні передбачається, що все інформація зберігається якийсь час і до неї буде повернутися в подальших етапах. Але дуже важлива з початку виділити найважливішу, характерну і найбільш достовірну інформації і з неї розпочати.

Другий етап - аналіз інформації - є логічним продовженням першого етапу. Сутність аналізу полягає у систематизації екологічної інформації з певним ознаками. Ефективність систематизації залежить від можливості знайти подібність, зв'язок, залежність. У процесі аналізу виявляються суперечливі дані, які залежно від змісту або відкидаються (якщо вони мають великого значення), або використовуються (відповідно до достовірністю). Бажано виключати дезінформацію.



Рис. 5.14 – Схема розпізнавання екологічної ситуації

Перехід до третьої етапу - визначенню ознак - відповідальний момент. Якщо одна й та екологічна інформація може бути результатом різних властивостей обстановки, то й ознаки можуть бути однозначним. Багатозначності мусить бути виявлено, тому необхідно встановити всі ознаки, які у принципі можуть відповідати екологічній інформації. Зіставлення ознак має виключити багатозначність. Наявність незрозумілою інформації є ознакою складній ситуації. Ця інформація мусить бути додатково вивчена. Потрібно переконуватися, що складна ситуація не вироджується, т. е. переконатися, кілька одночасно діючих ознак неможливо визначати причиною чи джерелом незрозумілою інформації.

Четвертий етап починається із розробки гіпотез. На підставі даних про процес спостереження вироблені ознаки на другому етапу ознаки прогнозуються з урахуванням перетинів поміж ознаками і можливими наслідками. Достовірність прогнозу досягається шляхом ретельного обліку взаємних зв'язків ознак і процесів. З цих зв'язків випливають обмеження, що дозволяють звузити область пошуків й одержати конкретний результат.

Визначення достовірності прогнозу становить зміст п'ятого етапу. П'ятий етап специфічний стосовно того, що з позицій сформульованої перспективи можна кинути ретроспективний погляд, подивитися, наскільки ув'язані між собою результати кожного з етапів і, як кінцевий результат відповідає вихідній інформації.

Шостий етап полягає у складанні описи ситуації, тобто результатів розпізнавання. Бажано, щоб цей опис був кількісним. Опис включає стан (обстановку), процес його і результати. Він перестає бути переліком ознак, характеризуючих той чи інший елемент ситуації. Формалізований опис може мати вид структурної схеми; мережного графіка із визначенням всіх подій, переходів та його числових (ймовірнісних) характеристик; таблиці, постаченої необхідними значеннями і кількісними роз'ясненнями, тощо.

Заключний, сьомий етап — ухвалення рішення. Інформаційне рішення приймається виходячи з описи ситуації та всіх міркувань, що виникли у процесі розпізнавання.

Особливість інформаційного рішення за використанні методу розпізнавання ситуацій полягає у тому, що рішення стосується ситуації всієї екосистеми, а не окремих ознак і фактів. При цьому під час ухвалення інформаційного рішення особливе значення необхідно надавати повноті і цілісності початкової інформації (вхідні дані).

Методу розпізнавання екологічної ситуації доцільне застосовувати у системах підтримки екологічних рішень з використанням систем дистанційного зондування Землі, використання аерокосмічних технологій. Сьогодні

розглядаються питання щодо використання супутникових знімків для розкриття злочинів проти довкілля.

Застосування методу розпізнавання екологічної ситуації здійснено авторами разом зі спеціалістами Національного центру управління та випробувань космічних засобів при дослідженні причин пожеж у Чорнобильській зоні (рис 5.15).

У 2020 році Національний центр управління та випробувань космічних засобів, Державне космічне агентство та Управління поліції на воді та повітряної підтримки НПУ планували співпрацювати на упередження та розкриття злочинів проти довкілля, злочинів у сфері незаконного обігу наркотичних речовин та контрабанди. Також завдяки використанню дистанційного зондування земної поверхні можливо встановити території ймовірного вирощування наркотичних речовин; місце, час та судна, які причетні до забруднень виключної морської економічної зони Держави.

5.4 Технологія прийняття інформаційних екологічних рішень із застосуванням методу експертних оцінок

У процесі підготовки інформаційного екологічного рішення виникає необхідність виконання наступних етапів: діагноз екологічної проблеми, накопичення інформації про екологічну проблему; розроблення альтернативних варіантів, оцінка альтернативних варіантів, прийняття рішення.

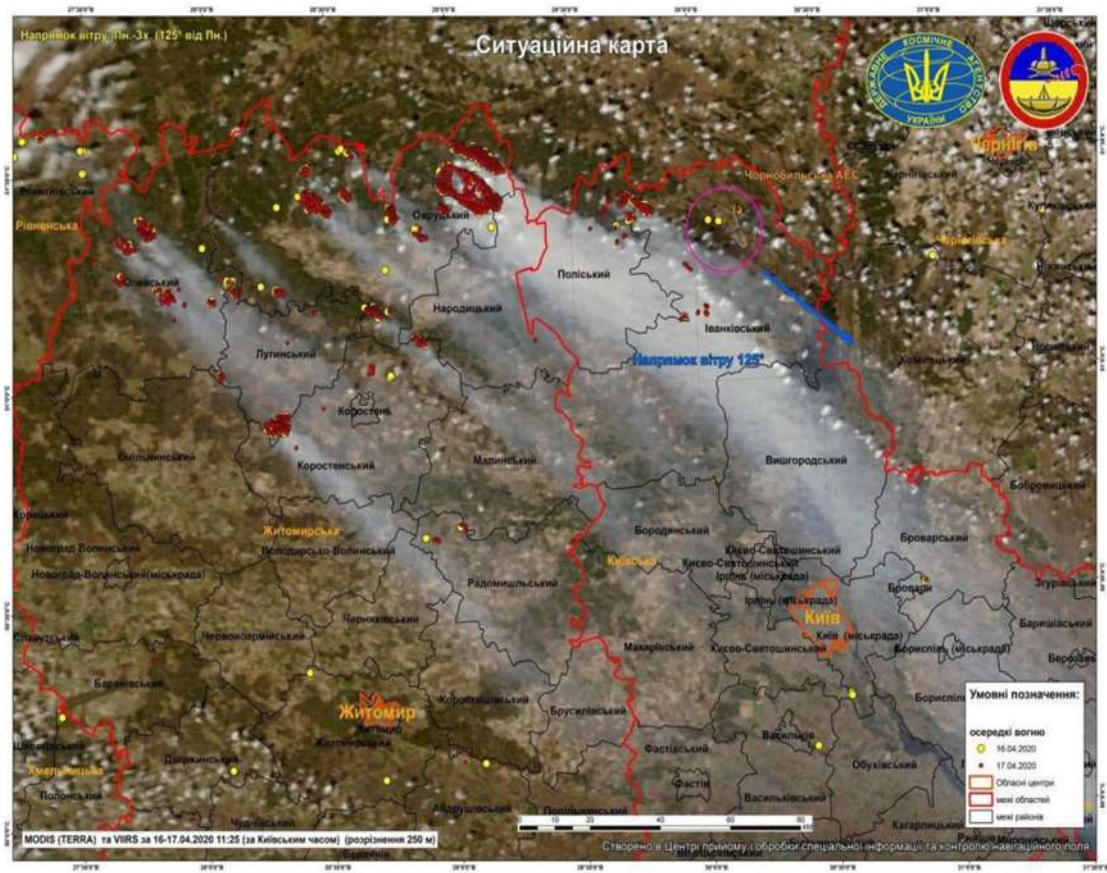


Рис. 5.15 – Інформаційне рішення: ситуаційна карта екологічного спостереження

Діагноз екологічної проблеми:

- виявлення та опис проблемної екологічної ситуації (означає усвідомлення та відображення у будь-якій формі протиріччя поміж змінами у середовищі функціонування екосистеми та її можливостями забезпечити за таких умов досягнення екологічної безпеки);
- встановлення мети вирішення проблемної екологічної ситуації (визначення бажаного кінцевого результату вирішення проблемної екологічної ситуації);
- ідентифікація критеріїв прийняття управлінського рішення (визначення ознак, на яких засадах буде проводитись оцінка вирішення проблемної екологічної ситуації, а також упорядкування цих ознак за ступенем важливості).

Накопичення інформації про екологічну проблему означає збирання й опрацювання різноманітних відомостей щодо розгляду проблеми. Ступінь вирішення проблеми залежить від якості інформації про неї. Якість інформаційних матеріалів у свою чергу оцінюється за допомогою таких критеріїв:

– об’єктивність - це інтегральний критерій, який поєднує у собі наступні часткові критерії: повноти інформації (визначається наявністю відомостей, включаючи суперечливі, які необхідні та достатні для прийняття рішення); точності інформації (ступінь відповідності інформації оригіналу); несуперечливості інформації (окремі частини однієї і тієї самої інформації не мають суперечити одна одній); переконливості інформації (доведеність інформації, яка примушує вірити у її достовірність);

– лаконічність - стислість та чіткість викладення інформації (досягається за рахунок високої згорнутості інформації без втрати її необхідної повноти);

– актуальність - відповідність інформації об’єктивним інформаційним потребам;

– своєчасність - здатність задовольняти інформаційну потребу у прийнятний для виконання строк;

– комунікативність - властивість інформації бути зрозумілою для того, кому вона адресована.

Розроблення альтернативних варіантів означає розроблення, опис та складання переліку усіх можливих варіантів дій, що забезпечують вирішення проблемної екологічної ситуації. Сенс етапу оцінки альтернативних варіантів полягає у перевірці кожної знайденої альтернативи за критеріями: реалістичність (можливість її здійснення взагалі з урахуванням зовнішніх обставин, незалежних від самої екосистеми); юридичні обмеження; можливості існуючих технологій; моральні та етичні норми тощо; відповідність ресурсам, які має у своєму розпорядженні ОПР; прийнятність наслідків реалізації альтернативи. В процесі виявлення можливих наслідків реалізації кожної

альтернативи необхідно враховувати не тільки основні (пов'язані з досягненням мети), але і побічні результати.

Прийняття рішення. На цьому етапі здійснюється порівняння альтернатив за очікуваними ефектами їх реалізації та вибір кращої альтернативи на засадах критеріїв, ідентифікованих на етапі діагнозу проблеми.

Відбір експертів і їх кваліфікації. Компетентність кожного експерта в обговорюваному j -му питанні, оцінювати так званим коефіцієнтом компетентності:

$$0 \leq k_i^j \leq 1, i = 1, \dots, N_j, \quad (5.1)$$

де N_j - число експертів, що залучаються до вирішення j -го питання. При $k_i^j = 0$ i -й експерт визнається некомпетентним в j -му питанні, а при $k_i^j = 1$ цей експерт вважається повністю компетентним. Якщо ці коефіцієнти компетентності відомі, то зразу чітко визначається число експертів. Дійсно, експертів, чия компетентність нижча за порогову, тобто

$$k_i^j \leq \delta^j \quad (5.2)$$

де δ^j - заданий поріг, компетентності для вирішення j -го питання, можна не зважати вирішенням цієї проблеми. Так з'ясовується число N_j експертів, що долучаються до вирішення j -го питання.

Розглянемо спосіб визначення коефіцієнтів компетентності. Ці коефіцієнти визначаються також експертно, тобто шляхом взаємної оцінки компетентності самих експертів. Робиться це так. Кожен i -й експерт при вирішенні j -го питання оцінює компетентність всіх експертів (в тому числі й свою) за допомогою коефіцієнтів

$$0 \leq k_l^j \leq 1, l = 1, \dots, N_j, \quad (5.3)$$

Тут k_l^j - думка експерта про компетентність l -го експерта при вирішенні j -го питання. Тепер нескладно визначити коефіцієнт компетентності l -го експерта як середнє число всіх оцінок, включно і його власну:

$$k_i^j = \frac{1}{N_j} \sum_{l=1}^{N_j} k_{il}^j, l = 1, \dots, N_j \quad (5.4)$$

При відомих значеннях коефіцієнтів компетентності, можна приступити до вирішення j -го питання. Усіляка проблема в кінцевому рахунку зводиться до визначення чи деякого числа, чи до множини чисел q , які називають рішенням цієї проблеми.

Отримані від всіх експертів значення $W_i^j (i=1, \dots, N_j)$ (тут можуть бути і відмови від експертизи у вигляді визнання власної некомпетентності в тому питанні; експерти що відмовились автоматично випадають з N_j), варто прийняти рішення про значення цього фактору. Це значення з врахуванням компетентності експертів краще визначати як середньозважене з вагою рівною коефіцієнтам компетентності:

$$W^j = \left(\sum_{i=1}^{N_j} W_i^j k_i^j \right) \left| \sum_{i=1}^{N_j} k_i^j \right. \quad (5.4)$$

Очевидно, що думка кожного експерта визначається значенням його коефіцієнта компетентності. Тому пропозиція малокомпетентних експертів автоматично враховується менш вагомою. Пропозиції експертів, тобто числа W_i^j можуть сильно відрізнятись одні від інших з двох причин. З одного боку, різнобій може бути спричинений тим, що експертам важко відповідати на поставлене питання. В цьому випадку варто змінити його завдання, щоб полегшити експертам їх задачу. З другого боку це може відбутися і тому, що з приводу фактора W^j існують дві протиставні одна одній точки зору, які варто враховувати при вирішенні питання. В цьому випадку проектувальнику варто виявити їх і схилитися до одної з них.

Розмаїття думок простіше всього визначати за допомогою оцінки дисперсії отриманих експертних оцінок:

$$\hat{D}(W^j) = \frac{1}{N_j - 1} \sum_{i=1}^{N_j} \left(W_i^j - \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} W_i^j \right)^2 \quad (5.5)$$

Незначна величина цієї дисперсії свідчить про достатню згоду експертів.

Проведений аналіз свідчить, що метод експертних оцінок дозволяє вирішувати «невирішувані» проблеми при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності. Зазвичай, отримане рішення завжди усереднене (наближене), але його можна уточнювати, збільшенням числа експертів із врахуванням їх компетентності у вирішенні даної проблеми. Однак для цього потрібне ранжування показників якості функціонування показників екологічної безпеки при управлінні планованої діяльності.

Відомо, що завдання визначення ваги значимості при великій кількості параметрів є складним і таким, яке сильно впливає на результати синтезу складної системи [22]. Ретроспективний аналіз дозволяє виділити чотири характерних напрямки у процесі побудови складної системи.

Перший напрямок («Дієвість») характеризується практично повною відсутністю досвіду вирішення нових проєктних завдань, а часто і методів проєктування складних об'єктів. При цьому використовуються вузькоспеціальні методи планованої діяльності, які забезпечують розроблення елементів екосистем, здатних безпечно функціонувати у складі цілого.

Другий напрямок («Оптимальність») - удосконалення методології проєктування та покращання характеристик екосистеми. Характерна риса цього напрямку полягає у тому, що головна увага приділяється проєктуванню системи управління екологічною безпекою за критерієм оптимізації окремих показників якості функціонування екосистеми.

Третій напрямок («Вартість») характерний тим, що на зміну методології, яка забезпечує створення «оптимальної» технічної системи, прийшла методологія, мета якої - забезпечення максимальної економічної ефективності проєктної екосистеми.

Четвертий напрямок («Екологічність») характеризується застосуванням системного підходу, передбачає максимально можливу повноту урахування різноманітних наслідків формуванню та експлуатації складних систем. Головна

особливість даного етапу - багатокритеріальність та суттєве розширення меж екологічного об'єкта, урахування взаємодії проєктованої екосистеми та зовнішнього середовища на усіх стадіях життєвого циклу.

Для вирішення означеної проблеми користуються одним з інструментів кластерного аналізу - методом аналізу ієрархій. Суть методу полягає у наступному.

Будують багаторівневу ієрархію проблеми (рис. 5.16).

Перший рівень визначає головну мету її розробки ефективної методології проєктування.

Другий рівень - сукупність критеріїв I_{2i} , $i=1,k$ за якими слід порівнювати різні підходи при виборі «найкращої» методології. Такими підходами на другому рівні можуть використовуватися:

I_{21} - повнота урахування факторів, які впливають на якість проєктованої системи;

I_{22} - адекватність методології прогнозованій реальності (відповідність вимогам та завданням майбутнього);

I_{23} - довготривалість, або здатність враховувати наслідки функціонування проєктованої системи у майбутньому;

I_{24} - реалізованість, або можливість використання методології у практиці проєктування з прийнятними витратами (часу, матеріальних засобів та ін.).

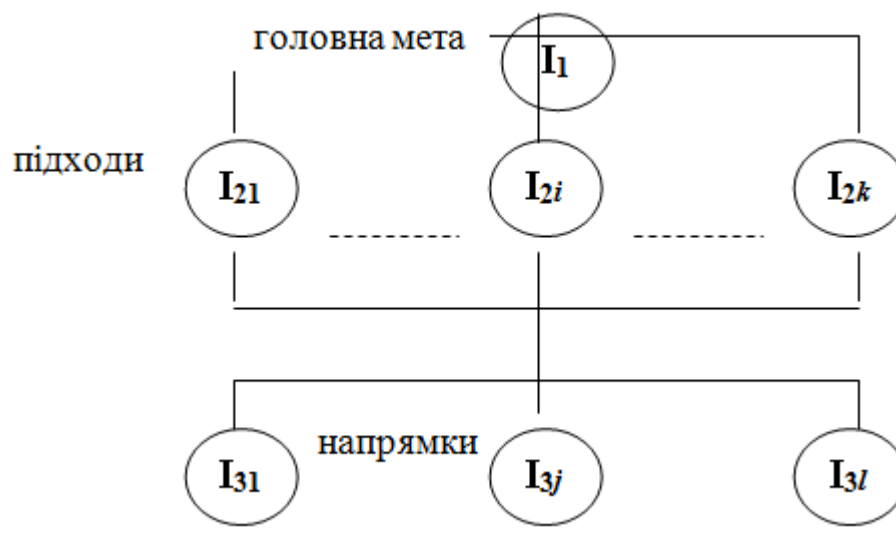


Рис. 5.16 – Багаторівнева ієрархія проблеми

Третій рівень I_{31}, \dots, I_{3l} - сукупність екологічних критеріїв, за якими слід порівнювати можливі напрямки розвитку методології проектування. У якості таких напрямків на третьому рівні можуть використовуватися:

I_{31} - формування рішень з урахуванням потреб не тільки найближчого, але і віддаленого майбутнього (забезпечення ефективності на великому часовому інтервалі);

I_{32} - зміна системи екологічних критеріїв, які визначають безпеку екосистеми (економічність, безпека, надійність та ін.);

I_{33} - розвиток системних методів проектування з метою не тільки урахування наслідків прийнятих рішень, але й управління ними. Йдеться про перехід від проектування екологічного об'єкта до проектування безпечного екологічного середовища, що виходить за рамки якої-небудь однієї вузької спеціалізації у галузі проектування екосистеми.

I_{34} - створення екосистеми, яка забезпечує екологічну безпеку планової діяльності.

I_{35} - прийняття системи багатоаспектних рішень в умовах появи нових вимог до проєктованого екооб'єкта, нових технологій, зміни параметрів зовнішнього середовища.

I_{36} - пошук та використання розробок та технологій в інших галузях науки та техніки, що дозволяє отримати нові ідеї та рішення в забезпеченні екологічної безпеки.

2. Здійснюється попарне порівняння елементів ієрархії на другому рівні

$$I_{2i} \sim I_{2j}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 4$$

З цією метою складають матрицю попарних порівнянь критеріїв (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Матриця попарних порівнянь критеріїв

Для I_1	I_{21}	I_{22}	I_{2i}	I_{2k}	$\tilde{P}_2(\bullet)$
I_{21}	1	α_{21}^{22}	α_{21}^{2i}	α_{21}^{2k}	$\tilde{P}_2(I_{21})$
I_{22}	α_{22}^{21}	1	α_{22}^{2i}	α_{22}^{2k}	$\tilde{P}_2(I_{22})$
I_{2i}	α_{2i}^{21}	α_{2i}^{22}	1	α_{2i}^{2k}	$\tilde{P}_2(I_{2i})$
I_{2k}	α_{2k}^{21}	α_{2k}^{22}	α_{2k}^{2i}	1	$\tilde{P}_2(I_{2k})$

По діагоналі матриці записуються 1.

Порівняння проводять у нормалізованій формі по відношенню відповідних I_{2j} , до головної мети I_1 . Результат порівняння α_{2n}^{2m} , $n, m = 1, \bar{k}$ носить суб'єктивний характер, тобто не може бути чітко формалізованим.

Практика свідчить, що таке порівняння зручно виконувати за шкалою 0-10. Результат порівняння характеризує відношення ваги I_{2i} , I_{2j} , тобто у скільки разів вплив критерію I_{2i} , є важливішим, ніж вплив I_{2j} на головну мету I_1 . Отож, параметр α_{2n}^{2m} буде характеризувати вагу критерію I_{2n} по відношенню до критерію I_{2m} за впливом на загальний критерій I_1

$$\alpha_{21}^{22} = \frac{I_{21}}{I_{22}}; \quad \alpha_{21}^{2i} = \frac{I_{21}}{I_{2i}}; \quad \alpha_{21}^{2k} = \frac{I_{21}}{I_{2k}}; \quad \alpha_{2j}^{2j} = 1;$$

$$\alpha_{2n}^{2m} = \frac{I_{2n}}{I_{2m}}, \quad m, n = 1, \bar{k},$$

причому

$$\alpha_{2n}^{2m} = \frac{1}{\alpha_{2m}^{2n}} = [\alpha_{2m}^{2n}]^{-1}.$$

2. Визначають пріоритети $\tilde{P}_2(I_{2k})$ критеріїв I_{2i} , $i=1, k$ як нормовану суму рядків елементів матриці парних порівнянь. Попередньо визначають суму рядків елементів матриці

$$P_2(I_{21}) = 1 + \alpha_{21}^{22} + \dots + \alpha_{21}^{2i} + \dots + \alpha_{21}^{2k} = \sum_{r=1}^k \alpha_{21}^{2r}$$

$$P_2(I_{22}) = \alpha_{22}^{21} + 1 + \dots + \alpha_{22}^{2i} + \dots + \alpha_{22}^{2k} = \sum_{r=1}^k \alpha_{22}^{2r}$$

$$P_2(I_{2i}) = \alpha_{2i}^{21} + \alpha_{2i}^{22} + \dots + 1 + \dots + \alpha_{2i}^{2k} = \sum_{r=1}^k \alpha_{2i}^{2r}$$

$$P_2(I_{2k}) = \alpha_{2k}^{21} + \alpha_{2k}^{22} + \dots + \alpha_{2k}^{2i} + \dots + 1 = \sum_{r=1}^k \alpha_{2k}^{2r}$$

Пріоритети критеріїв другого рівня визначають шляхом нормування сум рядків

$$\tilde{P}_2(I_{21}) = \frac{P_2(I_{21})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

$$\tilde{P}_2(I_{22}) = \frac{P_2(I_{22})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

$$\tilde{P}_2(I_{2i}) = \frac{P_2(I_{2i})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

$$\tilde{P}_2(I_{2k}) = \frac{P_2(I_{2k})}{\sum_{r=1}^k P_2(I_{2r})}$$

Як підсумок,

$$\tilde{P}_2(I_{2i}) = \frac{\sum_{r=1}^k \alpha_{2k}^{2r}}{\sum_{r=1}^k \alpha_{21}^{2r} + \sum_{r=1}^k \alpha_{22}^{2r} + \dots + \sum_{r=1}^k \alpha_{2k}^{2r}} = \frac{\sum_{r=1}^k \alpha_{2k}^{2r}}{\sum_{s=1}^k \sum_{r=1}^k \alpha_{2s}^{2r}}$$

3. Здійснюють попарне порівняння елементів ієрархії на третьому рівні для кожного

$$I_{3i} \sim I_{3j}, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 6$$

з елементів ієрархії на другому рівні (табл. 5.7-5.10).

Порівняння проводять аналогічно у нормованій формі. Елементи матриці парних порівнянь мають суть відношення критеріїв I_{3i} та I_{3j} , $i, j = 1, l$ до ступеня їх впливу на I_{2l} , $l = 1, k$

$${}_l\beta_{3n}^{3m} = \frac{I_{3n}}{I_{3m}}, \quad m, n = 1, \bar{l}$$

$${}_l\beta_{3i}^{3i} = 1.$$

Таблиця 5.7 – Попарне порівняння елементів ієрархії на третьому рівні

Для I_{21}	I_{31}	I_{32}	...	I_{3i}	...	I_{3l}	${}_1\tilde{P}(\bullet)$
I_{31}	1	${}_l\beta_{31}^{32}$	...	${}_l\beta_{31}^{3i}$	...	${}_l\beta_{31}^{3l}$	${}_1\tilde{P}(I_{31})$
I_{32}	${}_l\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_l\beta_{32}^{3i}$	...	${}_l\beta_{32}^{3l}$	${}_1\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...
I_{3i}	${}_l\beta_{3i}^{31}$	${}_l\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_l\beta_{3i}^{3l}$	${}_1\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	
I_{3l}	${}_l\beta_{3l}^{31}$	${}_l\beta_{3l}^{32}$	...	${}_l\beta_{3l}^{3i}$	...	1	${}_1\tilde{P}(I_{3l})$

Таблиця 5.8 – Попарне порівняння елементів ієрархії на третьому рівні

Для I_{22}	I_{31}	I_{32}	...	I_{3i}	...	I_{3l}	${}_2\tilde{P}(\bullet)$
I_{31}	1	${}_2\beta_{31}^{32}$	...	${}_2\beta_{31}^{3i}$	...	${}_2\beta_{31}^{3l}$	${}_2\tilde{P}(I_{31})$
I_{32}	${}_2\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_2\beta_{32}^{3i}$	...	${}_2\beta_{32}^{3l}$	${}_2\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...
I_{3i}	${}_2\beta_{3i}^{31}$	${}_2\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_2\beta_{3i}^{3l}$	${}_2\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	
I_{3l}	${}_2\beta_{3l}^{31}$	${}_2\beta_{3l}^{32}$	...	${}_2\beta_{3l}^{3i}$	...	1	${}_2\tilde{P}(I_{3l})$

Таблиця 5.9 – Попарне порівняння елементів ієрархії на третьому рівні

Для I_{2j}	I_{31}	I_{32}	...	I_{3i}	...	I_{3l}	${}_j\tilde{P}(\bullet)$
I_{31}	1	${}_j\beta_{31}^{32}$	...	${}_j\beta_{31}^{3i}$	...	${}_j\beta_{31}^{3l}$	${}_j\tilde{P}(I_{31})$
I_{32}	${}_j\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_j\beta_{32}^{3i}$	...	${}_j\beta_{32}^{3l}$	${}_j\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...

I_{3i}	${}_j\beta_{3i}^{31}$	${}_j\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_j\beta_{3i}^{3l}$	${}_j\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	
I_{3l}	${}_j\beta_{3l}^{31}$	${}_j\beta_{3l}^{32}$	...	${}_j\beta_{3l}^{3i}$	...	1	${}_j\tilde{P}(I_{3l})$

Таблиця 5.10 – Попарне порівняння елементів ієрархії на третьому рівні

Для I_{2k}	I_{31}	I_{32}	...	I_{3i}	...	I_{3l}	${}_k\tilde{P}(\bullet)$
I_{31}	1	${}_k\beta_{31}^{32}$	...	${}_k\beta_{31}^{3i}$	...	${}_k\beta_{31}^{3l}$	${}_k\tilde{P}(I_{31})$
I_{32}	${}_k\beta_{32}^{31}$	1	...	${}_k\beta_{32}^{3i}$	...	${}_k\beta_{32}^{3l}$	${}_k\tilde{P}(I_{32})$
...	...	...	1	...	...	...	...
I_{3i}	${}_k\beta_{3i}^{31}$	${}_k\beta_{3i}^{32}$	...	1	...	${}_k\beta_{3i}^{3l}$	${}_k\tilde{P}(I_{3i})$
...	...	...	...	...	1	...	
I_{3l}	${}_k\beta_{3l}^{31}$	${}_k\beta_{3l}^{32}$	...	${}_k\beta_{3l}^{3i}$	...	1	${}_k\tilde{P}(I_{3l})$

4. Визначають пріоритети ${}_i\tilde{P}(I_{3i})$ $j=1, \bar{l}$, $i=1, \bar{k}$ критеріїв I_{3i} , як нормовану суму рядків елементів відповідної матриці парних порівнянь

$${}_1P_3(I_{31}) = 1 + {}_1\beta_{31}^{32} + \dots + {}_1\beta_{31}^{3i} + \dots + {}_1\beta_{31}^{3l} = \sum_{r=1}^l {}_1\beta_{31}^{3r}$$

$${}_1P_3(I_{32}) = {}_1\beta_{32}^{31} + 1 + \dots + {}_1\beta_{32}^{3i} + \dots + {}_1\beta_{32}^{3l} = \sum_{r=1}^l {}_1\beta_{32}^{3r}$$

$${}_kP_3(I_{3i}) = \sum_{r=1}^l {}_k\beta_{3i}^{3r}$$

5. Визначають узагальнені ваги напрямків по відношенню до головної мети (ефективність планової діяльності).

Урахування впливу критеріїв другого рівня на третій (рис. 5.16) може бути здійснено відповідною корекцією елементів матриці \tilde{P}_3 , яка складається з пріоритетів критеріїв I_{3i} (табл. 5.7-5.10) і має назву матриці пріоритетів напрямків. Колонками матриці \tilde{P}_3 є праві стовпчики таблиць 5.7-5.10.

$$\tilde{P}_3 = \begin{bmatrix} {}_1\tilde{P}_3(I_{31}) & {}_2\tilde{P}_3(I_{31}) & \dots & {}_k\tilde{P}_3(I_{31}) \\ {}_1\tilde{P}_3(I_{32}) & {}_2\tilde{P}_3(I_{32}) & \dots & {}_k\tilde{P}_3(I_{32}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ {}_1\tilde{P}_3(I_{3l}) & {}_2\tilde{P}_3(I_{3l}) & \dots & {}_k\tilde{P}_3(I_{3l}) \end{bmatrix}$$

Далі визначаємо модифіковану матрицю ${}_M\tilde{P}_3$ пріоритетів \tilde{P}_3 з урахуванням пріоритетів критеріїв \tilde{P}_2 . Матриця ${}_M\tilde{P}_3$ отримується шляхом множення матриці \tilde{P}_3 на діагональну матрицю \tilde{P}_2 , де

$$\tilde{P}_2 = \begin{bmatrix} \tilde{P}_2(I_{21}) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \tilde{P}_2(I_{22}) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \tilde{P}_2(I_{2i}) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \tilde{P}_2(I_{2k}) \end{bmatrix}$$

$${}_M\tilde{P}_3 = \tilde{P}_3 \tilde{P}_2 = \begin{bmatrix} \tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) & \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) & \dots & \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31}) \\ \tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) & \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) & \dots & \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{P}_2(I_{21}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l}) & \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l}) & \dots & \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l}) \end{bmatrix}$$

Узагальнення ваги V напрямків I_{3i} , $i=1, \bar{l}$ по відношенню до головної мети I_1 знаходять шляхом множення матриці ${}_M\tilde{P}_3$ на одиничний вектор $1_{(l)}, 1_{(l)} \in R^l$

$$V = {}_M\tilde{P}_3 \cdot 1_{(l)} = [V_1 V_2 \dots V_l]^T$$

$$\tilde{P}_2(I_{21}) \cdot {}_1\tilde{P}_3(I_{31}) + \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot {}_2\tilde{P}_3(I_{31}) + K + \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot {}_k\tilde{P}_3(I_{31}) = \sum_{i=1}^k \tilde{P}_2(I_{2i}) \cdot \tilde{P}_3(I_{31})$$

$$\tilde{P}_2(I_{21}) \cdot {}_1\tilde{P}_3(I_{32}) + \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot {}_2\tilde{P}_3(I_{32}) + K + \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot {}_k\tilde{P}_3(I_{32}) = \sum_{i=1}^k \tilde{P}_2(I_{2i}) \cdot \tilde{P}_3(I_{32})$$

$$\tilde{P}_2(I_{21}) \cdot {}_1\tilde{P}_3(I_{3l}) + \tilde{P}_2(I_{22}) \cdot {}_2\tilde{P}_3(I_{3l}) + K + \tilde{P}_2(I_{2k}) \cdot {}_k\tilde{P}_3(I_{3l}) = \sum_{i=1}^k \tilde{P}_2(I_{2i}) \cdot \tilde{P}_3(I_{3l})$$

6. Визначають пріоритетні напрямки побудови складної системи по максимальному впливу на головну мету I_1

$$V_i : \max[V_1 V_2 \dots V_l].$$

Запропоновану процедуру синтезу структури складної системи розглядають на прикладі визначення перспективних напрямків планованої діяльності Товариства з обмеженою відповідальністю «Трансшипойл» (внесено Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань, код ЄДРПОУ: 39060156).

Графи критеріїв та відповідна матриця парних порівнянь другого рівня (табл. 5.11) мають вигляд

Таблиця 5.11 – Матриця парних порівнянь другого рівня

Екологічна безпека планованої діяльності	Вартість планованої діяльності	Якість планованої діяльності	Σ	Пріоритети \tilde{P}_2
Вартість планованої діяльності	1	0.5	1.5	0.33
Якість планованої діяльності	2	1	3	0.66

Матриці парних порівнянь третього рівня мають вигляд (табл. 5.12, 5.13).

Матриця узагальнених ваг

$$\tilde{P}_3 = \begin{bmatrix} 0.26 & 0.09 \\ 0.29 & 0.28 \\ 0.26 & 0.25 \\ 0.19 & 0.38 \end{bmatrix}$$

Модифікована матриця

$${}_M \tilde{P}_3 = \begin{bmatrix} 0.26 & 0.09 \\ 0.29 & 0.28 \\ 0.26 & 0.25 \\ 0.19 & 0.38 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0.33 & 0 \\ 0 & 0.66 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0858 & 0.0594 \\ 0.0957 & 0.1848 \\ 0.0858 & 0.1650 \\ 0.0627 & 0.2508 \end{bmatrix}.$$

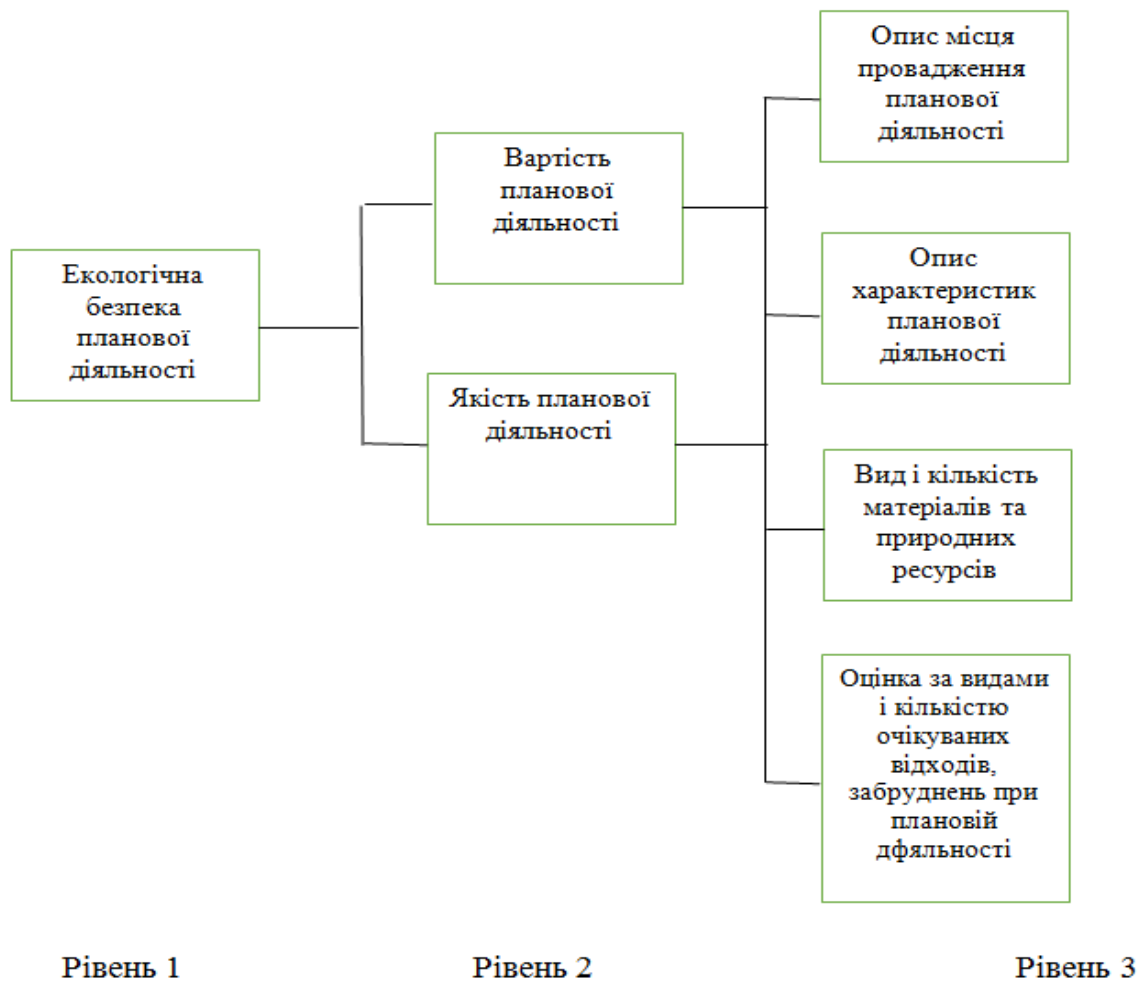


Рис. 5.17 – Графи критеріїв

Узагальнені ваги

$$V = \begin{bmatrix} 0.0858 & 0.0594 \\ 0.0957 & 0.1848 \\ 0.0858 & 0.1650 \\ 0.0627 & 0.2508 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1452 \\ 0.2805 \\ 0.2508 \\ 0.3135 \end{bmatrix}$$

Таблиця 5.12 – Матриці парних порівнянь третього рівня

Вартість планованої	Опис місця	Опис характеристик	Вид і кількість	Оцінка за видами і	Σ	\tilde{P}_3
------------------------	---------------	-----------------------	--------------------	-----------------------	----------	---------------

діяльності	провадження планованої діяльності	планованої діяльності	матеріалів та природних ресурсів	кількістю очікуваних відходів, забруднень		
Опис місця провадження планованої діяльності	1	0.2	5	0.5	6.7	0.26
Опис характеристик планованої діяльності	5	1	2	0.5	7.5	0.29
Вид і кількість матеріалів та природних ресурсів	0.2	0.5	1	5	6.7	0.26
Оцінка за видами і кількістю очікуваних відходів, забруднень при планованої діяльності	2	2	0.2	1	5.2	0.19

Таблиця 5.13 – Матриці парних порівнянь третього рівня

Якість планованої діяльності	Опис місця провадження планованої діяльності	Опис характеристик планованої діяльності	Вид і кількість матеріалів та природних ресурсів	Оцінка за видами і кількістю очікуваних відходів, забруднень	Σ	\tilde{P}_3
Опис місця провадження планованої діяльності	1	1	0.2	0.2	2.4	0.09
Опис характеристик планованої діяльності	2	1	4	0.5	7.5	0.28
Вид і кількість матеріалів та природних ресурсів	5	0.2	1	0.5	6.7	0.25

Оцінка за видами і кількістю очікуваних відходів, забруднень при плановій діяльності	5	2	2	1	10	0.38
--	---	---	---	---	----	------

Пріоритетними напрямками є напрямки V_4 та V_2 , тобто для системи, яка розглядається найбільш важливими є оцінка за видами і кількістю очікуваних відходів, забруднень при планованій діяльності точність функціонування та опис характеристик планованій діяльності.

Запропонований підхід доцільно використовувати при виборі напрямків розвитку, удосконалення існуючих, побудови перспективних систем підтримки прийняття рішень в інтегрованих автоматизованих системах. Це дозволить підвищити ефективність систем підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень, відшукати найкращий компроміс між суперечливими показниками якості функціонування екосистеми, обрати та обґрунтувати пріоритетні напрямки розвитку екосистем. Подальшим етапом удосконалення запропонованої методології багатокритеріального синтезу є теоретичне обґрунтування виважених коефіцієнтів парних порівнянь з урахуванням експертних оцінок існуючих та бажаних характеристик перспективних систем.

Багатокритеріальний вибір варіантів побудови системи прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень

Система прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень характеризується не одним, а декількома показниками функціонування, наприклад, - час запропонованого рішення; інформативність рішення; якість візуалізації та інтерактивної підтримки тощо. При оптимізації (вирішенні задачі багатокритеріального вибору) вимоги до них можуть бути достатньо суперечливими; тобто покращуючи один показник, ми неминуче погіршуємо деякі інші показники.

Тому виникає завдання визначення деякої компромісної точки, яка у рівній мірі задовольнятиме усім вимогам (компроміс Парето) [43]. Як правило, результати за кожним окремим показником якості будуть гіршими, ніж у випадку однокритеріальної оптимізації за цим параметром. Кожному варіантові відповідає точка у багатовимірному просторі, координатами якої є значення показників функціонування (рис. 5.18).

Існує теоретичний підхід, коли простір нормується в одиничний гіперкуб так, що по кожному показнику функціонування рух від 0 до 1 відповідає зміні параметра від найгіршого значення до найкращого [23]. Тоді точка з координатами $\{1, 1, \dots, 1\}$ завжди відповідає гіпотетичному об'єкту, який має найкращі з можливих значень за всіма показниками. Відстані від цієї вершини гіперкуба до точки, яка відповідає положенню конкретного об'єкта, буде відповідати віддаленості об'єкта від найкращого значення та являє собою величину, обернену рейтингу рішення (вибір найкращого варіанта об'єкта). Однак на практиці часто відбуваються нерівнозначності різних параметрів системи для визначення рейтингу рішення. Тому при обчисленні відстаней необхідно урахувати ваги, які відповідають значимості показників функціонування.

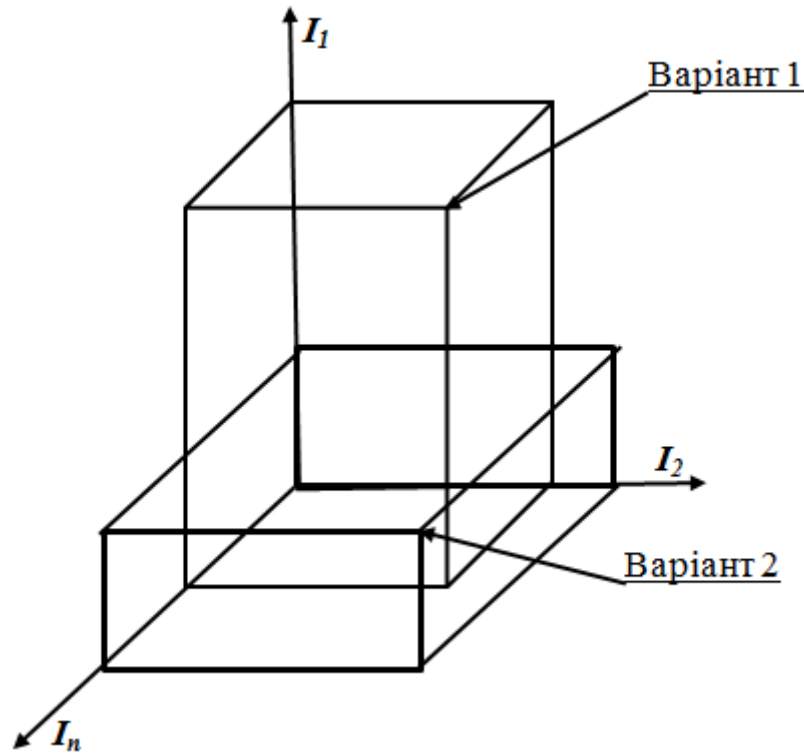


Рис. 5.18 – Геометрична інтерпретація множини варіантів

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

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

де $I_{3i}^{зад}$, $i = 1, \bar{l}$ - 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 колі одиничного радіуса. Для побудови l -кутника необхідно гіперколо одиничного радіуса поділити на l частин. У полярній системі координат з центром O (центр гіперкола) по осях I_{3j} , $j=1, \bar{l}$ відкладають відповідні нормовані показники якості функціонування, а потім сполучають сусідні точки прямою лінією. У результаті отримують багатокутник, який відповідає одному варіанту багатокритеріального вибору (рис. 5.19). Кожному можливому варіанту буде відповідати свій l -кутник. Перевага у запропонованому підході віддається варіантові з максимальною площею S_{max} l -кутника.

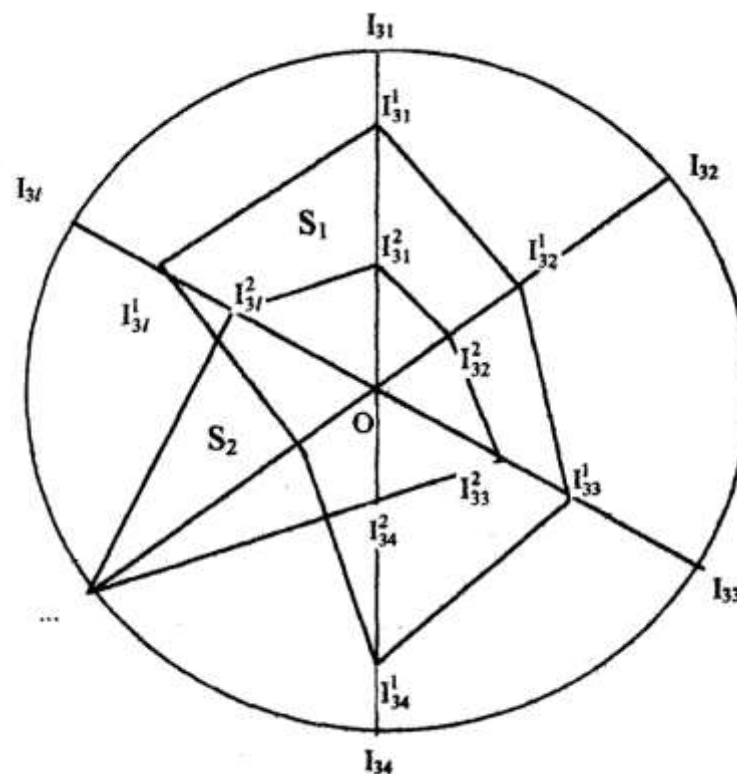


Рис. 5.19 – Багатокутник показників якості

Підходи, що розглядаються ілюструють на модельному прикладі вибору одного з чотирьох варіантів системи підтримки прийняття рішень. Нормовані (приведені до I, тобто визначені відносно своїх максимально можливих значень) показники функціонування системи приведені у табл. 5.14.

Виберемо найкращий з варіантів системи з використанням розглянутих підходів А, Б, В, Г, Д.

Підхід А. За даним критерієм варіанти рівнозначні. Однак можна рекомендувати варіант II, у якого мінімальне значення одного з показників (0.7) більше мінімального значення показника (0.5) у четвертого варіанта.

Таблиця 5.14 – Показники функціонування системи

Показники	Варіанти			
	I	II	III	IV
I ₁ – час прийняття рішення	0.9	0.7	0.8	0.6
I ₂ - інформативність рішення	0.8	0.7	0.8	0.5
I ₃ - якість візуалізації	0.7	0.8	0.3	0.9
I ₄ - інтерактивної підтримка	0.6	0.9	0.7	0.9

Підхід Б. Визначають варіант, при якому показник ефективності буде мати максимальне значення. Таких варіантів три (I, II, IV), які мають значення показника 0.9. Однак найбільш переважаючим є варіант IV, при якому два показники мають максимальні значення (0.9).

Підхід В. У якості виважених коефіцієнтів обирають (з урахуванням модельного прикладу 1): $\gamma_1=0,1452$; $\gamma_2=0,2805$; $\gamma_3=0,2508$; $\gamma_4=0,3135$.

Обчислюють для кожного варіанта адитивний показник функціонування

$$I_{1\Sigma}^I = \sum_{i=1}^4 \gamma_i I_i = 0.1452 * 0.9 + 0.2805 * 0.8 + 0.2508 * 0.7 + 0.3135 * 0.6 = 0.7187$$

$$I_{1\Sigma}^{II} = 0.1452 * 0.7 + 0.2805 * 0.7 + 0.2508 * 0.8 + 0.3135 * 0.9 = 0.7809$$

$$I_{I\Sigma}^{III} = 0.1452 * 0.8 + 0.2805 * 0.8 + 0.2508 * 0.3 + 0.3135 * 0.7 = 0.6346$$

$$I_{I\Sigma}^{IV} = 0.1452 * 0.6 + 0.2805 * 0.5 + 0.2508 * 0.9 + 0.3135 * 0.9 = 0.7352$$

У даному випадку найбільш ефективним є варіант II ($I_{I\Sigma}^{II}=0,7809$).

Підхід Г. $I_{II}^I = \prod_{i=1}^4 I_i = 0.9 * 0.8 * 0.7 * 0.6 = 0.3024,$

$$I_{II}^{II} = 0.7 * 0.7 * 0.8 * 0.9 = 0.3528,$$

$$I_{II}^{III} = 0.8 * 0.8 * 0.3 * 0.7 = 0.1344,$$

$$I_{II}^{IV} = 0.6 * 0.5 * 0.9 * 0.9 = 0.2430.$$

У даному випадку також кращим є варіант II ($I_{II}^{II} = 0,3528$).

Підхід Д. Будують коло одиничного радіуса та ділимо його на 4 рівні частини (рис. 5.20). Відкладають по осях I_1, I_2, I_3, I_4 значення показників, які відповідають кожному з чотирьох варіантів (табл. 9). Далі сполучають точки відповідних варіантів та отримують чотири чотирикутники. Обчислюємо площі кожного чотирикутника.

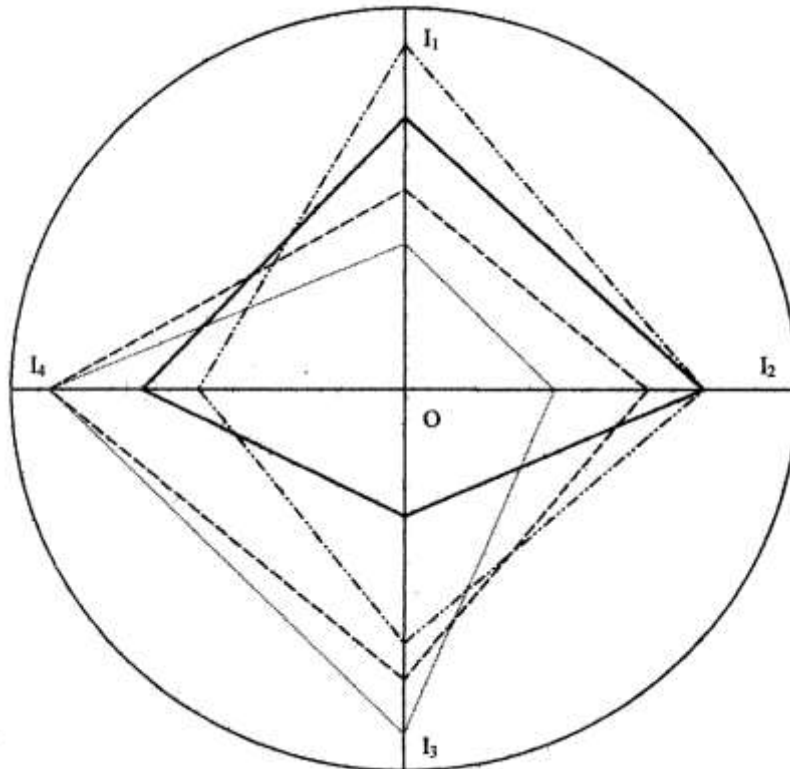


Рис. 5.20 – Варіанти системи підтримки прийняття рішень:

моніторингу; дозволяє оцінити ймовірність досягнення як нижчих, так і вищих цілей, виходячи з наявних ресурсів; дозволяє встановити пріоритет цілей.

Побудова дерева цілей починається з формулювання головної мети, яка може бути кількісною або якісною. Цілі більш низького рівня можна розглядати як засіб досягнення цілей більш високого рівня.

Кожну ціль більш високого рівня можна представити як самостійну систему, яка включає в себе цілі більш низького рівня як її елементи (підсистеми). При цьому важливо встановити найбільш повний склад підсистем. Головну ціль можна сформулювати як підвищення екологічної безпеки за рахунок удосконалення процесів прийняття і реалізації управлінських рішень (рис. 5.21). Ця ціль розбивається на цілі другого рівня:

1.1 - удосконалення методів прийняття інформаційних екологічних рішень;

1.2 - використання обчислювальної техніки для обробки інформації в процесі прийняття управлінських рішень;

1.3 - удосконалення організації прийняття рішень;

1.4 - удосконалення реалізації рішень;

1.5 - підвищення кваліфікації кадрів в галузі прийняття рішень.

Цілі другого рівня можуть бути розчленовані на цілі третього і наступних рівнів, як це представлено на рис. 5.21. Ознакою завершення побудови дерева цілей є формування таких цілей, які далі не розчленовуються і дають кінцеві результати, визначені головною ціллю.

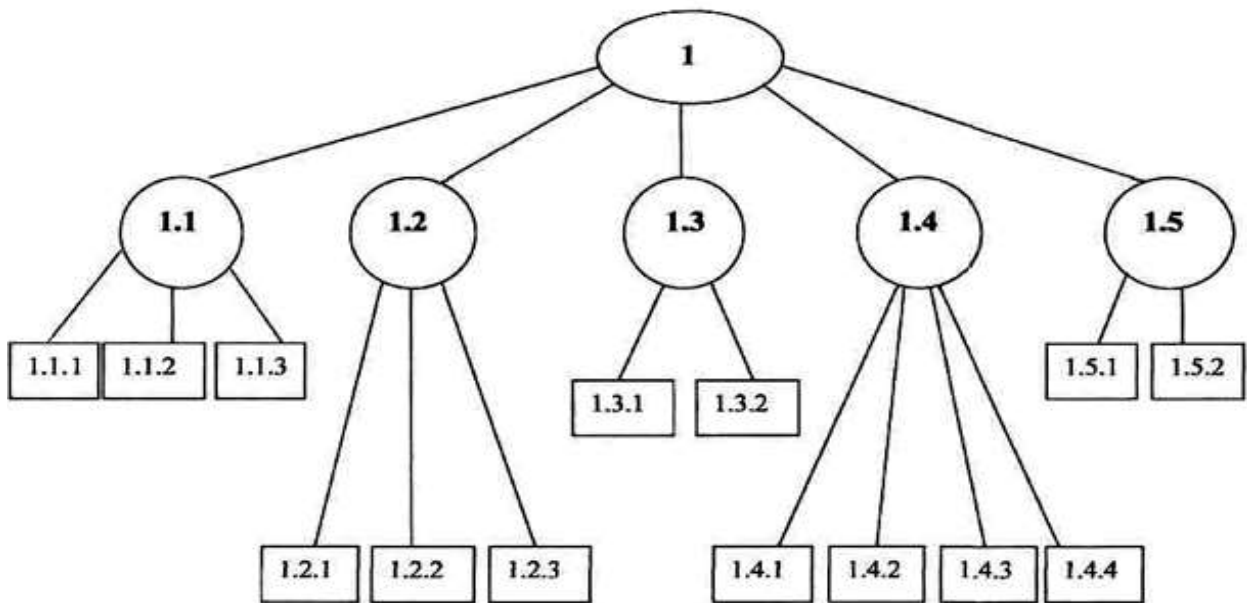


Рис. 5.21 – Дерево цілей з удосконалення прийняття і реалізації управлінських інформаційних екологічних рішень

Цілі третього рівня:

- 1.1.1 - удосконалення і розширення сфери використання експертних методів;
- 1.1.2 - впровадження прогресивних формально логічних методів ;
- 1.1.3 - впровадження математичних методів прийняття рішень;
- 1.2.1 - використання ЕОМ для збирання інформації і прийняття рішень;
- 1.2.2 - використання ЕОМ для обробки експертних оцінок;
- 1.2.3 - використання ЕОМ для моделювання процесів прийняття рішень;
- 1.3.1 - уточнення розподілу прав і відповідальності прийняття рішення;
- 1.3.2 - упорядкування організації колективної роботи стосовно прийняття рішень;
- 1.4.1 - забезпечення своєчасного доведення рішень до виконавців;
- 1.4.2 - використання ЕОМ для обліку і контролю реалізації рішень;
- 1.4.3 - забезпечення регулювання реалізації;
- 1.4.4 - систематична оцінка ефективності реалізованих рішень;
- 1.5.1 - підвищення кваліфікації;

1.5.2 - підвищення кваліфікації спеціалістів та технічних виконавців.

Для формулювання цілей і оцінки їх значимості широко використовуються експертні методи. Важливість цілей по відношенню одна до одної оцінюється на другому і наступних рівнях за допомогою методу ранжування і зважування.

При ранжуванні кожній цілі приписується порядковий номер, який показує її відносну важливість для досягнення цілі більш високого рівня. При зважуванні встановлюється коефіцієнт значущості кожної цілі в частках одиниці або у відсотках по відношенню до цілі більш високого рівня і по відношенню до головної цілі. При визначенні коефіцієнтів значущості питання ставиться так: на скільки буде досягнута головна ціль (1) якщо вдасться повністю досягнути цілі 1.1.

Для визначення коефіцієнтів значущості по відношенню до головної цілі необхідно послідовно перемножити коефіцієнти для всього ланцюга по всіх ланках цілей більш високого рівня. Наприклад,

$$g_{1.1.1.}^1 = g_{1.1.} * g_{1.1.1.}$$

Зважування цілей дає орієнтири для розподілу ресурсів в залежності від ступеня важливості цілі.

Метод побудови дерева цілей доцільно використовувати для розробки цільових програм і рішення екологічних проблем, які мають ієрархічну структуру.

Характеристики управлінської інформації. В управлінні екологічною безпекою можливо визначити наступні характеристики екологічної інформації: обсяг, достовірність, цінність, насиченість і відкритість. Розглядають підхід до цих характеристик. Обсяг екологічної інформації повинен розглядатись з двох сторін - як обсяг символів та інформації, яку можна сприйняти.

Обсяг символічної екологічної інформації визначається кількістю букв, знаків, символів і звичайно виражається в символах або байтах.

Обсяг екологічної інформації, що сприймається, характеризує повноту інформації про екосистему для прийняття рішення. Він залежить від символічного обсягу, форми представлення, часового інтервалу на її опрацьованні, складності інформації або її обробки, індивідуальних характеристик інформанта, поточного стану об'єкта управління. Обсяг для сприйняття інформації має три рівні: інформаційний надлишок, субмінімальний рівень, недостача інформації.

Інформаційний надлишок про об'єкт екологічного управління підвищує якість рішення, однак збільшує час на прийняття рішення і підвищує вартість інформації. Для прийняття важливих рішень інколи необхідне дублювання інформації, тобто створення інформаційного надлишку.

Неповнота екологічної інформації ускладнює знаходження правильного рішення, збільшує ступінь ризику, потребує сучасних економіко-математичних методів для підвищення ймовірності правильного рішення. Неповнота часто виникає штучно за рахунок монополізації різноманітних даних. Монополізація проявляється в двох напрямках: приховування частини необхідних даних; прагнення окремих осіб або організацій монополювати інформацією для підвищення свого соціального та матеріального статусу. Вихід має бути в демократизації екологічних процесів, тобто в широкому доступі до цікавлячої інформації через різні канали всіх зацікавлених осіб.

Субмінімальний рівень екологічної інформації - це мінімально-повний обсяг екологічної інформації для ОПР, при якому вона зможе прийняти обґрунтоване управлінське екологічне рішення. Звісно, цей рівень - величина суб'єктивна і його слід підстроювати під конкретну ОПР.

Методика оцінки обсягу інформації, яку сприймає ОПР заснована на експертних методах.

Достовірність екологічної інформації - це відсоток реальних відомостей до загального об'єму інформації. Достовірність має три рівні: абсолютний (100%), довірчий (більше 80%), негативний (менше 80%). Достовірність значно

в чому залежить від методики документообігу. Чим менше людей приймають участь в збиранні, передаванні та обробленні інформації, тим вища її достовірність. Достовірність залежить від часу проходження інформації. Достовірність може бути штучно підвищена в результаті обробки більшого, ніж звичайно, обсягу інформації по ефективним методикам або алгоритмам.

Цінність екологічної інформації - характеризується зниженням рівня затрат ресурсів на прийняття правильного рішення. Цінність інформації має чотири рівні: нульовий; середній (скорочення рівня затрат або підвищення прибутку більш ніж на 10%); високий (скорочення рівня затрат або підвищення прибутку більш ніж в 2 рази); надвисокий (скорочення рівня затрат або підвищення прибутку більш ніж в 10 рази). Цінність характеризує інформацію як товар, що має споживчу вартість. Нульову цінність має інформація, що повторює відомі характеристики об'єкта екологічного управління або, що представляє непотрібні для прийняття рішення екологічні характеристики. Середній рівень цінності має екологічна інформація, що створюється добросовісними, але що втратили інтерес до роботи спеціалістами. Високу цінність представляють імітаційні моделі організації, що дозволяють керівникові правильно передбачити можливі наслідки реалізації при різних варіантах рішення. Надвисоку цінність представляє інформація, пов'язана з інноваційними технологіями, маркетинговими дослідженнями.

Насиченість інформації в системі підтримки прийняття рішень - це співвідношення корисної та фонові екологічної інформації. Фонова інформація використовується для кращого сприйняття корисної інформації за рахунок: покращення настрою; підняття емоціонального рівня; попередньої настройки уваги на задану тему.

Якщо фонові інформації нема, то корисна оцінюється людиною, як «суха» і погано сприймається. При надлишку фонові інформації можна пропустити або сприйняти необхідний обсяг частково. Насиченість має

відповідати трьом рівням: високий (80-100%); нормативний (50-80%); низький (менше 50%).

Відкритість екологічної інформації - це можливість представлення її різним контингентам людей.

Розглянуті п'ять характеристик інформації впливають один на одного. Корекція одної з них впливає і на інші.

Процес формування заданих характеристик інформації може проходити по двох варіантах: по попередженню і по результатам. Формування по попередженню потребує гарного набору статистичних даних, аналітичних методів і сучасних інформаційних технологій. В єдину систему перераховані складові ще не зведені. Наразі найкращі результати дає процес формування потрібних характеристик шляхом корекції характеристик (рис. 5.22):



Рис. 5.22 – Схема корекції екологічної інформації в системі підтримки прийняття рішень

Приведемо тенденції можливої зміни характеристик екологічної інформації, що надходить до ОПР, в залежності від параметрів довкілля та природних ресурсів.

Збільшення рівня професійної підготовки ОПР допускає: зниження достовірності і обсягу екологічної інформації, збільшення насиченості та цінності інформації.

Збільшення складності процесу екологічного управління потребує: збільшення достовірності та обсягу, збільшення насиченості та цінності екологічної інформації.

Збільшення часу на розробку управлінського рішення допускає: зниження достовірності і обсягу, зниження насиченості та цінності екологічної інформації.

Збільшення рівня технічних засобів і інформаційних технологій допускає: зниження достовірності та обсягу, підвищення насиченості та цінності екологічної інформації.

Заклучна, оброблена інформація, яка надається системою підтримки прийняття інформаційних екологічних рішень, що використовується ОПР для формування управлінського рішення, повинна мати наступні рівні характеристик:

- цінність: висока або середня;
- достовірність: абсолютний рівень;
- насиченість: середній рівень;
- відкритість: відкритий рівень.

Загальним показником кінцевої інформації в системі підтримки прийняття рішень (як ресурсу інтегрованої автоматизованої системи) є ефективність її використання. Вона оцінюється за наступним співвідношенням:

$$\text{Ефективність} = \frac{\text{(Результат і Цінність інформації)}}{\text{Затрати(Обсяг, Насиченість, Достовірність, Відкритість)}}$$

Кожний рівень характеристики екологічної інформації має вартісний еквівалент, тому розрахунок ефективності системи підтримки прийняття

управлінських екологічних рішень може проводитися порівнянням варіантів використовуваних рівнів характеристик екологічної інформації.

Висновки до розділу 5

1. Запропоновано методологію формування управлінських інформаційних рішень в інтегрованих автоматизованих системах

2. Застосовано 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.

3. Обґрунтовано 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.

4. 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.

5. Сформовано механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою. Визначено стратегічне та ситуаційне управління в організаційних екосистемах системах. Запропоновано 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.

6. Сформульовано інформаційно-комунікаційні аспекти прийняття управлінських рішень в системі управління екологічною безпекою планованої діяльності. Визначено проблеми екологічних інформаційних потоків. Визначено фактори, які впливають на процес прийняття управлінських екологічних рішень. Запропоновано три моделі прийняття екологічних рішень: класична модель; поведінкова модель; ірраціональна модель.

7. З теорії та аналізу даних екологічного моніторингу запропоновано методи підготовки інформаційних рішень: метод зіставлення даних (кореляційний метод); екологічного моніторингу; метод фільтрації даних екологічної інформації; метод розпізнавання екологічної ситуації.

8. Запропонована технологія прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок. Для побудови системи підтримки прийняття управлінського інформаційного екологічного рішення запропоновано застосовувати один з інструментів кластерного аналізу - метод аналізу ієрархій.

9. Досліджено багатокритеріальний вибір варіантів побудови системи прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень.

10. Розроблена методика побудови дерева цілей і виділення функціональних задач в системі підтримки прийняття рішень, а також схема корекції екологічної інформації в системі підтримки прийняття рішень.

РОЗДІЛ 6

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ПІД ЧАС УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

6.1 Наукове обґрунтування технології підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем

Управління екологічною безпекою планованої діяльності розглядається як комплекс взаємопов'язаних інформаційних процесів в екосистемах, які використовують певні методи й моделі та спрямовані на вирішення задач планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Комплекс взаємопов'язаних процедур перетворення екологічної інформації від моменту отримання вихідних даних до надання результатної інформації ОПР для досягнення певної мети є процесом прийняття управлінських екологічних рішень.

Систему підтримки прийняття рішень під час планової діяльності побудовано відповідно до наступної послідовності етапів [98]:

- моделі та формування інформаційних екологічних рішень;
- організація складу бази даних і бази знань в системі підтримки прийняття рішень;
- складання комплексу математичних методів і прогностичних моделей;
- комплектація структури комплексу інформаційних процесів в системі підтримки прийняття рішень;
- розроблення технології формування управлінських інформаційних екологічних рішень.

1. Розроблення моделі формування інформаційних екологічних рішень.

Модель формування інформаційних екологічних рішень складається зі статичної частини, що містить структуру даних (*DS*) і комплекс математичних моделей і методів (*MMC*), а також динамічної частини, що містить інформаційні процеси (*IP*) та їх взаємодію між собою (*IPI*) [98]:

$$IT = \langle DS, MMC, IP, IPI \rangle \quad (6.1)$$

Кожний використовуваний інформаційний процес є блоком, який має інформаційні входи, виходи та ресурси.

Методи, моделі та дані (знання), необхідні для реалізації процесу, є ресурсами (рис. 6.1).

У відповідності до (6.1) побудують структуру даних, комплекс математичних методів і моделей, описують екологічні інформаційні процеси та їх взаємодію.

Структура даних *DS* визначає інформаційний комплекс та містить БД і БЗ, які необхідні для моделювання екосистеми, аналізу ризику, діагностики екологічної ситуації. Прив'язка інформації бази даних і бази знань до місцевості здійснюється за допомогою ГІС. Для підтримки прийняття рішень потрібні дані та знання, що містяться в певних класах (рис. 6.2).

Запропоновану технологію прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень розраховано на вхідний потік даних, який отримують за допомогою екологічного моніторингу визначеного екологічного об'єкта. Окрім цих даних, для реалізації технології потрібна база даних, яка містить метеоумови, картографічний опис територіальної системи (опис сукупності геотаксонів зі статичними параметрами), розташування техногенне небезпечних об'єктів та оцінку їх екологічної небезпеки, критичні рівні

екологічної безпеки та ризику для діагностики ситуації. База знань повинна містити знання про проблемну область, які подано в різних формах, таких як шаблони мереж для побудови правдоподібних моделей розвитку екологічних процесів, аналітичні моделі екосистем на нештатних ситуацій, функції загроз екобезпеки, матриці небезпеки, база прецедентів, база правил, а також функції ідентифікації класу для діагностики екологічної ситуації.

В основі технології підтримки прийняття рішень при планованій діяльності в часі лежить комплекс методів і моделей, взаємозв'язок яких відображено на рис. 6.3.

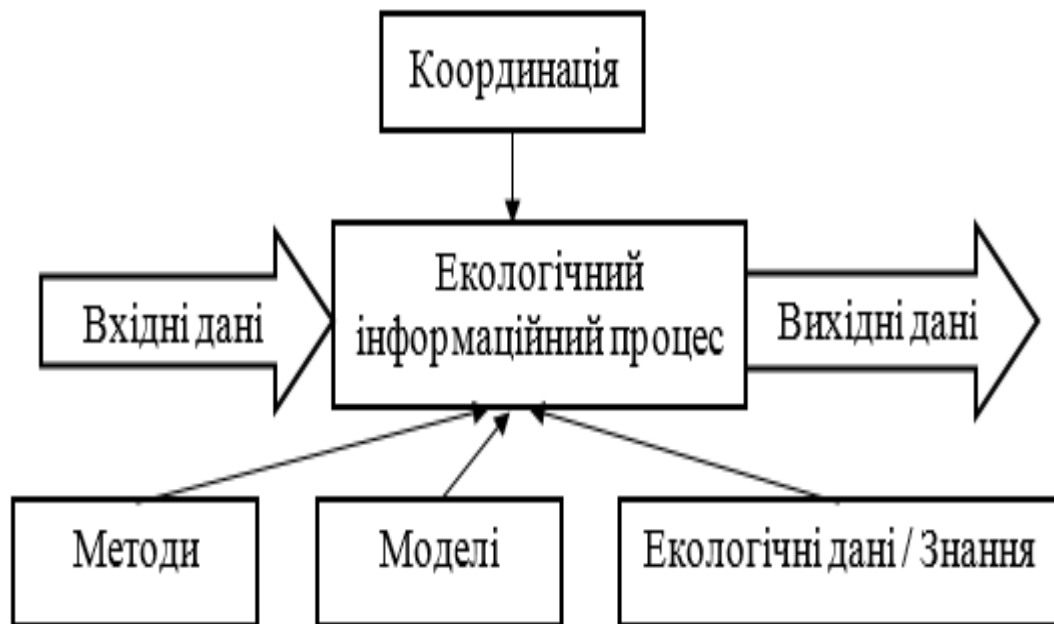


Рис. 6.1 – Схема екологічного інформаційного процесу

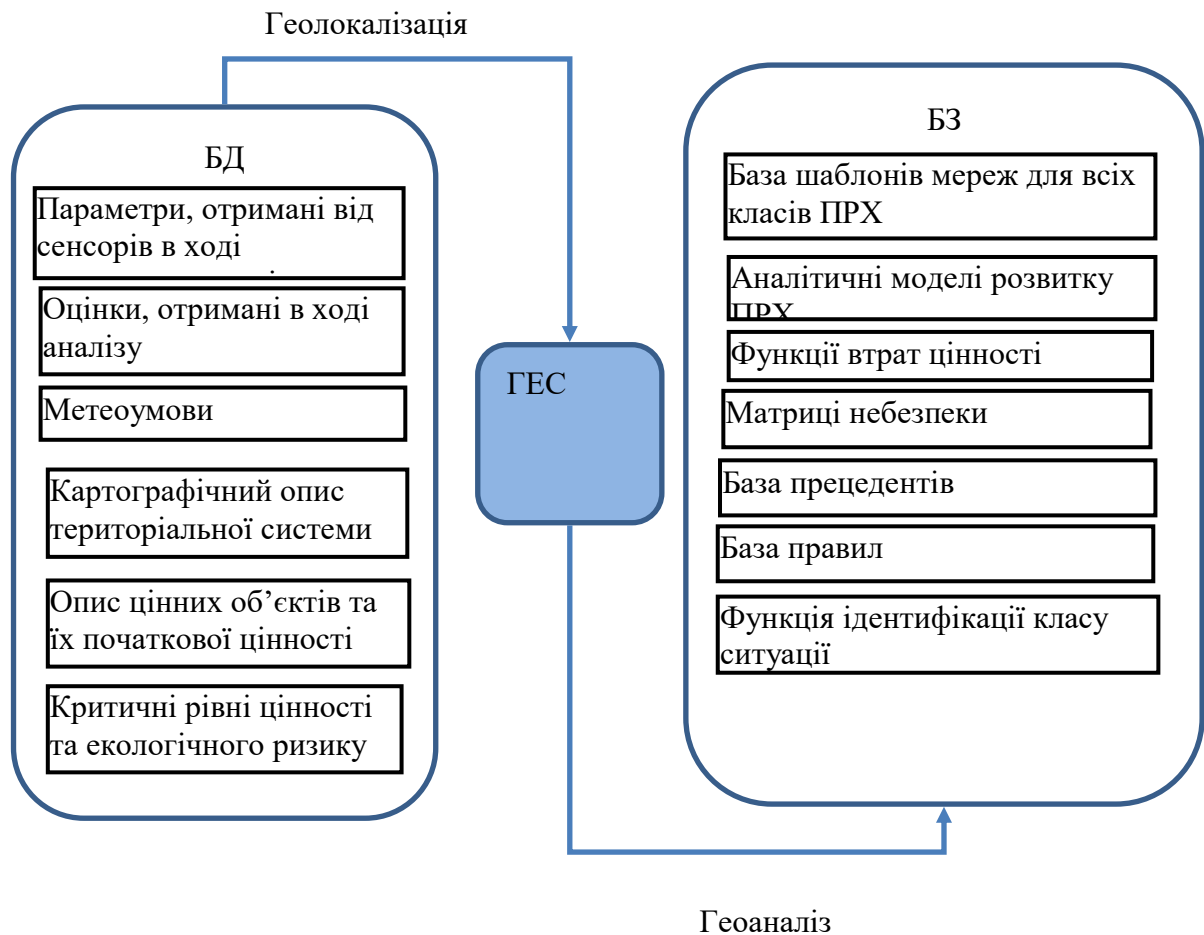


Рис. 6.2 – Класи даних і знань для реалізації технології підтримки прийняття управлінських рішень

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 планованої діяльності; моніторинг екосистеми; моделювання нештатних, аварійних екологічних ситуацій; аналіз екологічних загроз та ризиків техногенно небезпечних об'єктів; діагностика екологічних ситуацій; візуалізація інформації для ОПР.

Такі процеси, як: моніторинг, моделювання, аналіз ризику, діагностика ситуації та візуалізація виконуються послідовно, як етапи однієї технології. На всіх цих етапах використовується екологічний інформаційний процес просторової прив'язки. Взаємозв'язок процесів відображений на рис. 6.4.

Відповідно, для підтримки прийняття рішень ОПР мають послідовно вирішувати завдання: моніторинг нештатних (аварійних) екологічних ситуацій; моделювання нештатних (аварійних) ситуацій; діагностика надзвичайної ситуації природного характеру; візуалізація.

Запропоновану технологію підтримки прийняття рішень розраховано на вхідний потік даних, який отримують за допомогою спостереження за територіальною екосистемою. Вихідними результатами є рішення ОПР у форматі певних дій або планів дій, що спрямовані як на здійснення планованої діяльності, так й на локалізацію та протидію надзвичайної ситуації природного та техногенного характеру.

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.

Стан процесу надзвичайної екологічної ситуації у межах цієї структури в кожний момент часу може бути представлено у вигляді області з розмитим контуром, побудова якої дозволяє отримати оцінку екологічного ризику для екологічного об'єкта з метою діагностики екологічної ситуації та підтримки прийняття управлінських екологічних інформаційних рішень.

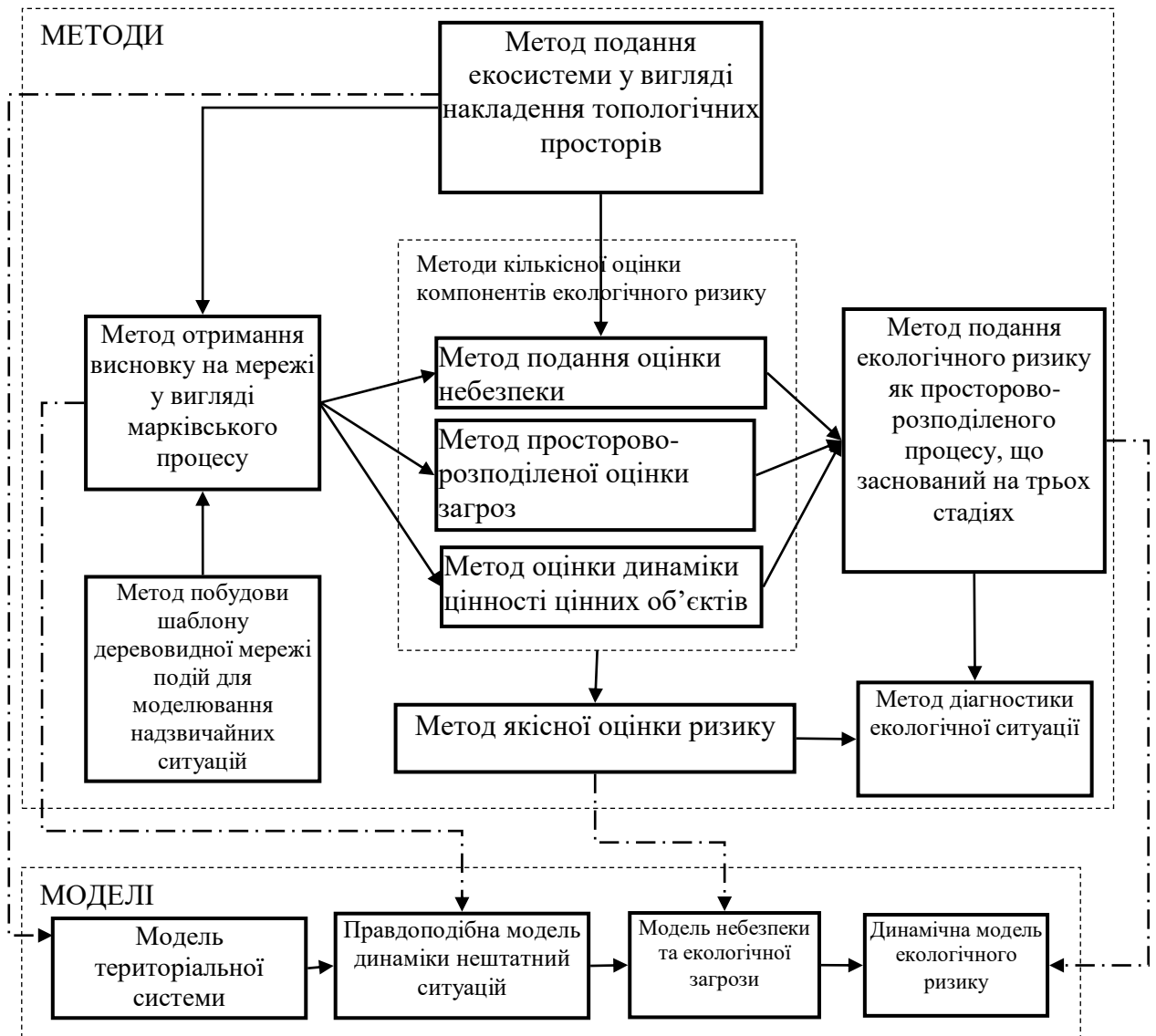


Рис.6.3 – Взаємозв'язок запропонованих методів в технології підтримки прийняття управлінських рішень

2. Формування структури комплексу геоекологічних процесів.

Кожний з інформаційних екологічних процесів, які складають технологію підтримки прийняття управлінських рішень (рис. 6.4), використовує певні дані, а також низку запропонованих у попередніх розділах моделей, методів. Розглядають структуру кожного інформаційного екологічного процесу.



Рис. 6.4 – Взаємозв'язок екологічних процесів при управлінні екологічною безпекою планової діяльності

Як свідчить досвід, раннє виявлення та швидка ліквідація надзвичайних екологічних ситуацій дозволяють мінімізувати збитки [34]. Екологічний моніторинг забезпечує систематичний контроль за станом природно-техногенних систем з метою виявлення негативних змін в екосистемі і розробки рекомендацій щодо їх усунення або ослаблення.

Після виявлення нештатної екологічної ситуації ОПР має оцінити їх певні параметри, такі як площа, що охоплена нештатною ситуацією, інтенсивність та пов'язана з цим швидкість зростання екобезпеки. Точні значення цих

параметрів в реальному часі отримати неможливо ні за допомогою автоматизованої системи моніторингу через неповноту та інструментальну неточність спостережень. Це пов'язано з тим, що більшість параметрів, які є необхідними для побудови адекватних і коректних моделей надзвичайних ситуацій, неможливо виміряти безпосередньо, а лише опосередковано. З іншого боку, в реальних умовах вирішення задач локалізації та протидії надзвичайним екологічним ситуаціям, ОПР не потрібні точні значення оцінок параметрів, замість цього для прийняття рішень потрібен прогноз розповсюдження екобезпеки. При цьому, замість точного екологічного прогнозу достатньо отримати правдоподібний.

Такий прогноз може бути здійснений за допомогою інтегрованої системи екологічного моніторингу на основі комплексу супутникових систем спостереження, безпілотних літальних апаратів, наземних стаціонарних та мобільних систем. При цьому екологічний моніторинг потребує наявності не тільки центрального наземного пункту, що виконує функції обробки 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 (рис. 6.5, 6.6).

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 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 розповсюдження;
- отримання детальної інформації про надзвичайну ситуацію, оцінка її суттєвих параметрів, необхідних для прийняття рішень;

– прогнозування майбутньої динаміки розвитку надзвичайної ситуації.

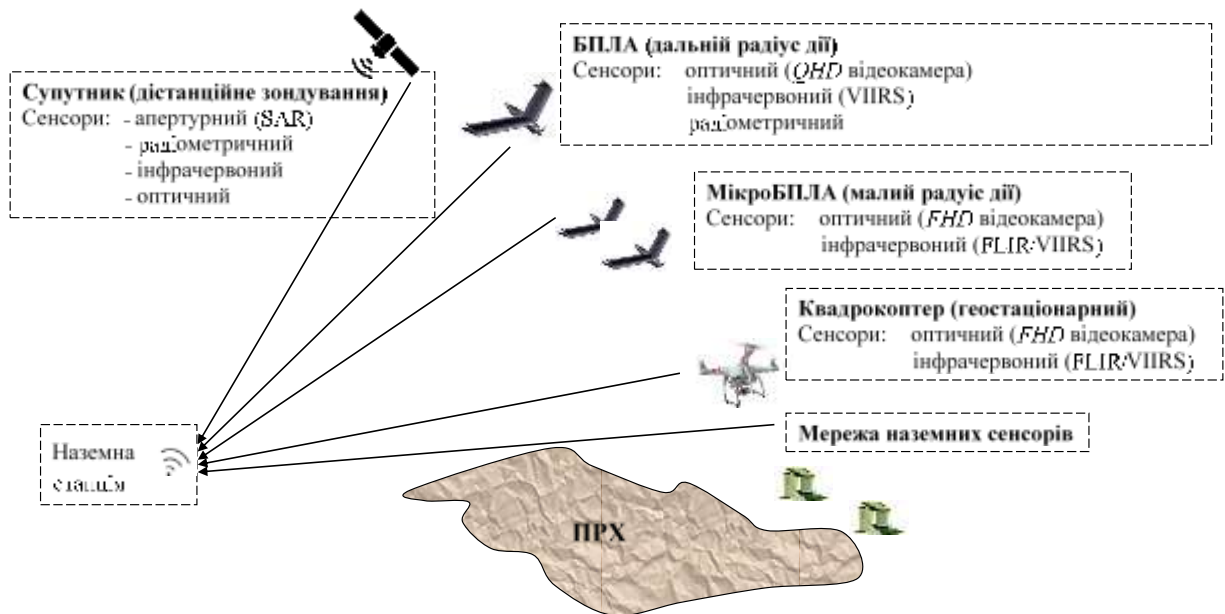


Рис. 6.5 – Підсистема моніторингу екосистеми

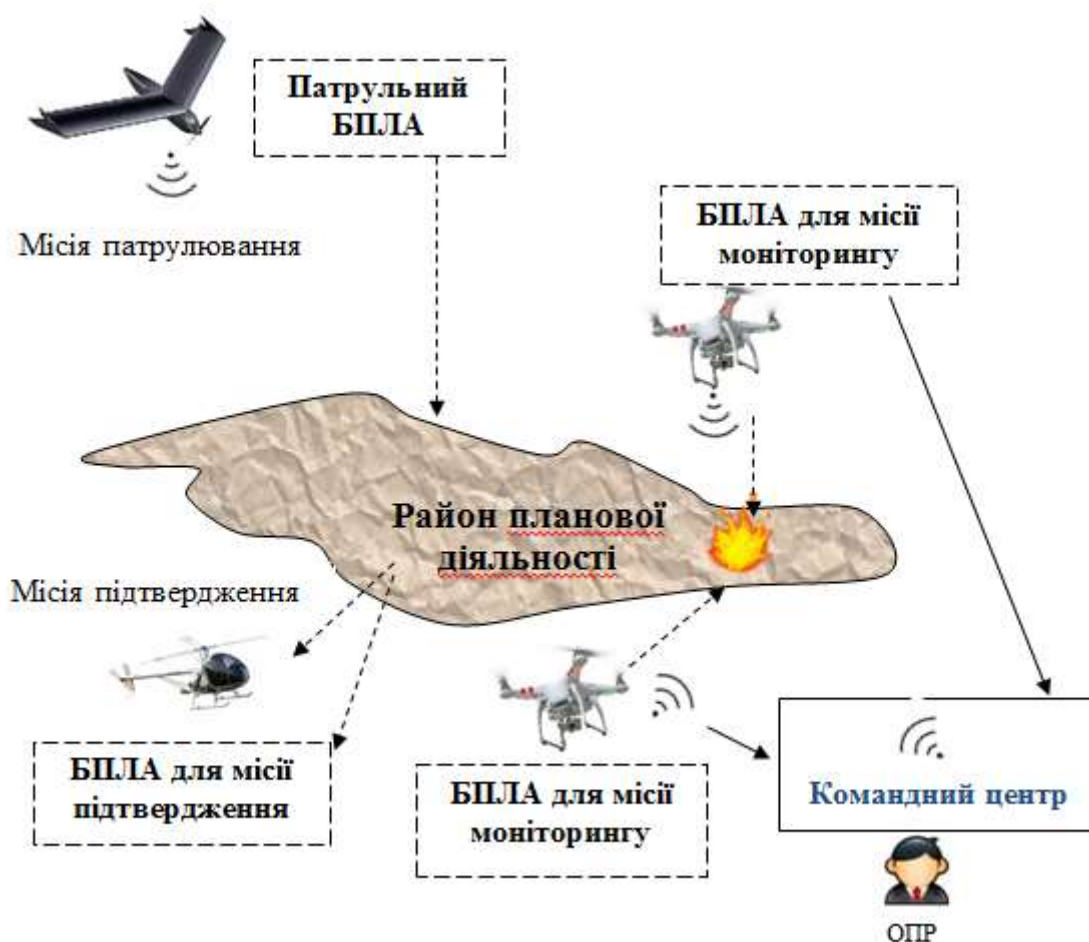


Рис. 6.6 – Виконання моніторингу району планованої діяльності

Моніторинг району планованої діяльності спрямовано на виявлення, спостереження за техногенно небезпечними об'єктами (об'єктами критичної інфраструктури), оцінку їх параметрів та прогнозування динаміки для забезпечення ОПР інформацією, необхідною для прийняття управлінських рішень щодо управління екологічною безпекою.

З урахуванням факту, що місії, які виконуються, відрізняються за цілями та вимогами, для виконання моніторингу потрібні суб'єкти спостереження різних класів, обладнаних сенсорами різних типів з єдиним наземним командним центром (додаток Б).

Концептуальна схема інтегрованої системи моніторингу включає наступні компоненти: множину КА, БПЛА, наземні пункти спостереження, обладнаних спеціальною апаратурою; інфраструктуру для наземної підтримки

БПЛА (зліт і посадка БПЛА, підтримка) та обладнання для контролю за БПЛА; супутники ДДЗ та пункти прийому космічної інформації; наземний командний центр, що містить обладнання для здійснення комунікацій та обчислень, системи прийняття управлінських екологічних рішень.

Схему організації обробки зображень в інтегрованої автоматизованої системі представлено на рис. 6.7.

Розташування БПЛА може бути отримано за допомогою GPS. Позиції та орієнтація інфрачервоної та оптичної камер можуть бути обчислені на основі їх кутів орієнтації та за допомогою даних інерційного вимірювального блоку (ІВБ).

На приймальній стороні використовується метод вибору порога на основі навчання, що дозволяє знизити можливість помилкової тривоги. Навчання здійснює досвідчена ОПР, яка на основі спеціальних зображень ідентифікує умови, в яких невизначені оцінки екологічного спостереження можуть бути розглянуті як позитивні або негативні.

Модель процесу розвитку надзвичайної екологічної ситуації реалізована у вигляді марківського процесу (рис. 6.8), який будується в реальному часі. Марківський процес дозволяє перейти від подання знань у вигляді мережі до представлення структури екосистеми (при виникненні надзвичайної екологічної ситуації) у вигляді розмитого топологічного простору.

Модель розповсюдження надзвичайної ситуації дозволяє обчислити її розмитий контур на основі розмитих м'яких множин (нечітких, наближених, нечітких наближених, інтервальних нечітких наближених). При цьому вся множина комірок в кожний момент часу є об'єднанням певних розмитих підмножин (w-елементів м'якої множини): екологічно небезпечних комірок; комірок, що екологічно руйнуються; комірок, які ще екологічно безпечні. Контур району надзвичайної екологічної ситуації представлений граничною областю наближеної множини комірок, що екологічно руйнуються, яка може

бути представлена у вигляді нечіткої множини, або інтервальної нечіткої множини.

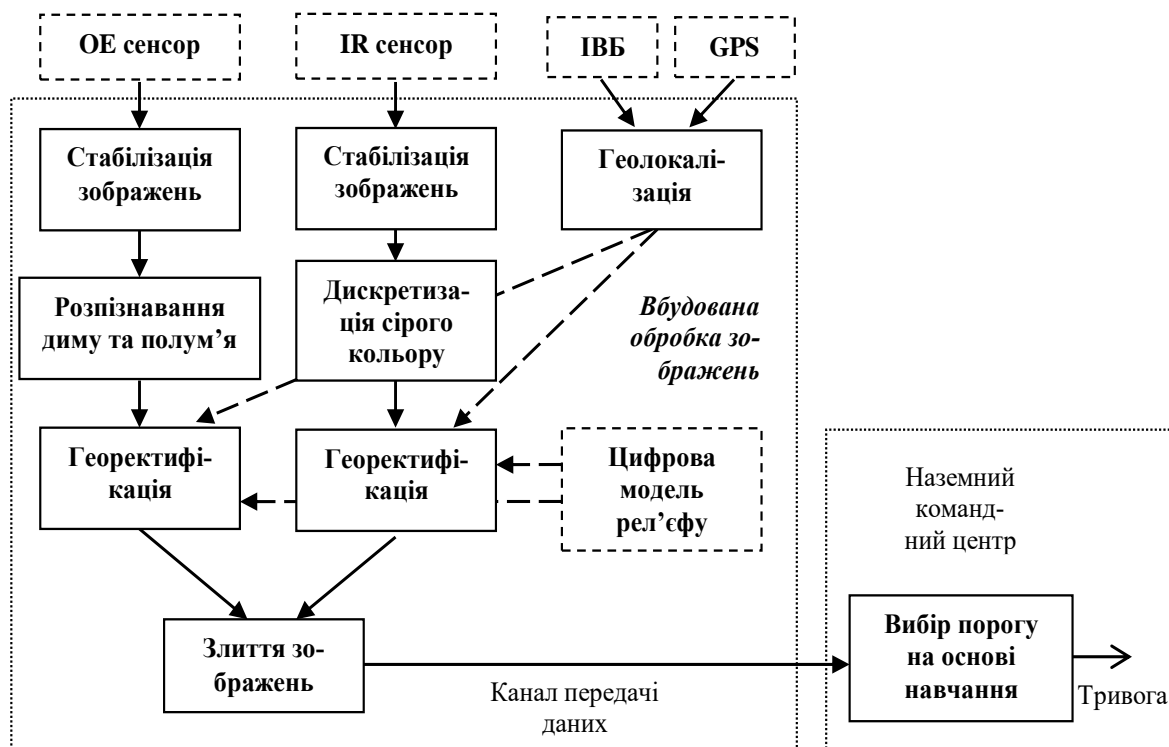


Рис. 6.7 – Обробка зображень від мобільних систем спостереження в інтегрованій автоматизованій системі

3. *Моделювання процесу розвитку надзвичайної екологічної ситуації та аналіз екологічного ризику.*

За допомогою використання інформації, отриманої в інтегрованій системі моніторингу, можна здійснити розпізнавання контуру надзвичайної ситуації.

Точність прогнозування та якість моделі в цілому можуть бути оцінені за допомогою визначення відхилень між результатами прогнозування та спостережень. Очевидно, що використання зворотного зв'язку може значно знизити ці відхилення.

Аналіз ризику є етапом розробленої технології, що слідує за етапом моделювання поведінки екосистеми та розвитку надзвичайної ситуації,

результатом якого є отримання розмитої топологічної структури ПТС. Основним елементом розмитої структури, необхідним для оцінки ризиків, є розмитий контур району надзвичайної екологічної ситуації. Оцінка розмитого контуру району надзвичайної екологічної ситуації дозволяє оцінити розмиті кількісні значення загроз для об'єкту планованої діяльності. За допомогою відповідних методів, розроблених в дисертації, можна оцінити кількісні значення небезпеки та цінності об'єкта планованої діяльності.

Кількісне значення екологічної небезпеки можна отримати за допомогою відповідної аналітичної моделі, що міститься в сховищі моделей. Кількісні оцінки всіх отриманих компонентів екологічного ризику, можна оцінити кількісне розмите значення екологічного ризику. Метод якісної оцінки компонентів екологічного ризику дозволяє перейти від кількісної оцінки компонентів ризику до якісної (рис. 6.9).

4. Діагностика екологічної ситуації.

Проблема діагностики в системах підтримки прийняття рішень в умовах нештатних ситуацій була розглянута в роботах багатьох авторів. В [44] автори визначають діагностику як процес, що дозволяє ідентифікувати проблему за допомогою аналізу симптомів (даних спостережень або оцінок, отриманих в процесі моніторингу).

Існує декілька основних підходів до розроблення системи діагностики. Одним з підходів є підхід, заснований на моделях, який використовується у випадку, коли модель системи, що розглядається, може бути побудована [188, 205]. В більшості практичних задач планованої діяльності модель системи побудувати неможливо.

Підходом, що найчастіше використовується в таких випадках, є підхід, заснований на евристичних знаннях, що описують проблемну область, і відтворює систему міркувань експертів [63, 209]. Системи, засновані на знаннях, мають певні обмеження, а саме, - неспроможність відтворювати

креативний хід думки експертів в незвичних обставинах та адаптуватися до змін навколишнього середовища.

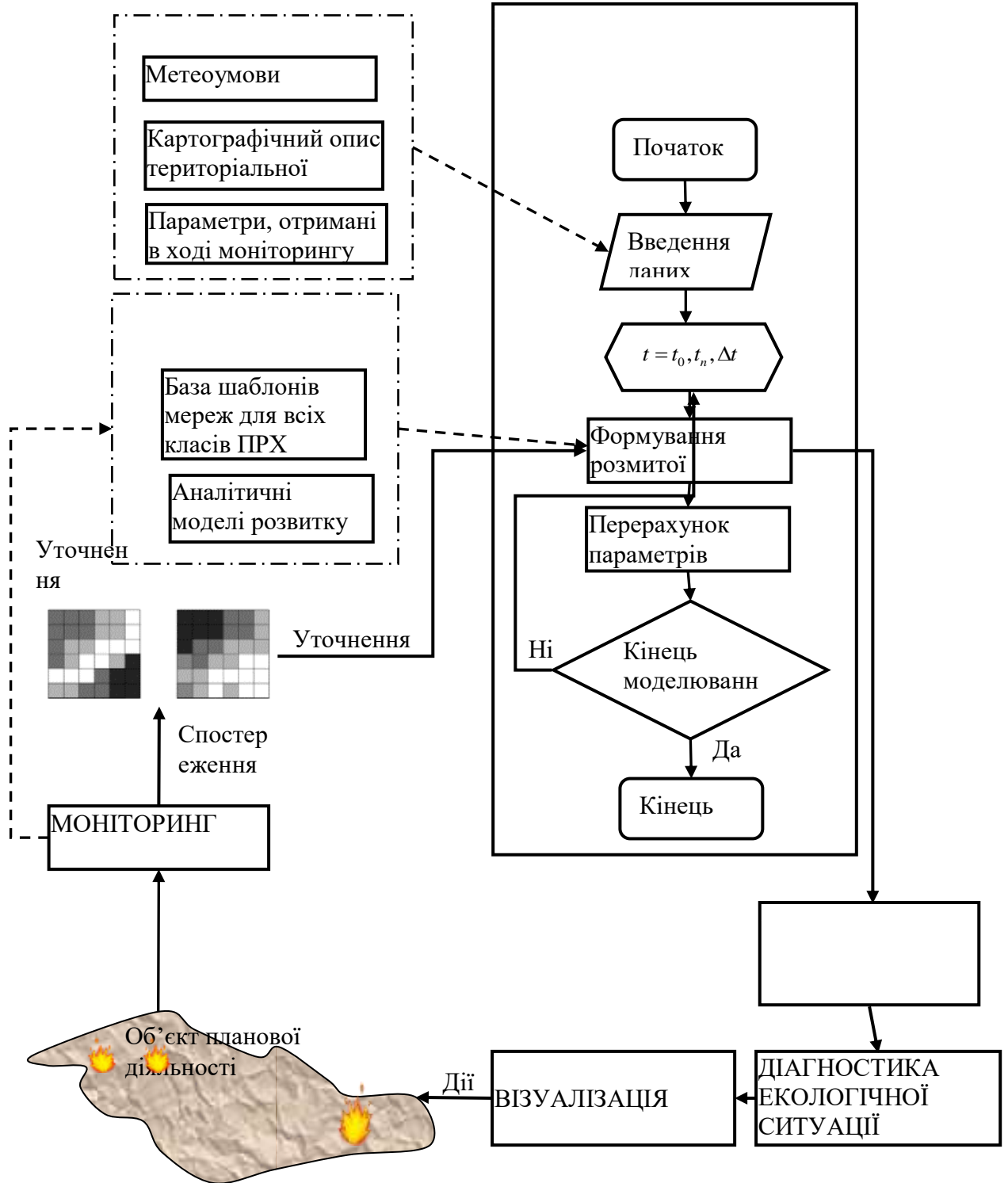


Рис. 6.8 – Модель процесу розвитку надзвичайної екологічної ситуації в системі підтримки прийняття екологічних рішень

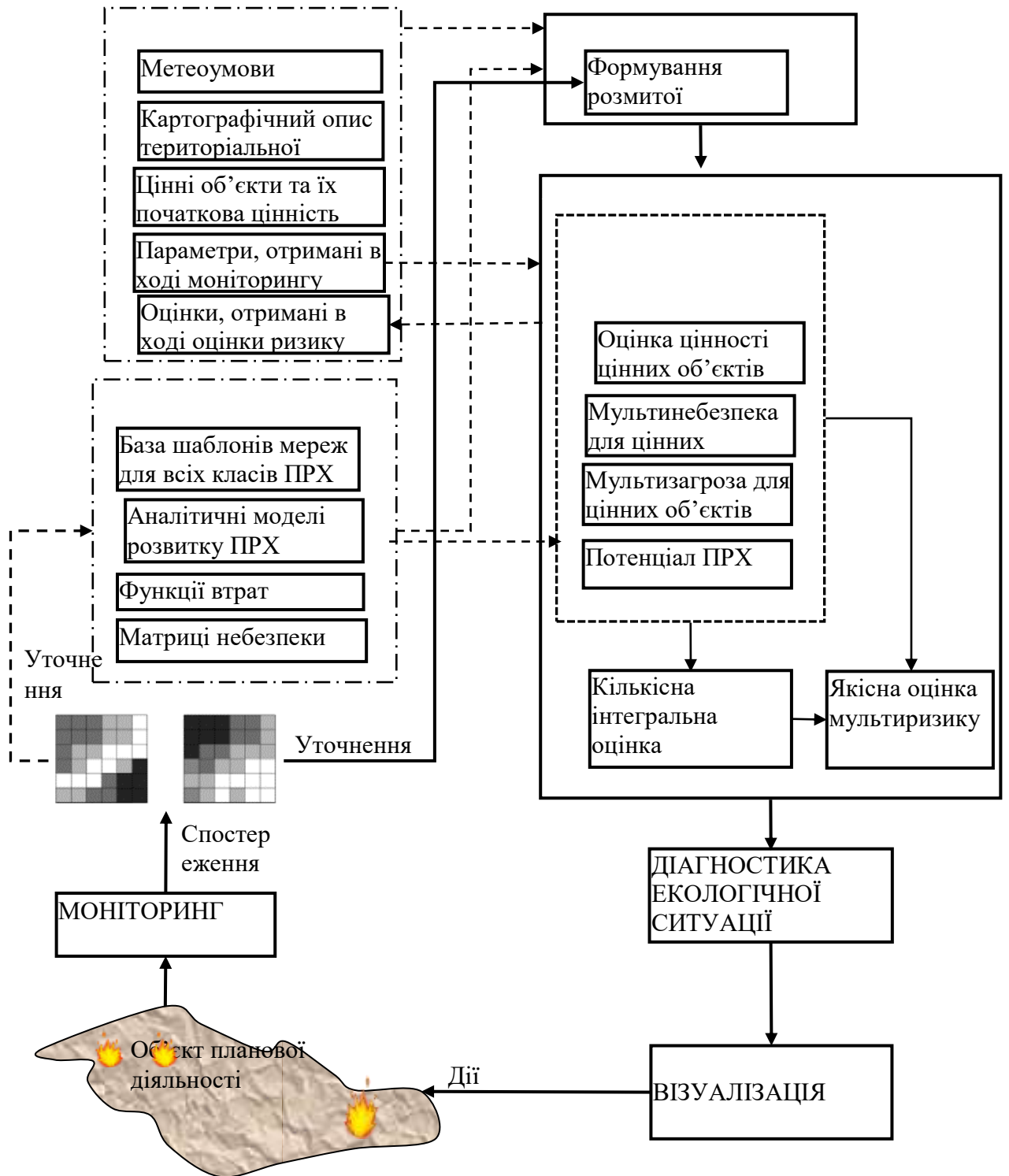


Рис. 6.9 – Аналіз ризику в системі підтримки прийняття екологічних рішень

Більш вузько-спрямованим підходом до побудови систем діагностики при плановій діяльності є експертний підхід, який акумулює знання фахівців в конкретних областях екологічної безпеки [10, 286]. Побудова систем підтримки прийняття управлінських рішень, оснований на експертному підході, зазвичай є трудомістким і дорогим процесом інженерії знань [213, 214]. З одного боку, експерти не завжди спроможні пояснити свою логіку так, щоб її можна було запрограмувати. З іншого боку, різні експерти часто мають різне розуміння однієї екологічної проблеми.

Прецедентний підхід, що заснований на використанні існуючих рішень (прецедентів), дозволяє обійти проблему подання знань експертів. При виникненні задачі діагностики, прецедентна система виконує ідентифікацію сценарію з існуючими прецедентами. На відміну від експертної системи, де знання подаються в явній формі експертами-екологами як евристичні правила, в прецедентній системі знання подаються неявно у формі прецедентів [254].

Існує декілька технологій навчання, що використовуються в таких системах [284]: нейронні мережі [132], генетичні алгоритми [133], символний штучний інтелект [155], статистичне розпізнавання образів, еволюційні обчислення [114]. Проведений аналіз свідчить, що найбільш ефективним є прецедентний підхід, але його реалізація залежить від обсягу бази акумульованих прецедентів.

Надвеликий обсяг бази призводить до високої обчислювальної складності, а недостатній обсяг не забезпечує покриття всієї множини екологічних ситуацій під час класифікації. Системи, що навчаються, є нелінійними, вони здатні виконувати класифікацію екологічних ситуацій навіть в умовах невизначеності, але вони не забезпечують безпомилковість для ОПР.

Отже, з врахуванням фактору, що ні один з вище перелічених підходів до діагностики не може бути використаний самостійно, автоматична діагностика ситуації на основі екологічних спостережень, отриманих в ході моніторингу, потребує розробки гібридного методу, що відрізняється від класичних.

Пропонується удосконалення методу діагностики, який базується на комбінації прецедентного підходу та підходу, заснованого на правилах, що забезпечить зменшення обсягу бази прецедентів.

В момент виникнення екологічних ризиків для об'єкта планованої діяльності для ОПР створюється проблемна ситуація, яка потребує діагностики з метою прийняття управлінських рішень щодо мінімізації ризиків. Для діагностики ситуації в екосистемі треба виділити райони місцевості, що містять об'єкт планованої діяльності з оцінкою екологічної небезпеки вище певного критичного рівня, з якими пов'язаний максимальний екологічний ризик. Оцінки екологічної небезпеки та ризику можуть бути пов'язані з кожною коміркою територіальної системи.

Місце діагностики в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень відображено на рис. 6.10. Діагностика спрямована на визначення класу поточної ситуації, для чого запропоновано використання методу найближчого сусіда. Кожний клас з набору можливих ситуацій слід розглядати як прецедент, який повинен бути описаний в базі прецедентів.

З метою визначення класу ситуації введено функцію ідентифікації, яка дозволяє встановити клас ситуації. Алгоритм встановлення класу екологічної ситуації складається з наступних кроків, рис. 6.11.

1. Обчислення відстаней між поточною ситуацією та класами ситуацій:

$$L_i(s^*, i_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^m l_j^2(R_j^*, R_j)}$$

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

2. Пошук мінімальної відстані між поточною ситуацією s^* та класами ситуацій $и = \{и_0, и_1, \dots, и_n\}$:

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

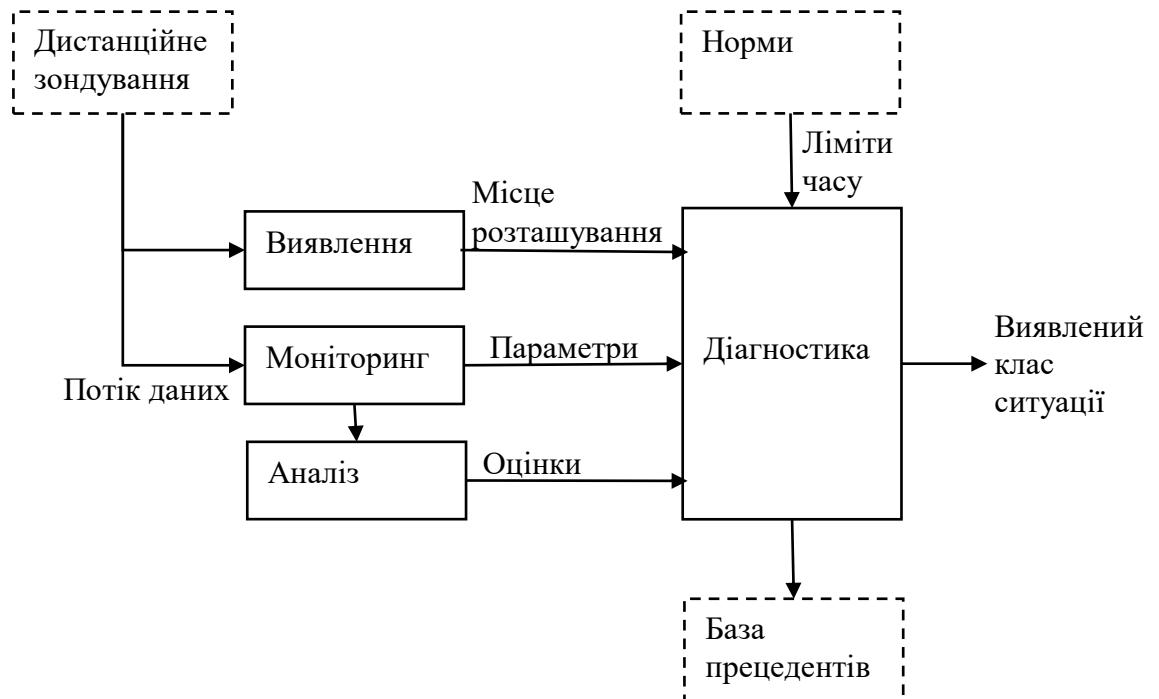


Рис. 6.10 – Місце діагностики в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень

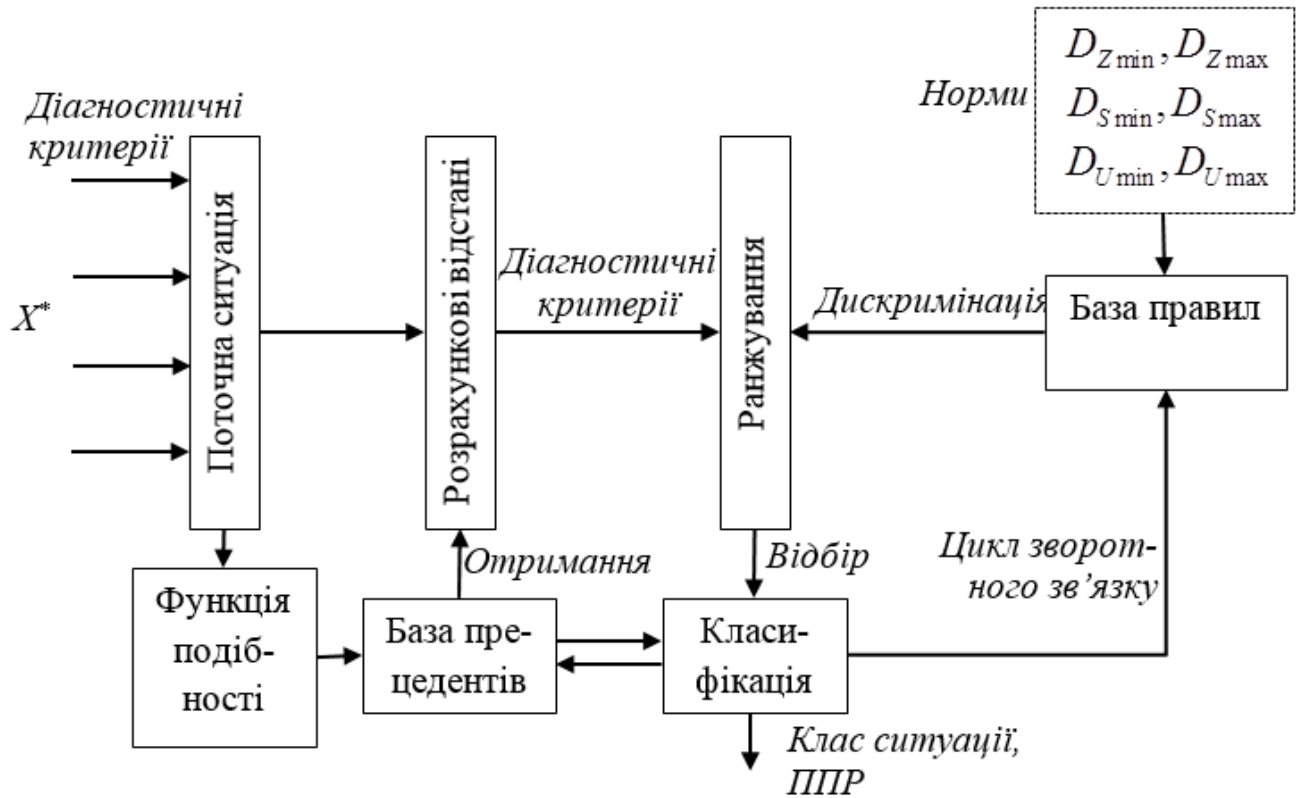


Рис. 6.11 – Реалізація гібридного методу діагностики в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень

3. Пошук мінімальної відстані між поточною ситуацією s^* та класами ситуацій $и = \{и_0, и_1, \dots, и_n\}$:

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

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

$$и^* = и_i \mid L_i(s^*, и_i) = 0.$$

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

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

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

$$\omega''^* \in \omega' \mid \forall (\omega_i \in \omega''^*) \left(R_{\Omega_i} = \max_{j=(1, |\omega''^*|)} (R_{\Omega_j}) \right).$$

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

$$\omega_i^* \in \omega''^* \mid p_i = \max_{j=(1, |\omega''^*|)} (p_j).$$

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. 6.12).

База правил подає знання про проблемну область та часову метрику ξ_T в масштабі часу T , таку що $\forall t_i, t_j \in T \parallel t_i - t_j \parallel_T \rightarrow D_Z$, де $D_Z = \{D_{Z_1}, \dots, D_{Z_j}, \dots, D_{Z_m}\}$ є набором лімітів часу.

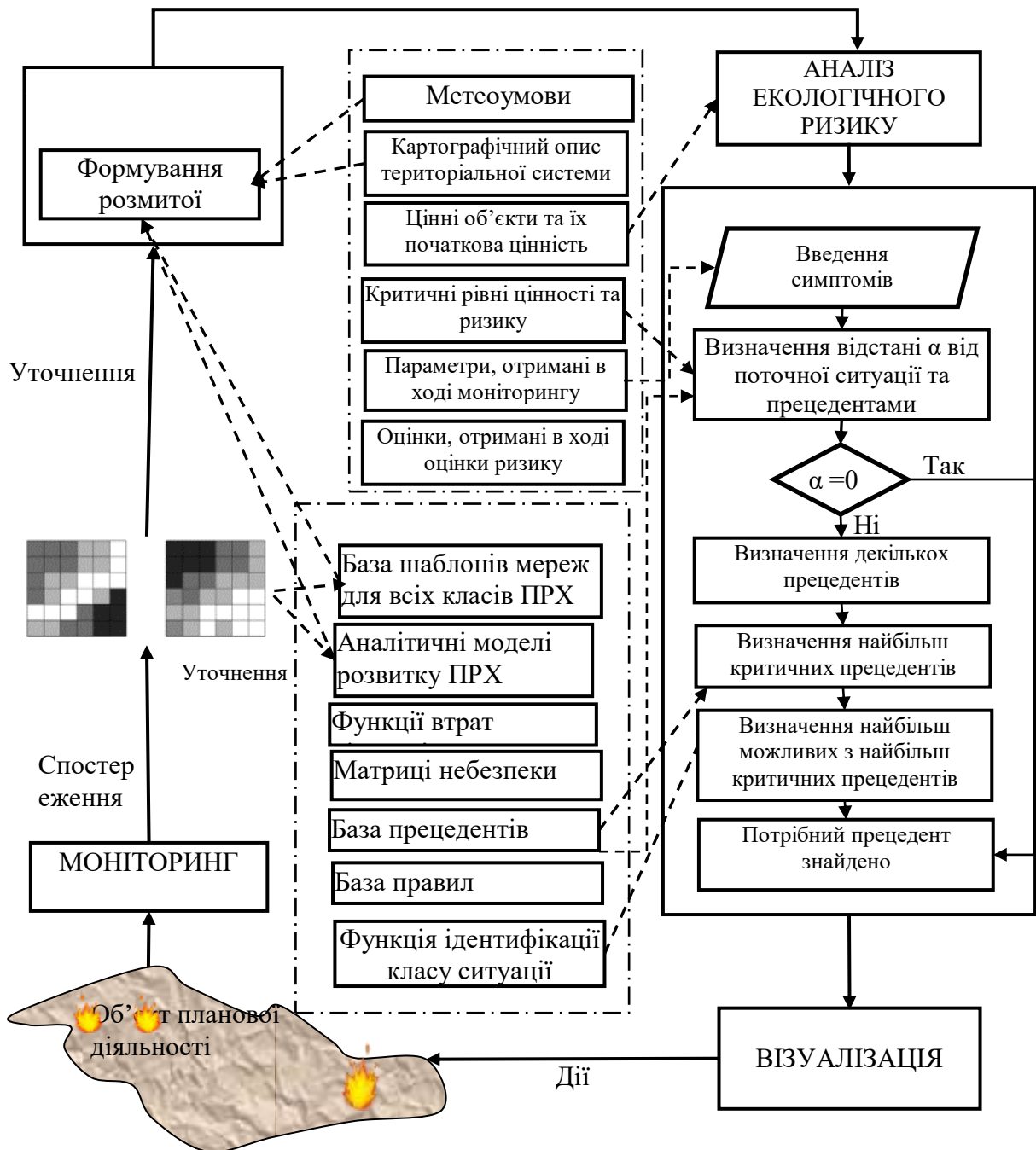


Рис. 6.12 – Діагностика екоситуації в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень

У такий спосіб, база правил містить множину лімітів часу D_z , що є необхідною для визначення подібних ситуацій. З використанням норм часу можна класифікувати поточну ситуацію відносно її часових властивостей як нормальну, критичну, небезпечну, або катастрофічну. Коли база прецедентів

стає занадто великою, її можна представити у вигляді правил, що зменшує обсяг бази прецедентів.

5. Візуалізація екологічної ситуації.

Оскільки ОПР приймає управлінське рішення, однією з важливих підстав цього процесу має бути ситуативне усвідомлення впливу наявних загроз та ризиків щодо множини цінних об'єктів, ранжованої за певними ознаками небезпеки. Отож, з погляду на підтримку прийняття рішень ОПР має отримувати екологічну інформацію про поточну ситуацію, що є зрозумілою для опису цієї ситуації та прогнозування її розвитку у майбутньому. З цією метою застосовується візуалізація.

Відомо, що візуалізація є потужним інструментом для підвищення обізнаності та зменшення інформаційного перевантаження [194], що дозволяє створювати ситуативну картину для ОПР. При цьому застосовується як оціночна інформація стосовно екологічних загроз і ризиків, так й динамічна інформація про розвиток небезпечних процесів. У такий спосіб використовується візуальна (картографічна) модель територіальної системи, в межах якої розглядається планова діяльність та екологічна ситуація.

Інструментарій візуалізації повинен підтримувати ОПР на всіх етапах прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень (рис. 6.13):

Аналіз: інструменти для аналізу, знаходження критичних просторових областей та поінформованості про поточну екологічну ситуацію на рівні розуміння.

Сприйняття: інструменти допомоги ОПР щодо сприйняття стану, атрибутів та динаміки певних компонентів екосистеми (об'єкта планованої діяльності), наприклад, для визначення тих об'єктів та процесів, які, на відміну від інших, вимагають від нього уваги.

Розуміння: інструменти допомоги ОПР в усвідомленні поточної ситуації. Оскільки, як правило, одного тільки сприйняття ситуації ОПР недостатньо, треба допомогти йому зрозуміти, чому події розгортаються саме так, а не

інакше, тому для цього необхідно визначити сукупність елементів, об'єктів та їх відносин, які є релевантними спостережуваним подіям.

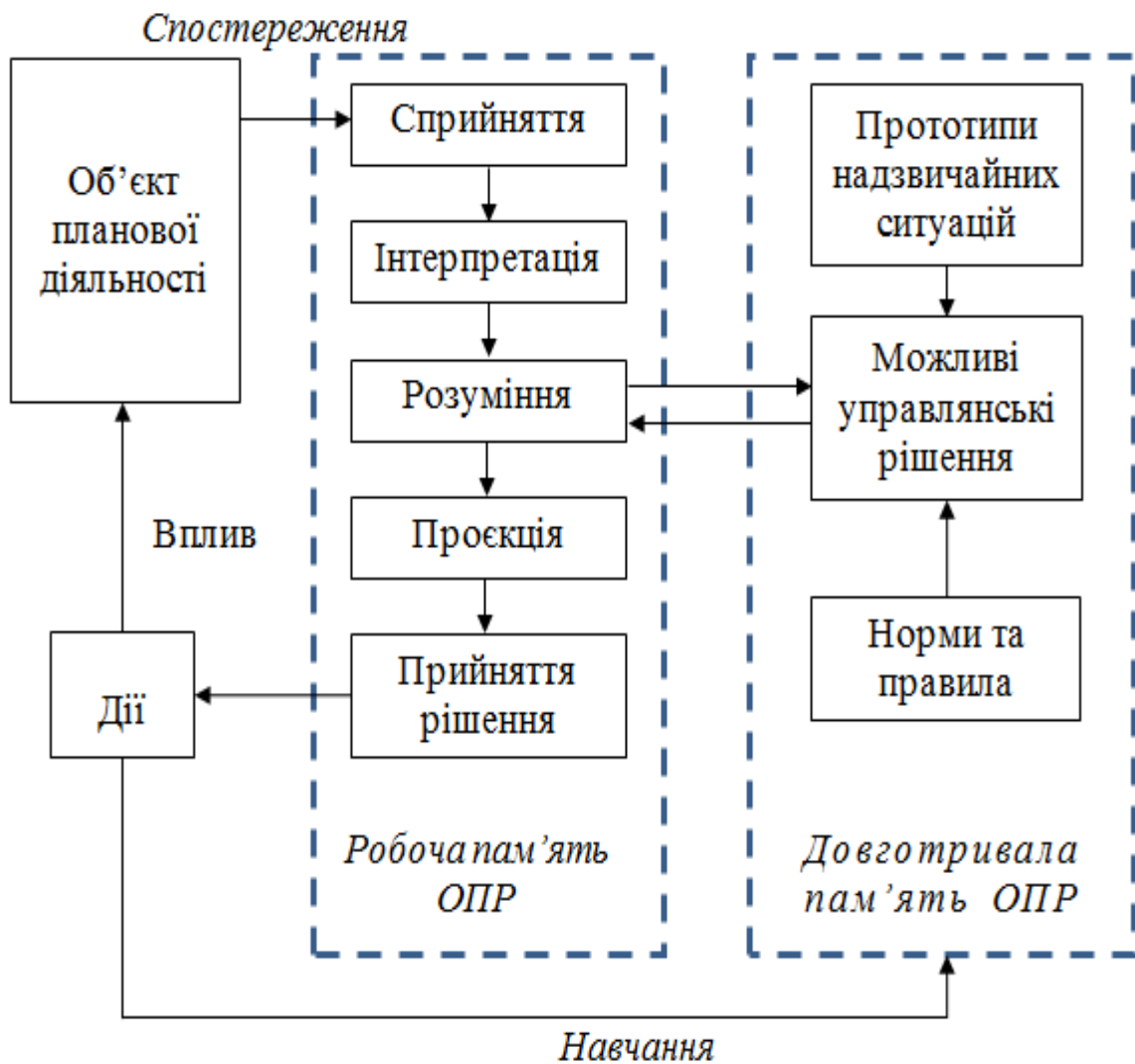


Рис. 6.13 – Етапи прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень

Прогноз: інструменти для проєкції поточної ситуації на майбутнє, щоб мати можливість прогнозувати розвиток екологічної ситуації. Ці процеси відбуваються в робочій (короткочасній) пам'яті ОПР.

Так, візуалізація є інструментом ситуаційної екологічної оцінки, що описує не тільки її поточний стан, але і минуле та потенційний майбутній небезпечний розвиток.

При цьому слід враховувати, що ОПР важко одночасно сприймати значну кількість елементів, що складають поточну екологічну ситуацію. Увага ОПР в процесі ситуативної оцінки залежить від того, у який спосіб подано інформацію, оцінки екологічних загроз та ризиків, а також попередження. Отже, засоби візуалізації мають підтримувати ситуативну обізнаність ОПР, фокусуючи його увагу на найважливіших елементах об'єкта планованої діяльності, але в той же час надавати йому детальну інформацію, яка може бути використана при прийнятті рішень.

ОПР, зазвичай, в процесі прийняття управлінських рішень порівнює поточну ситуацію з набором подібних ситуацій у довготривалій пам'яті. Цей процес залежить від низки факторів: природних здібностей, підготовки та досвіду ОПР; мети ОПР; дизайну та форми подання екологічної ситуації; навантаження і стресу ОПР. ОПР повинен мати певний рівень довіри до інформації, яка може впливати на рішення, що приймаються на основі цієї інформації. Спосіб, яким інформацію подано ОПР, визначає, скільки інформації можна отримати та наскільки точно, виходячи з розумового навантаження ОПР. На всіх етапах візуалізації слід враховувати можливість потенційної втрати інформації [310]. Візуалізація полягає не лише в створенні естетично приємних зображень. Це інтерактивний, комп'ютерний процес отримання значущої інформації, оцінок та статистики зі спостережуваних даних з використанням візуальних уявлень [80]. Отже, візуалізація використовується не тільки для подання статичної інформації, але й як інструмент для виявлення певних ідей щодо розвитку ситуації, її причин та наслідків [310].

ОПР може втрачати візуальні зміни інформації навіть тоді, коли вони відбуваються, особливо якщо вони не є достатньо вираженими або виникають поза його зосередженої уваги. Це потрібно враховувати в інструментах динамічної візуалізації, де відображувана інформація змінюється з часом з різним темпом. Також сприйняття може обмежуватися залежно від кольорів та напівтонів. Таке означає, що для візуалізації важливим є не тільки вибір кольорів, але також кольорових ефектів, що накладаються один на одного, а методи візуалізації для аналізу об'єктів планованої діяльності з географічним компонентом, тому вони відображаються на карті за допомогою ГІС.

б. Розроблення схеми системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень.

Структуру системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень представлено на рис. 6.14. Вона передбачає наступні інформаційні процеси: ІП1. Моніторинг об'єкта планової діяльності; ІП2. Моделювання об'єкта планової діяльності; ІП3. Аналіз загроз та ризиків екосистеми; ІП4. Діагностика розвитку екологічної ситуації; ІП5. Візуалізація.

Інформаційні процеси в системі підтримки прийняття управлінських рішень засновані на наступних методах: МЕТ1. Метод подання територіальної складової об'єкта планової діяльності у вигляді накладення топологічних просторів; МЕТ2. Метод побудови шаблону деревовидної мережі подій для моделювання надзвичайних екологічних ситуацій; МЕТ3. Метод отримання висновку на мережі у вигляді марківського процесу; МЕТ4. Метод подання оцінки екологічної небезпеки; МЕТ5. Метод просторово-розподіленої оцінки екологічних загроз; МЕТ6. Метод оцінки динаміки екологічної небезпеки об'єкта планової діяльності; МЕТ7. Метод якісної оцінки компонентів екологічного ризику та самого екологічного ризику; МЕТ8. Метод подання екологічного ризику як просторово-розподіленого процесу; МЕТ9. Метод діагностики екологічної ситуації.

В інформаційних процесах системи підтримки прийняття управлінських рішень використовуються наступні моделі: МОД1. Модель територіальної системи (району екологічного впливу об'єкта планової діяльності); МОД2. Правдоподібна модель розвитку надзвичайної екологічної ситуації; МОД3. Модель екологічної небезпеки та екологічних загроз; МОД4. Динамічна модель екологічного ризику.

Для реалізації інформаційних процесів в системі підтримки прийняття управлінських рішень потрібні наступні класи даних: БД1. Параметри, отримані від апаратури екологічного спостереження в ході екологічного моніторингу; БД2. Оцінки, отримані в ході аналізу; БД3. Метеоумови; БД4. Картографічний опис територіальної системи в районі планової діяльності; БД5. Опис об'єктів планової діяльності та їх початкової екологічної безпеки; БД6. Критичні рівні екологічної небезпеки та екологічного ризику.

Для реалізації інформаційних процесів потрібні наступні класи знань: БЗ1- база шаблонів мереж для всіх класів надзвичайних екологічних ситуацій; БЗ2- аналітичні моделі розвитку надзвичайних екологічних ситуацій; БЗ3- функції втрат екологічної безпеки; БЗ4- матриці екологічної небезпеки; БЗ5- база прецедентів; БЗ6- база правил; БЗ7- функція ідентифікації класу ситуації.

Класифікатор завдань системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в автоматизованій системі управління екологічною безпекою наведено додатку В.

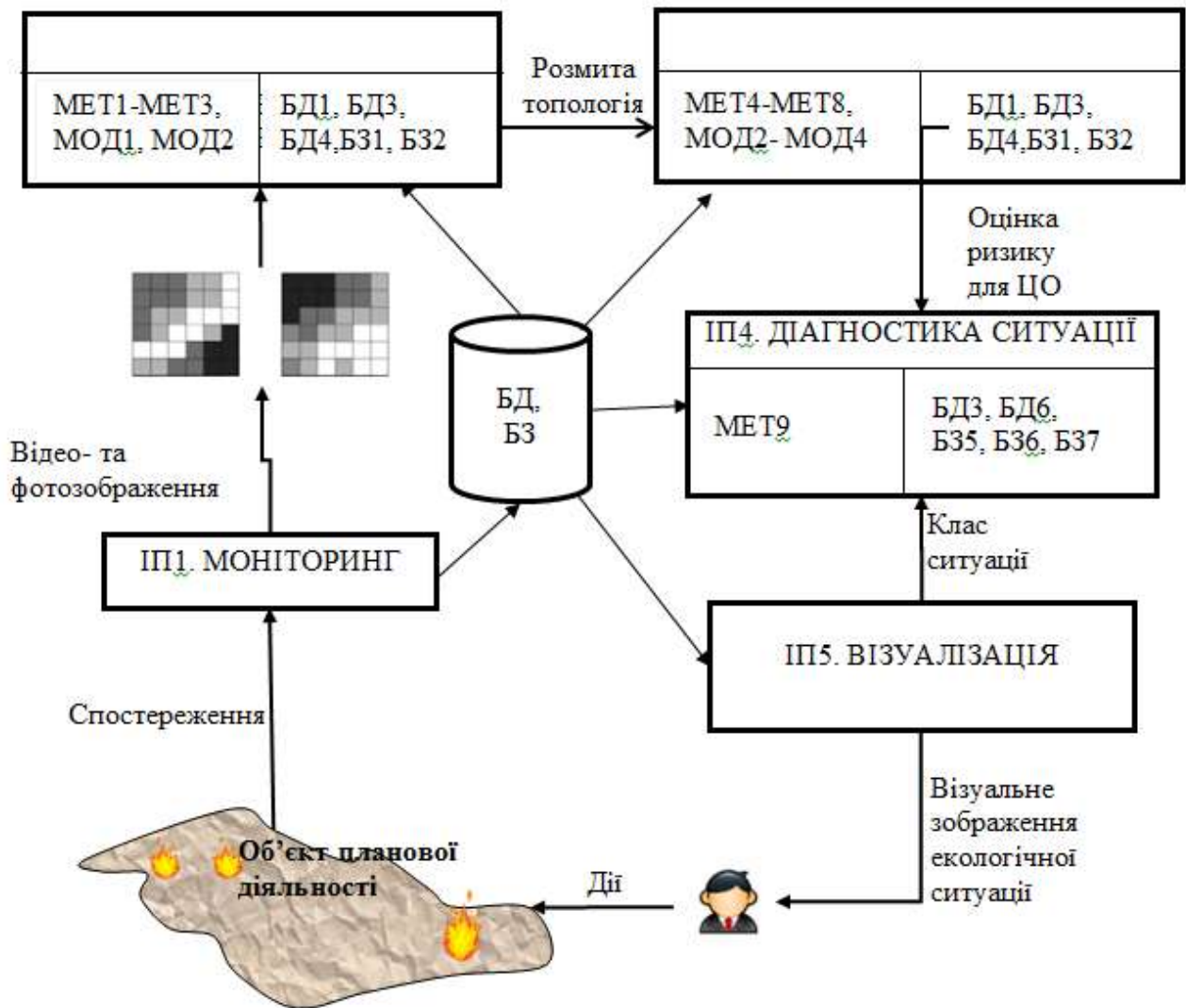


Рис. 6.14 – Схема системи підтримки прийняття рішень в інтегрованій автоматизованій системі

6.2 Схема організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час планованої діяльності

Практичним застосуванням запропонованої системи прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень є автоматизована система управління екологічною безпекою під час планованої діяльності.

Запропоновану технологію підтримки прийняття управлінських екологічних рішень покладено в основу веб-орієнтованої геоінформаційної

системи GISForestProject, яку підготовлено мовою програмування Python за допомогою фреймворку Django та його розширення GeoDjango. При створенні проекту також було використано бібліотеку OpenLayers для створення карт, а також систему управління базами даних PostgreSQL.

Схему організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень у відповідності до запропонованої технології представлено на рисунку 6.15.

Оскільки реалізація цілої низки задач, моделей, методів і комплексних оцінок не залежить від класу та особливостей об'єкта планованої діяльності та надзвичайних екологічних ситуацій, вони становлять ядро системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень (СППУЕР). Відповідно, може бути розроблена архітектура та синтезовано ядро динамічної СППУЕР.

Розроблене ядро СППУЕР призначене для моделювання, протидії та ліквідації екологічним загрозам та ризикам як при планової діяльності так й при виникненні надзвичайних екологічних ситуацій. В основу СППУЕР покладено моделі об'єктів планованої діяльності, динаміки розвитку надзвичайних екологічних ситуацій, оцінки екологічної небезпеки, екологічних загроз та ризиків.

Модель об'єктів планованої діяльності містить множину зосереджених об'єктів різної природи (підприємства, об'єкти критичної інфраструктури, техногенно небезпечні об'єкти, споруди, дороги, природне середовище), що відображені за допомогою геоінформаційної системи на модель місцевості і мають однорідні таксаційні описи. Наявна множина об'єктів поділяється на класи об'єктів, що знаходяться в безпеці, в небезпеці і в потенційній небезпеці. Небезпека для об'єктів оцінюється за допомогою матриць небезпеки, що містяться в сховищі моделей.

Модель динаміки надзвичайної екологічної ситуації повинна дозволяти, виходячи з наявних спостережень стану середовища, оцінювати і прогнозувати стан різних екологічних об'єктів в районі планованої діяльності. Система

підтримки прийняття управлінських екологічних рішень вирішує завдання аналізу загроз, розглядаючи сукупність всіх можливих сценаріїв розвитку надзвичайних екологічних ситуацій, для чого на основі багаторівневої деревовидної мережі подій, що відображає взаємозв'язки між параметрами об'єктів планованої діяльності і зовнішнього середовища, будується інтегральна оцінка екологічної небезпеки (екологічні загрози та ризики) для відповідних моментів часу; і вирішується задача синтезу управлінського екологічного рішення, що передбачає побудову адекватного управлінського оперативного рішення в системі управління екологічною безпекою при планової діяльності.



Рис. 6.15 – Схема організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень

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 планованої діяльності.

6.3 Оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень під час управління планованою діяльністю та рекомендації щодо її впровадження

До основних можливостей СППУЕР слід віднести: просторову прив'язку об'єктів планованої діяльності; моделювання динаміки надзвичайних екологічних ситуацій; аналіз екологічних загроз та ризиків для об'єктів планованої діяльності; діагностику екологічних ситуації в районі планованої діяльності на основі оцінки екологічних загроз та ризиків; підтримка прийняття управлінських екологічних рішень за допомогою представлення і відображення оперативної екологічної обстановки засобами візуалізації.

До основних властивостей СППУЕР відносяться:

1) веб-орієнтованість, що дозволяє організувати безперервний зв'язок користувачів з великим числом компонентів (елементів) об'єктів планованої діяльності в режимі онлайн, незалежно від розташування користувачів, а також надає можливість в ситуаційних центрах різного рівня оперативно отримувати в мережі Internet комплексну інформацію про стан і розташування об'єктів планованої діяльності;

2) використання геоінформаційної технології, що дає можливість відображення візуальної екологічної інформації на цифровій карті, а також підтримку динамічних пластів картографічних даних;

3) модульна архітектура СППУЕР, що дозволяє замінювати окремі модулі, а також розширювати функціональний потенціал за рахунок додавання нових модулів;

4) наявність графічного інтерфейсу для візуального конструювання та введення інформації в СППУЕР.

Система забезпечує виконання наступних функцій:

- створення статичного пласту просторової моделі об'єктів планованої діяльності, що складається з геотаксонів, створення атрибутивної БД, яка описує геотаксони, і прив'язку її до пласту геотаксонів;
- створення пласту комірок змінного розміру;
- прийом і обробка даних моніторингу стану об'єктів планованої діяльності в умовах можливих надзвичайних екологічних ситуацій;
- моделювання екологічних процесів в районі діяльності об'єкта планованої діяльності і уточнення параметрів моделі відповідно до даних екологічного моніторингу;
- візуальне відображення динаміки розповсюдження надзвичайної екологічної ситуації, у вигляді відповідного пласту просторової моделі району планової діяльності;
- діагностика ситуації в районі планованої діяльності в умовах можливих надзвичайних екологічних ситуацій за допомогою обчислення екологічних загроз та ризиків для об'єктів планованої діяльності і візуальне відображення цих оцінок в просторовій моделі у вигляді динамічних зон на відповідному пласті просторової моделі району планованої діяльності;
- візуалізація геопросторової інформації, необхідної для підтримки прийняття управлінських рішень при плановій діяльності метою підвищення ефективності її сприйняття ОПР.

Програмний продукт розроблений за допомогою програмних засобів, що вільно поширюються, таких як Python 3.2, Django, GeoDjango, OpenLayers, СУБД postgresSQL 9.4, PostGIS.

Для вибору оптимальних характеристик серверу роботу системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень було протестовано за допомогою вільно-поширюваного програмного засобу tsung, що дозволяє

імітувати паралельну роботу віртуальних користувачів. В результаті тестування було виявлено, що для нормального функціонування системи потрібний сервер з наступними характеристиками: 1 GB RAM, 1 CPU Core, 24 GB SSD Storage, 2 TB Transfer, 40 Gbit Network In, 125 Mbit Network Out, Unix-подібна операційна система. Для роботи системи потрібне наступне програмне забезпечення: веб-сервер (Apache, lighttpd, IIS); mod_python або FastCGI (механізми веб-сервера для запуску python скриптів); Python версії від 3.2; MySQL 4.x/5.x.

Системні вимоги до комп'ютера оператора мінімальні. Для роботи оператора достатньо комп'ютера, що має доступ до мережі Інтернет зі встановленим web-браузером. Систему можливо рекомендувати для користувачів в системі управління екологічною безпекою при плановій діяльності.

Архітектуру проєкту СППУЕР доцільно розробити шляхом модернізації класичного шаблону MVC («Модель-Вид-Контролер»), а саме - користувач взаємодіє графічним інтерфейсом користувача, контролер обробляє запит і формує модель і представлення запитів моделі для відображення результатів. У MVT запит на URL-адресу передається в застосунок. Застосунок активізує модель, виконує маніпуляції і готує дані для виведення. На рисунку 6.16 представлено загальну архітектуру системи СППУЕР.

Сторона оператора відіграє роль застосунку. Для відображення картографічної інформації була використана карта Google Maps. Картографічна інформація зберігається у БД PostgreSQL.

Концепція програмної частини СППУЕР спирається на блочно-модульну архітектуру з можливістю ефективною заміни функціональних блоків без зміни загальної конструкції.

Застосовувати сучасні підходи в проєктуванні програмного забезпечення, окремі функціональні блоки СППУЕР пропонується об'єднати в підсистеми за схожими функціональними ознаками (рис. 6.17).

Архітектура СППУЕР складається з наступних підсистем: сховище даних; підсистема зв'язку з пристроями; підсистема просторової прив'язки об'єкта планової діяльності; підсистема моделювання та прогнозування; підсистема екологічного моніторингу; підсистема аналізу екологічного ризику; підсистема діагностики екологічних ситуацій; підсистема подання інформації (візуалізації).

Сховище даних містить необхідні для нормального функціонування ресурси. Серед них можна виділити наступні: дані моніторингу; статистичні дані; налаштування системи і її окремих елементів; проміжні дані розрахунків і так далі.

Підсистема зв'язку з пристроями містить ряд допоміжних системних алгоритмів і додатків для взаємодії з наземними і аерокосмічними пристроями спостереження та передачі інформації. За допомогою цієї підсистеми здійснюється прийом інформації і сигналів, що поступають від апаратури, встановленої на стаціонарних і рухомих об'єктах екологічного спостереження, з метою моніторингу району об'єкта планованої діяльності.

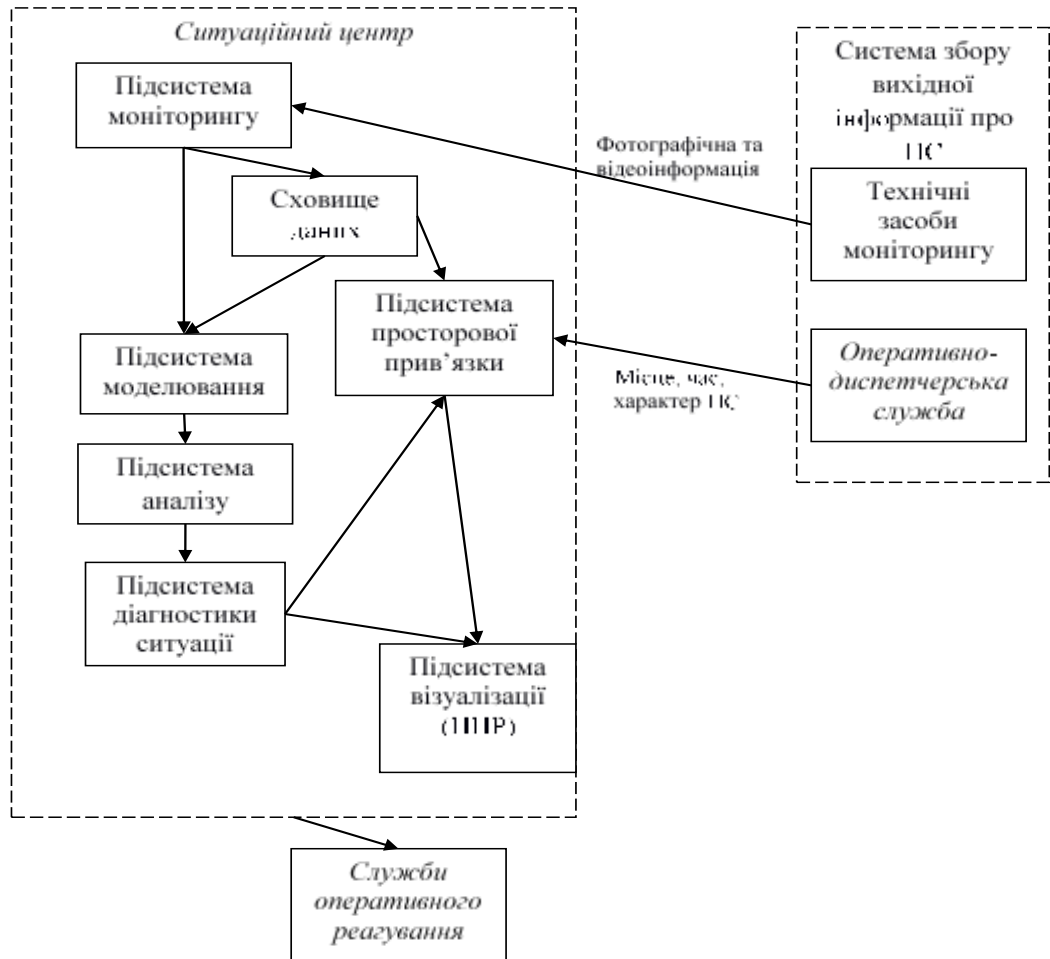


Рис. 6.16 – Загальна архітектура системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень

Підсистема просторової прив'язки функціонально відповідає за створення і відображення пошарової просторової моделі району планованої діяльності з можливістю налаштування параметрів відображення (порядок відображення шарів, кольори і стиль ліній і заливок, шрифти написів, використання умовних знаків тощо). Кожен шар складається з картографічних об'єктів, представлених у вигляді полігонів, до яких прив'язана атрибутивна база даних. Оперативне візуальне відображення результатів моделювання об'єкту планованої діяльності і моніторингу стану району спостереження в умовах надзвичайних екологічних ситуацій.

У підсистемі моделювання і прогнозування міститься комплекс моделей динаміки об'єктів планованої діяльності певних класів, що дозволяють розраховувати швидкості розповсюдження надзвичайної екологічної ситуації на основі вхідних даних, які описують природні умови і стан навколишнього середовища. Засоби реалізації, закладені в підсистемі моделювання, дозволяють на основі існуючих моделей формувати динаміку розмитого контуру надзвичайної екологічної ситуації на сітці з комірок.

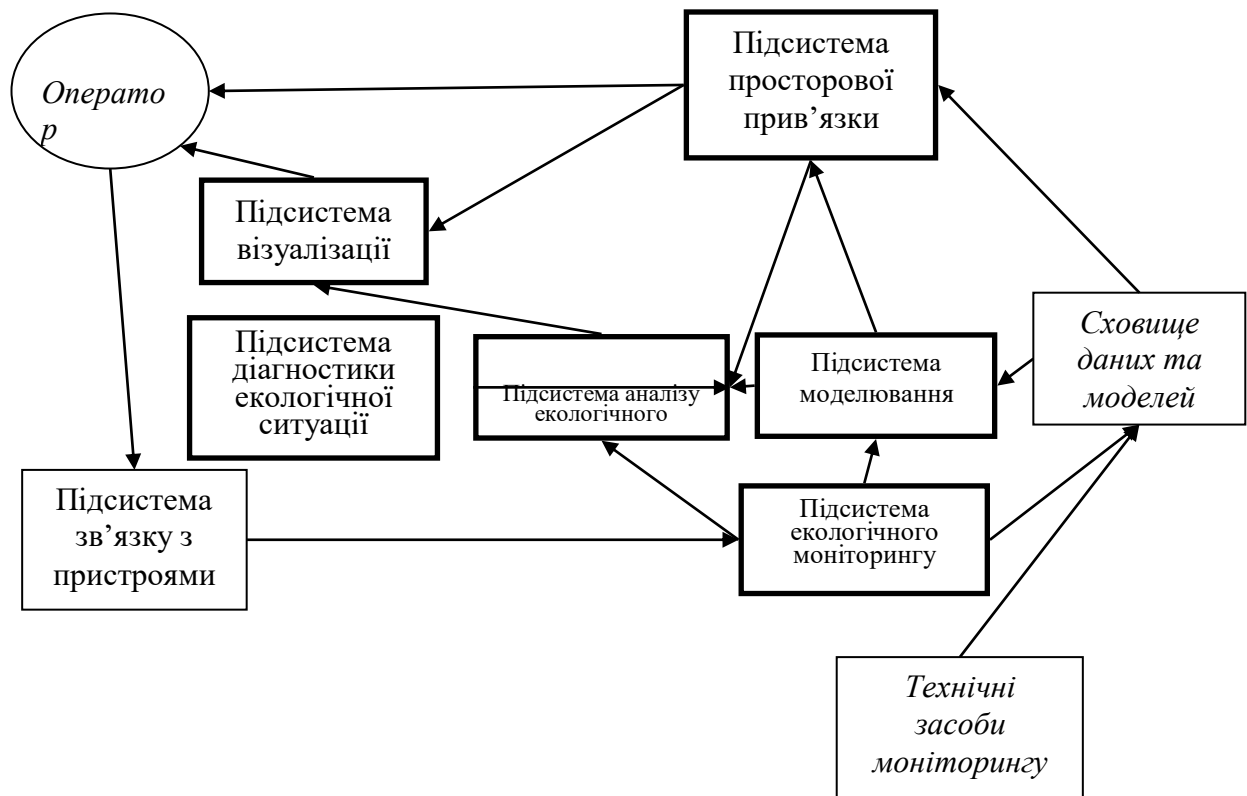


Рис. 6.17 – Загальна концептуальна модель програмної системи СППУЕР

У підсистемі екологічного моніторингу за станом району планованої діяльності здійснюється обробка сигналів від апаратури спостереження, встановленої на визначених стаціонарних та рухомих об'єктах, надання моніторингової і архівної інформації ОПР для прийняття управлінських рішень, створення та підтримка архівної бази даних, запис моніторингової інформації в архів.

Підсистема аналізу ризику дозволяє оцінити екологічні загрози та ризики для кожного об'єкта планованої діяльності.

У підсистемі діагностики ситуації здійснюється аналіз поточної ситуації в районі планованої діяльності, що дозволяє на основі оцінки екологічних загроз і ризиків для кожного району планованої діяльності виділити об'єкти, що вимагають першочергового захисту, втручання для забезпечення екологічної безпеки.

Підсистема візуального подання інформації призначена для інформаційного забезпечення під час прийняття управлінських рішень щодо екстреного реагування на загрозу або виникнення ПРХ і планування їх реалізації.

Вхідною інформацією для програмного продукту СППУЕР є: сканована копія ділянки території, на якій здійснюється планована діяльність; значення статичних даних атрибутів картографічних об'єктів; значення параметрів навколишнього середовища (метеорологічні умови); фото- та відеозображення, отримані за допомогою екологічного моніторингу.

На основі сканованої карти з використанням інструментів Google Maps створюється електронна карта, на яку наносяться об'єкти у вигляді полігонів. На основі атрибутивних параметрів картографічних об'єктів проєктується база даних в форматі Postgresql.

Електронна карта містить полігони, що представляють собою набори об'єктів просторової моделі та відображаються на карті відповідними кольорами. Вихідними даними ГІС є розподіл оцінок ризиків, які містяться в класі risk. Для підтримки прийняття рішень отримана інформація внаслідок діагностики ситуації представляється в візуальній формі.

Для оцінки результатів дослідження було проведено експеримент з використанням СППУЕР. Для цього було використано ретроспективні дані, що описують екологічний стан об'єктів спостереження. У відповідності до отриманих оцінок ризиків, було обчислено прогнозовані наслідки та

співставлено до реальних наслідків. Зроблено оцінки за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, а також випромінення, які виникають у результаті виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності. Описано фактори довкілля, які ймовірно зазнають впливу з боку планованої діяльності та її альтернативних варіантів, у тому числі здоров'я населення, стан фауни, флори, біорізноманіття, землі, ґрунтів, води, повітря, кліматичні фактори, матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину, ландшафт, соціально-економічні умови та взаємозв'язок між цими факторами. Описано і оцінено можливі впливи на довкілля планованої діяльності, зокрема величини та масштабів такого впливу, характеру, інтенсивності і складності, ймовірності, очікуваного початку, тривалості, частоти і невідворотності впливу. Оцінено методи прогнозування, що використовувалися для оцінки впливу на довкілля. Здійснено аналіз очікуваного негативного впливу діяльності на довкілля, заходів запобігання чи пом'якшення впливу надзвичайних ситуацій на довкілля та заходів реагування на надзвичайні ситуації.

В додатку Ж наведено застосування методики стратегічного екологічного оцінювання з використанням системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень (на прикладі планованої діяльності - здійснення робіт технологічного процесу виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій в Миколаївському морському порту). Запропоновану технологію прийняття управлінських екологічних рішень досліджено для також на основі ретроспективних наступних даних.

Опис планованої діяльності в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень:

1. ОЦІНКА 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». Місце впровадження планованої діяльності – річка Березніговата в смт Петрове Петрівського району Кіровоградської області (рис. 6.18).



а)



б)

Рис. 6.18 – Річка Березніговата до заростання

Цілі планованої діяльності. Відновлення і підтримання природного гідрологічного, гідрохімічного та гідробіологічного режимів р. Березніговатої, збереження її самовідновлювальної здатності, поліпшення санітарного стану та створення сприятливих умов для відпочинку в районі проектування шляхом проведення робіт із розчищенням водойми. Також важливою метою даного проекту є поліпшення соціально-екологічних умов життєдіяльності мешканців

смт Петрове. Забезпечення охорони і раціонального використання водних ресурсів району.

2. ОЦІНКА необхідності здійснення впливу планованої діяльності з реалізації проєкту «чистка ковша водозабору водопровідної водоочисної станції комунального підприємства «Петрівське» 2019р., інв. №10310031 на території Петрівської селищної ради Петрівського району Кіровоградської області.

Мета науково-експертної оцінки – визначення необхідності здійснення оцінки впливу планової діяльності з реалізації проєкту «Чистка ковша водозабору водопровідної водоочисної станції Комунального підприємства «Петрівське» ІНВ. №10310031 на території Петрівської селищної ради Петрівського району Кіровоградської області. Капітальний ремонт», а також встановлення - чи призводить планова діяльність до збільшення наявних та утворення нових видів небезпечних відходів, збільшення та/або появи нових джерел викидів в атмосферне повітря та скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти.

3. ОЦІНКА 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.

Місце впровадження планованої діяльності - річка Зелена на території села Йосипівка Петрівського району Кіровоградської області, рис.6.19.



Рис.6.19 – Оглядова схема місця впровадження планованої діяльності

+++++++

У рис. 6.19, вище запропонована картинка зроблена цілісною, а саме
Межі проектування ; Завершення розчищення та покращено написання с. Йосипівка

+++++

4. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ Державного підприємства «Цуманське лісове господарство», Волинське обласне управління лісового та мисливського господарства, Державне агентство лісових ресурсів України (2019р.). Державне підприємство «Цуманське лісове господарство» (далі лісгосп) розташоване в південно-східній частині Волинської області на території Ківерцівського і Маневицького адміністративних районів. Метою планової діяльності підприємства є спеціальне використання лісових ресурсів, а саме заготівля деревини під час проведення рубок головного користування, на підставі нової погодженої і затвердженої розрахункової лісосіки.

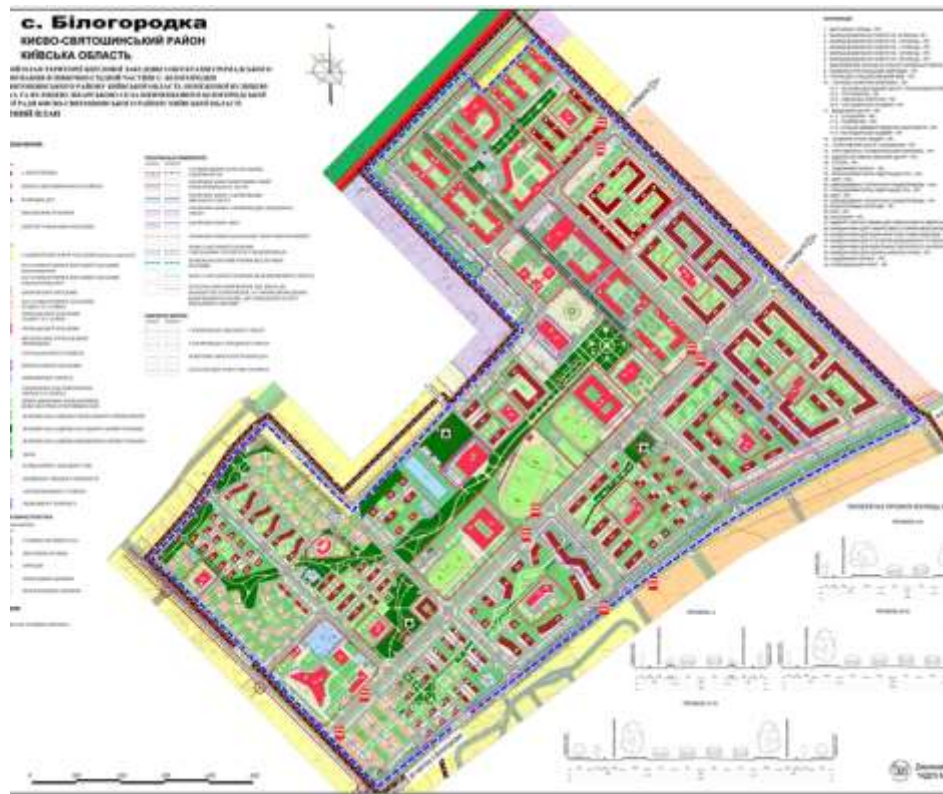


Рис. 6.21 – Проектний план

Моніторинг наслідків виконання документів державного планування на довкілля враховує показники оцінки реалізації державної екологічної політики.

7. СТРАТЕГІЧНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА проекту містобудівної документації «Внесення змін до генерального плану села Крюківщина Києво-Святошинського району Київської області», 2020 р.

Метою стратегічної екологічної оцінки є сприяння сталому розвитку шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегрування екологічних вимог під час розроблення та затвердження документів державного планування. Рис.6.22.



Рис.6.23 – Схема розташування території державного планування

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 тон м'яса індички в рік у с. Рожівка Броварського району Київської області» розроблений Державним підприємством «Науково-дослідний і проектний інститут містобудування», відповідно до заяви про визначення обсягу СЕО проекту документу державного планування, (рис. 6.24).

Метою стратегічної екологічної оцінки є сприяння сталому розвитку шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегрування екологічних вимог під час розроблення та затвердження документів державного планування.

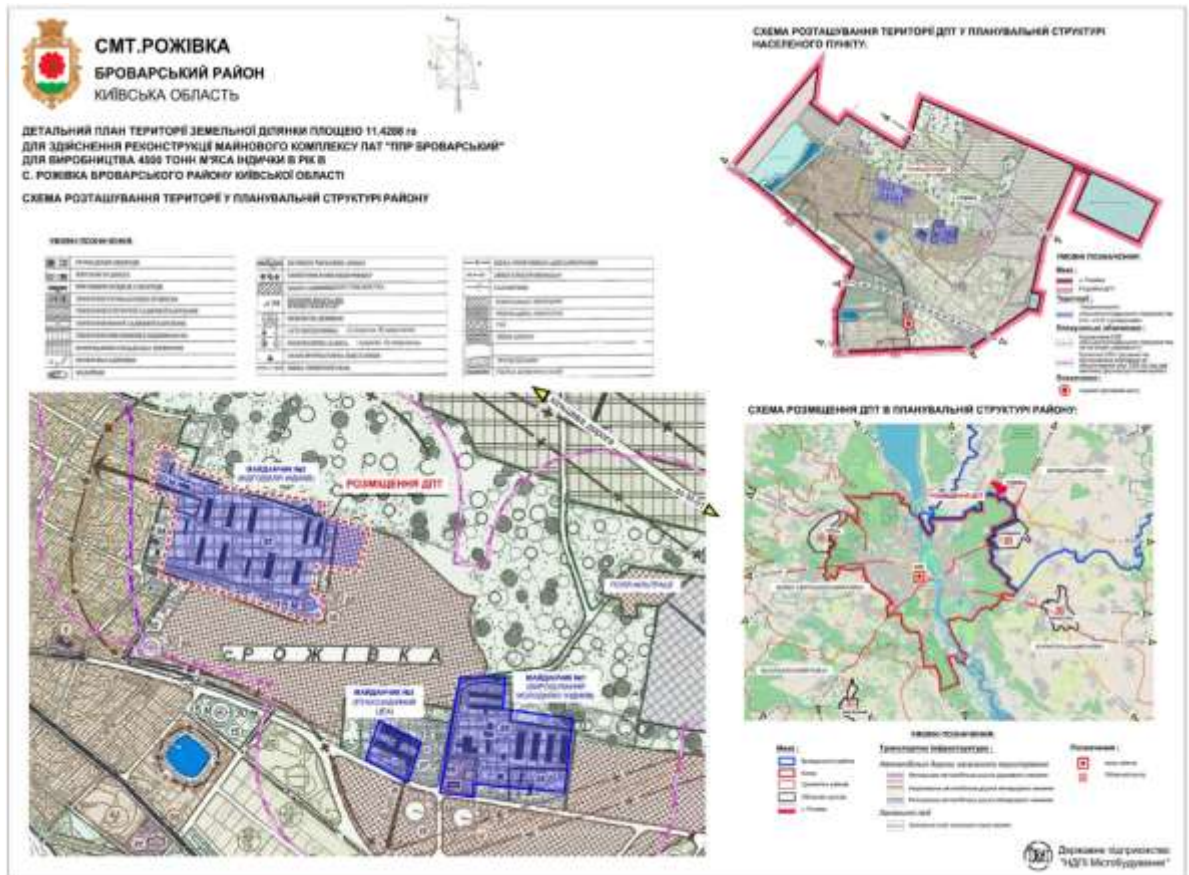


Рис.6.24 – Схема розташування території ДТП

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», 2020р. Метою стратегічної екологічної оцінки є сприяння сталому розвитку шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегрування екологічних вимог під час розроблення та затвердження документів державного планування.

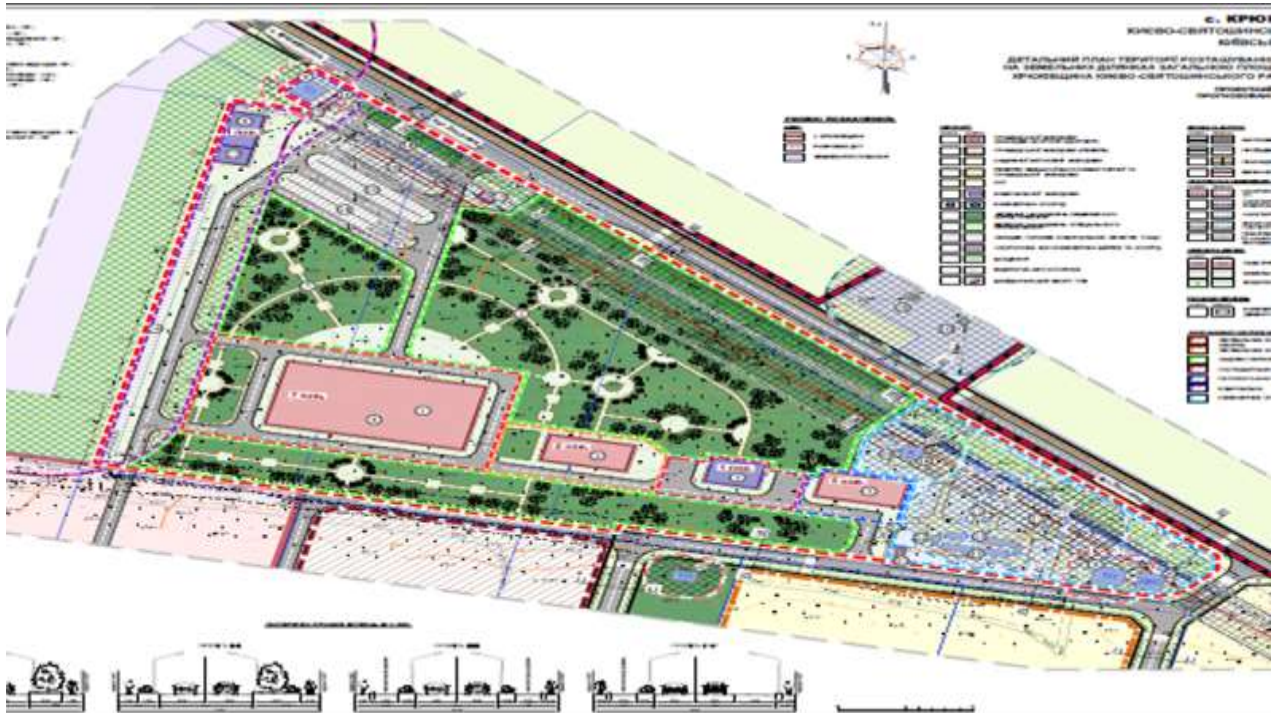


Рис. 6.25 – Проектний план детального плану території

11. СТРАТЕГІЧНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА Регіональної екологічної програми «Ліси Кіровоградщини на 2021-2025 роки».

Метою стратегічної екологічної оцінки є сприяння сталому розвитку шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегрування екологічних вимог під час розроблення та затвердження документів державного планування.

12. СТРАТЕГІЧНУ ЕКОЛОГІЧНУ ОЦІНКУ проекту генерального плану міста Боярка Києво-Святошинського району Київської області, 2020р.

Метою стратегічної екологічної оцінки є сприяння сталому розвитку шляхом забезпечення охорони довкілля, безпеки життєдіяльності населення та охорони його здоров'я, інтегрування екологічних вимог під час розроблення та затвердження документів державного планування, рис.26.

Результати експерименту було проаналізовано з погляду трьох основних показників прийнятих ОПР, що враховують особливості перелічених критеріїв: своєчасність; ефективність; якість.

Оперативність (своєчасність) може бути оцінена як проміжок часу, що спливає з моменту виявлення надзвичайної екологічної ситуації до моменту її остаточної ліквідації.

Ефективність може бути оцінена як сукупна вартісна оцінка сил, засобів та ресурсів, що були задіяні на всіх етапах локалізації та ліквідації надзвичайної екологічної ситуації.

Якість може бути 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, 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.

Крім того, було проведено дослідження помилок 1 та 2 роду при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності.

Результати експерименту дозволяють зробити наступні висновки.

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.

З означеного 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.

При здійсненні планованої діяльності похибки першого і другого роду є взаємно-симетричними, похибки першого роду перетворюються на похибки другого роду і навпаки. Проте в більшості практичних ситуацій плутанини не відбувається, оскільки прийнято вважати, що нульова гіпотеза відповідає стану «за замовчуванням» (природному, найбільш очікуваному стану речей) – наприклад, що обстежена територія екологічно безпечна, або система спостереження не виявила екологічних загроз або ризиків. Відповідно, альтернативна гіпотеза позначає протилежну ситуацію, яка зазвичай трактується як менш вірогідна, неординарна, така, що вимагає якої-небудь реакції.

З урахуванням цього похибку першого роду часто називають помилковою тривоною, помилковим спрацьовуванням – наприклад, аналіз екологічного стану виявив наявність загроз, хоча насправді об'єкт спостереження екологічно безпечний, або апаратура спостереження сигнал тривоги, відреагував на помилку апаратури. Через можливості помилкових спрацьовувань не вдається повністю автоматизувати зусилля з багатьма видами екологічних загроз. Як зазвичай, вірогідність помилкового спрацьовування корелює з вірогідністю пропуску події (похибки другого роду). Тобто, чим чутливіша система, тим більше небезпечних подій вона детектує і, отже, запобігає. Але при підвищенні

чутливості неминуче зростає і вірогідність помилкових спрацьовувань. Тому занадто чутливо (параноїдально) настроєна система спостереження може спрацьовати в свою протилежність і привести до того, що побічна шкода від неї перевищуватиме користь.

Відповідно, похибку другого роду іноді називають пропуском події – людина хвора, але аналіз крові цього не виявив, або у пасажирів є холодна зброя, але рамка детектора металу не відреагувала (наприклад, через те, що чутливість рамки відрегульована на виявлення тільки дуже масивних металевих предметів).

Ступінь чутливості системи захисту повинен бути компромісом між вірогідністю похибок першого і другого роду. Де саме знаходиться точка балансу, залежить від оцінки ризиків обох видів помилок.

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 планованій 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.

Систему підтримки прийняття управлінських екологічних рішень в GISForestProject апробовано на вирішенні низки задач підтримки прийняття рішень при СЕО, ОБНС. Отже, запропонована в роботі сукупність моделей і методів становить наукові основи управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Висновки до розділу 6

1. Проведена оцінка ефективності реалізації системи підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень в автоматизованій системі при управлінні екологічною безпекою.

2. Науково обґрунтована технологія підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при планованій діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Запропонована технологія системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при планованій діяльності складається з послідовності взаємопов'язаних інформаційних процесів, що 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.

3. Систему підтримки прийняття рішень при плановій діяльності побудовано відповідно до наступної послідовності етапів: формування моделі формування інформаційних екологічних рішень; формування складу бази даних 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; розробка технології формування управлінських інформаційних екологічних рішень.

4. 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.

5. Управління екологічною безпекою планованої діяльності запропоновано здійснювати за допомогою інтегрованої системи екологічного моніторингу на основі комплексу супутникових систем спостереження, безпілотних літальних апаратів, наземних стаціонарних та мобільних систем. При цьому екологічний моніторинг потребує наявності не тільки центрального наземного пункту, що виконує функції обробки 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 цього 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.

6. 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

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

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

9. 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.

10. Проведено оцінку ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планової діяльності та рекомендації щодо її впровадження.

11. Обґрунтовано функції системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Система забезпечує виконання наступних функцій: створення статичного пласту просторової моделі об'єктів планової діяльності, що складається з геотаксонів; створення атрибутивної бази даних, що описує геотаксони, і прив'язка її до шару геотаксонів; створення пласту комірок змінного розміру; прийом і обробка 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 пласту 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 пласту просторової моделі району планованої діяльності; візуалізація геопросторової інформації, необхідної для підтримки прийняття управлінських рішень при планованій діяльності метою підвищення ефективності її сприйняття ОПР. Програмний продукт розроблений за допомогою програмних засобів, що вільно поширюються, таких як: Python 3.2, Django, GeoDjango, OpenLayers, СУБД postgresSQL 9.4, PostGIS.

12. Для оцінки результатів дослідження було проведено експеримент з використанням СППУЕР. Для цього було використано ретроспективні дані, щодо стратегічної екологічної оцінки та оцінки впливу на навколишнє середовище.

13. 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 виникненні 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.

14. 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 планованій 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.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДИСЕРТАЦІЇ

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 отримано такі нові теоретичні та практичні результати:

1. Проведено аналіз наукової розробленості проблеми прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою планованої 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 фіксують протиріччя, які заохочують стосовно необхідності 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. Виконано аналіз проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності підтримки прийняття рішень в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру. Запропонована концепція природно-

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

3. Розроблено 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 планованої діяльності; формування концепції екологічного ризику; побудова просторової моделі об'єкта планованої 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. Сформовано 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 планованої діяльності.

6. Розроблено 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 планованій діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем. Удосконалена схема організації процесу підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при планованій діяльності.

8. Оцінка ефективності застосування системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні планованої діяльності та рекомендації щодо її впровадження проведена з використанням ретроспективних даних стратегічного екологічного оцінювання, оцінювання впливу на навколишнє середовище на 14 проєктах планованої діяльності (СЕО, ОБНС) з використанням GISForestProject. Результати експерименту було проаналізовано з погляду трьох основних показників прийнятих ОПР, що враховують особливості перелічених означених критеріїв: оперативність (своєчасність); ефективність; якість тощо. Оперативність (своєчасність) було оцінено як проміжок часу, що спливає з моменту виявлення надзвичайної екологічної ситуації до моменту її остаточної ліквідації. Ефективність оцінено як сукупна вартісна оцінка сил, засобів та ресурсів, що були задіяні на всіх етапах локалізації та ліквідації надзвичайної екологічної ситуації. Якість оцінено 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, 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 базі даних з прив'язкою до об'єктів планованої 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}) й дозволяє ОПР своєчасно приймати адекватні рішення на основі оцінки екологічного ризику при планованій 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 на 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 екологічного 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'єкту 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 планованої діяльності; коректності застосування методів комплексної оцінки впливу ризиків та загроз на ефективність прийняття управлінських рішень; узгодженістю із наявними результатами інших авторів, які надруковано 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 ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Автоматизована система екоінспекційного контролю стану забруднення довкілля України та викидів, скидів і відходів «ЕкоІнспектор»: метод. посіб. / [В.Б. Мокін, Б.І. Мокін, Г.Ю. Псарьов та ін.]. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. 128 с.
- 2 Аерокосмічні дослідження геологічного середовища: наук.-метод. посіб. / [А.Г. Мичак, В.Є. Філіпович, В.Л. Приходько та ін.]. К., 2010. Р 246 с.
- 3 Андрейцев В.І. Екологічний ризик у системі правовідносин екологічної безпеки: проблеми практичної теорії / В.І. Андрейцев // Право України. – 1999. – № 1. – С. 62–69.
- 4 Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / [Лялько В.І, Федоровський О.Д., Костюченко Ю.В. та ін.]; за ред. В.І. Лялько і М.І. Попова. К.: Наукова думка. 2006. 357 с.
- 5 Бакланов А.И. Системы наблюдения и мониторинга. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009. 234 с.
- 6 Баранов В.Н., Бойко Е.Г., Краснорылов И.И. Космическая геодезия. М.: Недра, 1986. 408 с.
- 7 Барановська В.Є., Боков В.А. Бондар О.І. та ін. Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища. За ред. О.І. Бондаря, Г.І. Рудька. К.: Вид-во ПП «ЕКМО»; Х.: ТОВ «Укртехнологія». 2004. 423 с.
- 8 Бардачев Ю.Н., Жарикова М.В., Шерстюк В.Г. Событийно-сетевая модель процессов разрушительного характера для риск-ориентированной системы поддержки принятия решений реального времени. УСиМ, 2017, №6. С. 71-83.

- 9 Безпека регіонів України і стратегія її гарантування. Природно-техногенна (екологічна) безпека. / за ред. Б. М. Данилишина. К.: Наукова думка, 2008. Т.1. 389 с.
- 10 Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Ризики життєдіяльності у природно-техногенному середовищі. К.: Інститут проблем національної безпеки РНБО України. 2008. 160 с.
- 11 Білявський Г.О., Л.І. Бутченко. Основи екології: теорія та практикум. К.: Лібра, 2004. 368 с.
- 12 Білявський Г.О., Фурдуй Р.С, Костіков І.Ю. Основи екології. К.: Либідь, 2005. 408 с.
- 13 Бобырь Л.Ф., Емец Н.А., Романенко И.И. Оценка экологически допустимых уровней токсико-химического загрязнения атмосферного воздуха. Екологія і природокористування. 2002. Вип. 4. С. 129-134.
- 14 Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін. Моніторинг довкілля. За ред. В.М. Боголюбов і Т.А. Сафронова / Херсон: Грінь Д.С. 2011. 530 с.
- 15 Бондар О. І. Загальна екологія та неоекологія // О.І. Бондар, П.М. Бойко, Ю.П. Пилипенко [та ін.] / – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 166 с.
- 16 Бондар О.І. Моніторинг навколишнього середовища / [О. І. Бондар, І. В. Корінько, В. М. Ткач, О. І. Федоренко]; під ред. О. І. Федоренко. – К.-Х.:ДЕІ-ГТІ, 2005. – 126 с.
- 17 Бондар О.І., Корінько І.В., Ткач В.М., Федоренко О.І. Моніторинг навколишнього середовища / під ред. О.І. Федоренко. К. Х.:ДЕІ-ГТІ, 2005. 126 с.
- 18 Бондар О.І., Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Оцінка можливості використання космічних апаратів для проведення екологічного моніторингу / VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2019), 25–27 вересня, 2019.

Збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2019, с.103.

- 19 Бондар О.І., Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Сучасний рух науки: форми можливих наукових результатів у галузі захисту довкілля / Сучасний рух науки: тези доп. VIII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 3-4 жовтня 2019 р. – Дніпро, 2019. – Т.1., С. 183-196.
- 20 Бондар О.І., Тимченко О.І., Тараріко О.Г. та ін. Антропогенні чинники довкілля та їх вплив на біоту і здоров'я людини. К.: Інрус. 2006. 288 с.
- 21 Борисов А.А., Б.Е. Гельфанд, С.А. Цыганов О моделировании волн давления, образующих при детонации и горении газовых смесей. Физика горения и взрыва. 1985. Т.21. №2. 90 с.
- 22 Бусыгин Б.С., Гаркуша И.Н. Инструментарий геоинформационных систем: справочное пособие. К.: ИРГ «ВБ», 2000. 172 с.
- 23 Ваганов П. А. Применение концепции экологического риска в природоохранном законодательстве США / П.А. Ваганов // Правоведение. – 2001. – No 5. – С. 84–94.
- 24 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.
- 25 Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Рольф, 2002. 576 с.
- 26 Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. М.: Наука, 1984. 320 с.
- 27 Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 368 с.
- 28 Волошин В.І., Бушуєв Є.І., Паршина О.І. Методика класифікації покривних елементів ландшафту. Космічна наука і технологія. 2004. Т. 10. № 5/6. С. 190 193.

- 29 Воробьева А.А. Дистанционное зондирование Земли. СПб.: СПбНИУИТМО, 2012. 168 с.
- 30 Воронин А.Н., Зиятдинов Ю.К., Куклинский М.В. Многокритериальные решения: модели и методы. К: НАУ, 2011. 348 с.
- 31 Геоінформаційні технології в екології / [Пітак І.В., Негадайлов А.А., Масікевич Ю.Г. та ін.]. Чернівці: 2012. 273 с.
- 32 Глоссарий по статистике окружающей среды. Методологические исследования. Серия F. N 67. ООН. Нью-Йорк, 1997 г. - 93 с.
- 33 Голубева С.Г. Механизмы управления охраной окружающей среды. Экология производства. 2004. № 3 С. 8-18.
- 34 Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. 1072 с.
- 35 Горбулін В.П., Завалішин А.П., Беланов А.В., Лялько В.І., Драновський В.І. та ін. Дистанційне зондування Землі в Національній космічній програмі України // Вісник геодезії та картографії. – 1994. – №1. – С.55-60.
- 36 ГОСТ Р 22.2.04–94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные аварии и катастрофы. Метрологическое обеспечение контроля состояния сложных технических систем. Основные положения и правила.
- 37 Державні стандарти України / [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://normativ.info/dstu/dstu.html>. – Назва з екрану.
- 38 Дистанционное зондирование земли из космоса. Сроки и определения понятий: ДСТУ 4220-2003. [Чинний від 2003.09 15]. К.: Госпотребстандарт Украины, 2003. 22 с. (Національний стандарт України).
- 39 Дистанционное зондирование: количественный подход / [Дейвис Ш.М., Ландгребе Д.А., Филипс Т.Л. и др.]; под. ред. Ф.Х. Свейна и Ш.М.

- Дейвис. Пер. с англ. М.: Недра, 1983. 415 с.
- 40 Дистанційне зондування Землі: Терміни та визначення понять // ДСТУ 4220-2003. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 18 с.
- 41 Дистанційне зондування Землі: тлумачний словник / НКАУ, ДНВЦ “Природа”. К., 1996. 518 с.
- 42 Добровольский В.В. Екологічна безпека і ризик: деякі понятійно-категоріальні уточнення / В.В. Добровольский // Екологічна безпека. – 2011. – № 1 (11). – С. 17–20.
- 43 Документи Ріо-92 і Йоганнесбург-2002.
- 44 Дорогунцов С.И., Ральчук А.Н. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно динамического решения. К.: Наукова думка, 2002. 20 с.
- 45 Екологічне право України. Академічний курс : [підручник] / за заг. ред. Ю.С. Шемшученка. – К : Юрид. думка, 2005. – 848 с.
- 46 Екологічне управління / [В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін.]. К.: Либідь, 2004. 432 с.
- 47 Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2017 р.
- 48 Екологічний паспорт Запорізької області за 2017 р.
- 49 Екологічний паспорт Херсонської області за 2017 р.
- 50 Жарикова М.В. Модель територіальної системи в умовах надзвичайних ситуацій природного характеру. Радиоэлектроника, информатика, управление, 2017, №2. С. 33-42 (Входить до міжнародної наукометричної бази Web of Science).
- 51 Жарикова М.В., Шерстюк В.Г. Разработка модели чрезвычайной ситуации природного характера в системе поддержки принятия решений. Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2015, 1/4(73). С. 62-69. DOI 10.15587/1729-4061.2015.37801 .
- 52 Закон України “Про охорону атмосферного повітря” від 16.10.1992 №

2707-XII.

- 53 Закон України „Про охорону навколишнього природного середовища” № 1264-XII від 25 черв. 1991 р. [із змінами, поточна редакція - Редакція від 18.11.2012, внесеними законами України]. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.rada.gov.ua>.
- 54 Закон України «Про морські порти України» від 17.05.2012 р. № 4709-VI.
- 55 Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики на період до 2020 року» від 21.12.2010 № 2818-VI. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>. – Назва з екрану.
- 56 Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059-VIII.
- 57 Закон України «Про рослинний світ» від 09.04.1999 р. № 591-XIV.
- 58 Закон України «Про транспорт» від 10.11.994 р. № 232/94-ВР.
- 59 Закон України № 1469-VIII від 14 липня 2016 року Про ратифікацію Паризької угоди <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1469-19>
- 60 Застосування інформаційних технологій в управлінні навколишнім середовищем / під ред. В. Чабанюка. К.: Мінекобезпеки України, ГЕО, 1998. 125 с.
- 61 Зуб Л.М., Томільцева А.І., Томченко О.В. Оцінка стану водоохоронних територій з використанням методів дистанційного зондування Землі (на прикладі Дністровського комплексу ГЕС та ГАЕС) // Гідроенергетика України. – 2016. № 3-4. – С. 51-56.
- 62 Зубик С.В. Техноекологія: джерела забруднення і захист навколишнього середовища. Львів: Оріяна-Нова, 2007. 400 с.
- 63 Іванюта С.П. Екологічна безпека регіонів України [Електронний ресурс] // Стратегічні пріоритети. – 2013. – № 3 (28). – с. 157-164. – Режим доступу:http://irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=JRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Imag

e_file_name=PDF/sra_2013_3_23.pdf. – Назва з екрану.

- 64 Іванюта С.П., Качинський А.В. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків. К.: НІСД. 2012. 308 с.
- 65 Іващенко 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.
- 66 Іващенко Т.Г. Напрямки удосконалення системи безпеки об'єктів ядерно-паливного циклу / Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2014. - № 3(70) – С. 113-117.
- 67 Іващенко 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.
- 68 Іващенко Т.Г. Удосконалення системи безпеки транспортування радіоактивних матеріалів / Автомобільний транспорт . – Харків, 2014. – Вип. 35 – С. 14-19.
- 69 Іващенко Т.Г., Индже И.Д. Экологические аспекты технологий утилизации фосфогипса / Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія «Технічні науки». – 2014. - №2 (73). – С. 223-228.
- 70 Іващенко 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.
- 71 Іващенко Т.Г., Пушкарьова І.Д. Оцінка екологічного стану ґрунтів територій Сакського державного хімічного заводу / Екологічна безпека. –

2014. - № 1(17). – С. 64-68.
- 72 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.
- 73 Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка окружающей природной среды. Основы мониторинга// Метеорология и гидрология. – 1974. – №7. – С. 3–8.
- 74 Израэль Ю.А. Концепция мониторинга состояния биосферы // Мониторинг состояния окружающей природной среды . – Л., 1977. – С. 10–25.
- 75 Инструментарий геоинформационных систем: справочное пособие [Бусыгин Б.С, Гаркуша И.Н., Серединин Е.С., Гаевенко А.Ю.]. К.: ИРГ «ВБ», 2000. 172 с.
- 76 Інформаційно-аналітична довідка про виникнення НС в Україні протягом I півріччя 2015 року [Електронний ресурс] // Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/orinfo/8262.html>. – Назва з екрану.
- 77 Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/book /Kachin/2-7.htm#a1>.
- 78 Качинський А.Б. Розвиток проблеми ризику в Україні: теорія і практика / А.Б. Качинський. – К. : МАУП, 1997. – 164 с.
- 79 Клименко В.І. Сучасні інформаційні технології для екологічної безпеки ґрунтів. К.: «Азимут-Україна», 2012. 120 с.
- 80 Клименко М.О., Зеленский И.И. Техноэкология. К.: ВЦ «Академія», 2011. 256 с.
- 81 Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. К.:

- Видавничий центр «Академія», 2006. 360 с.
- 82 Ковалевський В.В., Лисиченко О.Г., Шаго Є.П., Іващенко Т.Г. Застосування інфрачервоного сканування для вирішення завдань екологічної та техногенної безпеки / Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист – Вип. 4. – 2012. – С. 4-11.
- 83 Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми: монографія / Під ред. В. Б. Мокіна. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, — 2005. — 315 с.
- 84 Комплексне моделювання управління безпечним використанням продовольчих, водних і енергетичних ресурсів з метою сталого соціального, економічного і екологічного розвитку / за ред. Загороднього А.Г., Єрмольєва Ю.М. К.: Академперіодика, 2013. 356 с.
- 85 Комплексне управління, безпека і робастність / За ред. Загороднього А.Г., Єрмольєва Ю.М., Богданова В.Л. К.: Академперіодика, 2014. 336 с.
- 86 Концепція (основи державної політики) Національної безпеки України. Схвалена Постановою Верховної Ради України від 16 січня 1997 року №3/97-ВР.
- 87 Космос-Україні. Атлас тематично дешифрованих знімків території України з українсько-російського космічного апарата Океан-О та інших космічних апаратів./ Під редакцією В.ІФ. Лялька і О.Д. Федоровського. - К.: НКАУ, 2001.-106 с.
- 88 Костюченко Ю.В., Копачевський І.М., Соловйов Д.М., Ющенко М.В., Акименко П.О. Використання даних супутникових спостережень для оцінки регіональних гідролого-гідрогеологічних ризиків // Космічна наука і технологія. – 2011. Т.17. № 6. – С. 19—29.
- 89 Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи. К.: Вища школа, 2009. 511 с.
- 90 Красовский Г.Я., Петросов В.А. Введение в методы космического

мониторинга окружающей среды. Х.: ХАИ, 1999. 206 с.

- 91 Красовський Г.Я., Петросов В.А. Космічний моніторинг водних екосистем з використанням ГІС-технологій. – Київ: Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів, 2002. – 230с.
- 92 Лабудина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: Аспект Пресс, 2004. 184 с.
- 93 Левенко А.С., Волошин В.И. , Шапарь А.Г. Оценка состояния природных коридоров между экологическими зонами и контроль биологического разнообразия территорий с использованием методов дистанционного зондирования Земли. Космічна наука і технологія. 2007. Т. 13, № 2. С. 8-17.
- 94 Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: КДУ, 2008. 424 с.
- 95 Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / под ред. А.М. Берлянта. М.: Научный мир, 2003. 168 с.
- 96 Лялько В., Сахацький О., Шпортюк З., Сибірцева О., Ходоровський А., Азімов О. “Зелений щит” проти радіонуклідів. Класифікація рослинного покриву зони відчуження ЧАЕС за даними багатозонального космічного знімання. Вісник НАН України, 2008, №4.С.23-28.
- 97 Ляшенко В.И., Дворецкий А.И., Ломакин П.И. Охрана окружающей среды в зоне природного и техногенного радиационного загрязнения. Дніпропетровськ: Гамалія, 2007. 179 с.
- 98 Манойлов В.П., Омельчук В.В., Опанюк В.В. Дистанційне зондирование Земли из космоса: научно-технические основы формирования и обработки видовой информации. Житомир: ЖДТУ,

2008. 384 с.

- 99 Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. М.: Наука, 1982. 319 с.
- 100 Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л. А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля.: Навч. посібник. – Рівне: ВАТ “Рівненська друкарня”, 2017. – 504 с.
- 101 Машков О.А. Нігородова С.А. Сучасні проблеми формування державної політики в галузі розробки еколого-економічної системи природо-користування та природоохоронної діяльності на основі теорії екологічних ризиків / «Проблеми екологічної безпеки» XVI міжнародна науково-технічна конференція: Матеріали конференції — Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2018 с.66.
- 102 Машков О.А., Васильев В.Э., Фролов В.Ф. Методы и технические средства экологического мониторинга / Научно-практический журнал «Екологічні науки», № 1/2014(5), К., ДЕА, 2014. – С.57-67.
- 103 Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Особенности использования методов дистанционного зондирования земли для контролю экологического та технічного стану водних техноecosystem / тези доповідей III-ї науково-практичної конференції «Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи» 12 -13 вересня 2019 року, с.71-72.
- 104 Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Оцінка екологічних ризиків в системі управління екологічною безпекою регіону (на прикладі об'єктів водокористування) / Збірник наукових праць XVII Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки», України, Кременчук, 2-4 жовтня 2019, с.143-146.
- 105 Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Перспективні системи екологічного моніторингу довкілля з використанням аерокосмічних технологій та теорії функціональної стійкості екологічних систем /

- Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві: зб. тез доповідей і наук. повідомл. учасників III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 30 вересня 2019 р.) / за заг. ред. В.Л. Плескач, В.Л. Міронова. – К.: Київський нац. ун-т імені Тараса Шевченка, 2019, с.111-116.
- 106 Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Прогнозування надзвичайних ситуацій щодо зменшення екологічних загроз та оцінювання ризиків з використанням аерокосмічних технологій / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 4(27), 2019, с. 201-206.
- 107 Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Технологія використання методів дистанційного зондування Землі для контролю екологічного та технічного стану водних техноекосистем / VII-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology–2019), 25–27 вересня, 2019. Збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2019, с.102.
- 108 Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А., Міхеєв В.С. Розвиток теорії функціональної стійкості екологічних систем, як стійкості функціонала екологічної безпеки / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 4(27), 2019, с. 62-77.
- 109 Машков О.А., Качалин И.Г., Сеницкий Р.Н. Проектирование и разработка автоматизированной системы сбора и обработки геофизической информации / Збірник наукових праць / Інститут проблем моделювання в енергетиці, Вип. 29, Київ, 2005, с.57-64.
- 110 Машков О.А., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Напрями удосконалення технічних засобів інструментальних психофізіологічних досліджень для оцінки достовірності інформації / Інтелектуальна власність і право на шляху до сталого розвитку України: Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 19 квітня 2019

- року).-К. ФОП Кандиба- с. 286-289.
- 111 Машков О.А., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Технології конструктивного спілкування пілота оператора дистанційно пілотованого літального апарату та системи підтримки прийняття рішень в умовах впливу стрес-факторів екстремальної екологічної ситуації / Авіаційна та екстремальна психологія у контексті технологічних досягнень: збірник наукових праць. – К. ТОВ «Альфа-ПК», 2019, с. 183–189.
- 112 Машков О.А., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В. Нігородова С.А. Технологія синтезу системи керування дистанційно пілотованого літального апарата з заданими динамічними властивостями / Стандартизація, сертифікація, якість. – К.: Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2019. – № 1 (113). – с. 54–66.
- 113 Машков О.А., Нігородова С.А. Методологічні аспекти впровадження аерокосмічних технологій для оцінки екологічних ризиків та загроз стану навколишнього середовища / тези доповідей II науково-практичної конференції «Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи», 4 жовтня 2018, Київ, с. 22.
- 114 Машков О.А., Триснюк В.М., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В., Нігородова С.А., Курило А.В. Новий підхід до синтезу відновлюючого керування для дистанційно пілотованих літальних апаратів екологічного моніторингу / Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-техн. журнал / Івано- Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ) – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, №1(19), - 2019, с. 69-78.
- 115 Машков О.А., Триснюк В.М., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В., Нігородова С.А., Триснюк Т.В., Кащишин О.В. Технологія синтезу

алгоритму керування для забезпечення стабілізації дистанційно пілотованого літального апарату для оперативно-програмованої траєкторії / Математичне моделювання в економіці: міжнародний науковий журнал / Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, №1(14), січень-березень 2019, с. 33-47.

- 116 Машков О.А., Фролов В.Ф., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Системне застосування методів дистанційного моніторингу екологічного та технічного стану водних техноекосистем / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 2(25), 2019, с. 28-39.
- 117 Машков О.А., Фролов В.Ф., Жукаускас С.В., Нігородова С.А., Вишемирська С.В., Радецька С.В. Особливості використання методів дистанційного зондування землі для контролю екологічного та технічного стану водних техноекосистем / Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали міжнар. наук. конф., с. Залізний Порт, 21-25 травня 2019 р. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2019. – с. 105-109.
- 118 Методичні рекомендації 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря, Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 13.04.2007 № 184.
- 119 Михайлов В.Ф., Брагин И.В., Брагин С.И. Спутниковая аппаратура дистанционного зондирования Земли. М.: Вузовская книга, 2008. 340 с.
- 120 Мкртчян О.С. Геоінформаційне моделювання в конструктивній географії. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 119 с.
- 121 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.

- 122 Моделювання геотехнічних систем: Монографія / Г.Г. Півняк, О.М. Шашенко, О.О. Сдвижкова, Б.С. Бусигін та ін.; За заг. ред. Г.Г. Півняка. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 252 с.
- 123 Мокін В. Б. Математичні моделі для контролю та управління якістю річкових вод: Монографія. / В. Б. Мокін. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. — 172 с.
- 124 Мокін В.Б., Крижановський Є.М. Геоінформаційні системи в екології / під ред. Крижановського Є.М. Вінниця: ВНТУ, 2014. 192 с.
- 125 Моніторинг довкілля [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін.]; під ред. В.М. Боголюбова. Вінниця: ВНТУ, 2010. 232 с.
- 126 Моніторинг довкілля [Клименко М.О., Бондар О.І., Пилипенко Ю.В. та ін.]. Херсон: Олді-плюс, 2010. 208 с.
- 127 Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навчальний посібник /В.М. Ісаєнко, Г.В. Лисиченко. – К.: Вид-во Нац. авіа. ун-ту «НАУ-друк», 2016. – 312 с.
- 128 Моніторинг та прогнозування стану агроресурсів засобами космічного зондування / О.І. Фурдичко, О.Г. Тараріко, О.В. Сиротинко [и др.]. Вісник аграрної науки. 2006. № 8 (640). С. 15-20.
- 129 Морозов В.В. ГІС в управлінні водними і земельними ресурсами. Херсон: Вид во ХДУ, 2006. 91 с.
- 130 Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році. – К. Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д.С. – 2016., 547 с.
- 131 Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році. К.: 2012. 258 с.
- 132 Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2007. 372 с.
- 133 Новосельська Л. П., Іващенко 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.
- 134 Новосельська Л.П., Іващенко Т.Г. Характеристика сапропелів та екологічна безпека їх видобутку / Екологічні науки: науково-практичний журнал. – Київ, – 2014. - № 6. – С. 155-159.
- 135 Нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел, затверджений Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 27.06.2006 № 309.
- 136 Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. М.: КолосС, 2006. 334 с.
- 137 Обробка результатів вимірювань параметрів навколишнього середовища: методичний посібник / А.П. Войцицький, А.П. Багмет, М.В. Зосимович, В.О. Зінченко. Житомир: ДАУ, 2004. - 87 с.
- 138 Огляд стану гармонізації законодавства України з вимогами права ЄС та Базовий план гармонізації законодавства України з правом ЄС (ДОВКІЛЛЯ), Київ, грудень 2011 [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/media/files/Overview.pdf>
- 139 Основи екології: навколишнє середовище і техногенний вплив [Скоробогатий Я.П., Ощиповський В.В., Василечко В.О., Кусковець С.Л.]. Львів: Новий світ, 2008. 221 с.
- 140 Патон Б.Є., Вавілова І.Б., Негода О.О., Яцків Я.С. Україна – космічна держава. Нові реалії 90-х років // Космічна наука і технологія. – 2001. – том 7. – №1. – С.79-90.
- 141 Півняк Г.Г., Шашенко О.М., Сдвижкова О.О., Бусигін Б.С. та ін. Моделювання геотехнічних систем / під ред. Г.Г. Підняка. Д.: Національний гірничий університет. 2009. 252 с.
- 142 Пічугін М.Ф., Машков О.А., Сащук І.М., Кирилюк В.А. Обробка

геофізичних сигналів у сучасних автоматизованих комплексах, Житомир, вид.ЖВІРЕ, 2006, 176 с.

- 143 План дій "Україна - Європейський Союз" [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_693
- 144 Плотников Н.И. Техногенные изменения гидрогеологических русловий. М.: Недра, 1989. 268 с.
- 145 Погребенник В., Мельник М., Бойчук М. Екологічний моніторинг: концепції, принципи, системи / Вимірювальна техніка та метрологія, № 65, 2005, с 164-171.
- 146 Положення про Державний моніторинг навколишнього природного середовища. Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р . № 785.
- 147 Порфирьев Б.Н. Организация управления в чрезвычайных ситуациях: проблемы предотвращения и сокращения масштабов последствий технологических и природных катастроф. М.: Знание, 1989. 63 с.
- 148 Порядок визначення величин фонових концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, затверджений Наказом Мінекоресурсів України від 30.07.2001 № 286.
- 149 Порядок денний асоціації Україна - ЄС для підготовки та сприяння імплементації Угоди про асоціацію [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_990
- 15 Про затвердження Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин та парникових газів у повітря від транспортних засобів: Наказ Держкомстат України від 13.11.2008 р. № 452.
- 151 Про затвердження методичних рекомендацій «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря», Наказ МОЗ України 13.04.2007 № 184.
- 152 Рио-де-Жанейро, Бразилія, 20–22 юня 2012 года (прийняття Хартії

- Землі).
- 153 Розпорядження Кабінет у Міністрів України від 22 січня 2014 р. No 37-р Про схвалення Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/37-2014-%D1%809>
- 154 Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики / за заг. ред. О.О. Світличного. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с.
- 155 Станкевич С.А., Козлова А.О. Особливості розрахунку індексу видового різноманіття за результатами статистичної класифікації аерокосмічних знімків // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, 2006.- Т.19(58).- С.144-150.
- 156 Стратегія Державної екологічної політики України на період до 2020 року / Міністерство екології та природних ресурсів України, К. 2012 р.
- 157 Таранюк. К. В. Методичні основи управління екологічними ризиками на регіональному рівні [Текст] / К. В. Таранюк // Механізм регулювання економіки. — 2012. — № 4. — С. 132-138.
- 158 Угода про партнерство та співробітництво між Україною і Європейськими Співтовариствами та їх державами-членами // Офіційний вісник України 29.06.2006. – №24. – С. 203.
- 159 Федоровский А.Д., Суханов К.Ю., Якимчук В.Г. К вопросу оценки космических снимков для дешифрирования природных ландшафтов. // Космична наука і технологія. - К.: НАНУ, 1999, т.5, №1. - с.24-31.
- 160 Хартія Землі – документ, що був представлений на Всесвітньому саміті зі збалансованого розвитку в Йоганнесбурзі у 2002 році і прийнятий ЮНЕСКО у 2003 р.
- 161 Шапарь А. Г. Аналитическая составляющая (база знаний) системы экологического мониторинга / А. Г. Шапарь, Н. А. Емец, А. Н. Бугор //

- Екологія і природокористування : Зб. наук. праць ІППЕ НАН України. – 2013. – Вип. 17. – С. 181 – 187.
- 162 Шипулін В.Д. Основні принципи геоінформаційних систем. Х.: ХНАМГ, 2010. 313 с.
- 163 Шмаль А.Г. Факторы экологической опасности & экологические риски. Бронницы: МП «ИКЦ БНТВ», 2010. 191 с.
- 164 Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010. 560 с.
- 165 Bondar A.I, Mashkov O.A., Zhukaskas S.V., Nygorodova S.A. Ecological threats, risks and environmental terrorism: system definition / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 2(25), 2019, с. 113-122.
- 166 Bondar A.I., Mashkov O.A., Zhukaskas S.V., Nygorodova S.A. Methodology of counteraction to environmental threats, risks and environmental terrorism: a system approach / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 1(24). Т.1, с. 5-17.
- 167 Boons Fr., Berens M. Stretching the boundary: the possibilities of flexibility as an organizational capability in industrial ecology//Business Strategy and the Environment. 2001. №10. P.115-124
- 168 Boons Fr., Berens M. Stretching the boundary: the possibilities of flexibility as an organizational capability in industrial ecology//Business Strategy and the Environment. 2001. №10. P.115-124
- 169 Busygin B. Technology mapping of thermal anomalies in the city of Dnipropetrovs'k, Ukraine, with application of multispectral sensors / B. Busygin, I. Garkusha // Energy Efficiency Improvement of Geotechnical Systems – Proceedings of the International Forum on Energy Efficiency. – CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, London, UK, 2013. – P. 151-159. ISBN 978-1-138-00126-8.

- 170 Busygin B.S. Identification of thermal state of the donbas waste bank landscapes using earth remote sensing data / B.S. Busygin, K.L. Sergieieva // GeoInformatics 2012 – 11th International Conference on Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects. – Electronic data. – Kiev, 2012. – 4 p. – 1 electron. opt. disk (CD-ROM); 12 cm. – System requirements: Pentium; 32 Mb RAM; Windows 95, 98, 2000, XP; Acrobat Reader. – Title from container.
- 171 Earth Systems Change over Eastern Europe / Coeditors P. Groisman, V. Lyalko. K. : Akadem periodyka, 2012. - 488 p.
- 172 Earth Systems Change over Eastern Europe / Coeditors P. Groisman, V. Lyalko. K. : Akadem periodyka, 2012. - 488 p.
- 173 Forman R. T. Urban Ecology: Science of Cities. Cambridge University Press, 2014. – 445 p.
- 174 Jensen J.R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective / Jensen J.R. NJ.: Prentice Hall, 2000, 544 p.
- 175 Jensen J.R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective / Jensen J.R. NJ.: Prentice Hall, 2000, 544 p.
- 176 Mashkov O., Zhukauskas S., Nigorodova S., Kosenko V. Innovative approaches of using the methods for remote sensing of the earth for monitoring the ecological-technical condition of water ecosystems / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 3(26), 2019, с. 115-125.
- 177 Mashkov O.A., Zhukauskas S.V., Nigorodova S.A. Technology of stabilization of complex technogenic system on operational programmable environmental trajectory in phase space / тези доповідей III-ї науково-практичної конференції «Аерокосмічні технології в Україні: проблеми та перспективи» 12-13 вересня 2019 року, с.11-12.
- 178 McDonnell M. J., Hahs A. K., Breuste J. Ecology of Cities and Towns: A

- Comparative Approach. Oxford: Cambridge University Press, 2009. – 746 p.
- 179 Munn R. E. Global Enviromental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCOPE, rep. 3. – 130 p.
- 180 Niemela J, Breuste J.H., Guntenspergen G., McIntyre N.E., Elmqvist Th., James P. Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications Reprint Edition. Oxford University Press, Oxford, UK, 2011. – p. 367.
- 181 Nigorodova S.A. Problematic issues of information and environmental safety /
Матеріали науково-технічної конференції «Інноваційні аерокосмічні
технології в екологічному моніторингу», Київ, 24-25 квітня 2018, с. 37-
38.
- 182 Pickett S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove J. M., Nilon C.H., Hjuvat R.V.,
Zipperer W.C., Costanza R. Urban Ecological systems: linking terrestrial
ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas //
Annual Review of Ecology and Systematics. – 2001. – 32. – p. 127-57.
- 183 Simulation of Dynamics of Processes of Water Biological Purification with
Account of their Serial-Concurrent Interrelation in the Aquatic Systems /
- 184 V. B. Mokin // Hydrobiological journal. – United States – 2012 p. – № 4. – P.
100-107.
- 185 Spacetrack report No. 3. Models for Propagation of NORAD Element Sets.
Felix R. Hoots, Ronald L. Roehrich. в 1988. 88 p.
- 186 Zeiler Michael. Modeling our World / Zeiler Michael. ESRI : Redlands, USA,
1999. 202 p.
- 187 Іващенко Т.Г., Бондар О.І., Новосельська Л.П., Вінніченко В.І.
Монографія: Фософогіпс. Екологічно безпечні шляхи утилізації та
використання, 2017р., 218 с.
- 188 Іващенко Т.Г., Вінніченко В.І., Рязанов О.М. Монографія:
Енергозбереження та екологія виробництва будівельних матеріалів,
2017р., 211 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА
ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ МАТЕРІАЛІВ 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., Тищенкова 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. Тищенкова. – 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 Ivashcenko.** Design of dynamic structural models of information management system of moving objects / Oleg Mashkov, Maksym Korobchynskiy, Taras Ivashcenko / Informatyka Automatyka Pomiaru w Gospodarce I Ochronie Środowiska / Informatics Control Measurement in Economy and Environment Protection, №4/2013, p. 78-80.

7. **Taras Ivashcenko.** Design of dynamic structural models of information management system of moving objects / Oleg Mashkov, Maksym Korobchynskiy, Taras Ivashcenko / 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 Ivashcenko.** Construction method of optimal control system of a group of unmanned aerial vehicles / Maksym Korobchynskiy, Oleg Mashkov, Taras Ivashcenko / 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, ПМЕ – «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., **Іващенко 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. **Іващенко 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., **Іващенко 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., **Іващенко 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. **Іващенко Т.Г.**, Пушкарьова І.Д. Оцінка екологічного стану ґрунтів територій Сакського державного хімічного заводу / Екологічна безпека. – 2014. - № 1(17). – С. 64-68.

20. **Іващенко 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., **Іващенко Т.Г.** Характеристика сапропелів та екологічна безпека їх видобутку / Екологічні науки: науково-практичний журнал. – Київ, – 2014. - № 6. – С. 155-159.

22. **Іващенко 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. **Іващенко Т.Г.** Удосконалення системи безпеки транспортування радіоактивних матеріалів / Автомобільний транспорт . – Харків, 2014. – Вип. 35 – С. 14-19.

24. **Іващенко 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. **Іващенко 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., **Іващенко 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., Прибитько 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., Прибитько 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., Вінніченко В.І., Іващенко Т.Г. Кобилев В.С., Куземський В.В., Супряга А.В. Тарілчасто-валковий млин / Пат. 106831 України на винахід МПК51 (2014) В02С 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.**, Вінніченко 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.**, Прибитько 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.**, Прибитько 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.**, Прибитько 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., Прибитько 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.**, Прибитько 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. Грінько 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. Грінько 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.

ДОБАТОК Б
АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ І ГЛОБАЛЬНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ

Чоколівськийбул, 13, м.Київ, 03186, тел/факс (044) 245-88-38, тел. 245-87-97E-mail: ite_nasu@ukr.net
Р/р UA478201720343160001000011772 в УДК м. Києва, ЗКПО: 26022051, МФО: 820019

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційних досліджень
Іващенко Тараса Григоровича

Дисертаційні дослідження, що провів Іващенко Т.Г. спрямовано на створення методологічних основ управління екологічною безпекою планової діяльності, що забезпечує підвищення оперативності та ефективності управлінських екологічних рішень.

В основу наукових результатів роботи покладено підвищення оперативності та ефективності управління екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Впровадження отриманих наукових та практичних результатів здобувачем спрямовано на створення систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень і використовується в процесі наукової діяльності та при викладанні предметів для аспірантів в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. Заслужують на увагу окремі наукові та практичні результати, а саме: розроблено метод розпізнавання екологічної ситуації, який ґрунтується на використанні аерокосмічних технологій стосовно всієї екосистеми, а не окремих ознак і фактів та систематизацію екологічної інформації згідно визначених ознак, побудову моделі, прогнозування процесів в екосистемі, визначення ступеня достовірності, прийняття інформаційного екологічного рішення; розроблено технологію прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок для навчання систем підтримки прийняття управлінських рішень в інтегрованих автоматизованих системах.

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) розробки систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Впровадження результатів дисертаційного дослідження дають змогу створювати і корегувати системи підтримки прийняття управлінських рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Директор Інституту телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України
Член-кореспондент Національної академії наук України
доктор технічних наук, професор



О. М. Трофимчук

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Директор Державного підприємства «Бар'єр»
кандидат технічних наук**

**Ю. М. Рець**
« 11 » грудня 2020 р.

**АКТ
впровадження результатів дисертаційних досліджень
Івашенка Тараса Григоровича**

ДОВІДКА

Видана завідувачу кафедри екологічного аудиту та експертизи Івашенку Тарасу Григоровичу в тому, що наукові основи управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем використовуються у науково-практичній діяльності Державного підприємства «Бар'єр» під час розроблення заходів із запобігання забруднення навколишнього природного середовища.

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) розробки систем підтримки прийняття управлінських екологічних рішень при управлінні екологічною безпекою планової діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем.

Заступник директора



І. С. Хлівний

« 11 » грудня 2020 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора департаменту –
начальник управління дозвільної
діяльності, оцінки впливу на
довкілля та моніторингу
Кіровоградської ОДА



Гоменюк Г. О.

2020р.

АКТ

реалізації результатів дисертаційних досліджень
Іващенко Тараса Григоровича

Комісія у складі: голови комісії Гоменюк Ганни Олександрівни та членів комісії – Чирви Юлії Юріївни, Лазаренко Сніжанни Іванівни склала даний акт на основі того, що матеріали досліджень дисертаційної роботи кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника Іващенко Т.Г., а саме:

- метод розпізнавання екологічної ситуації, який ґрунтується на використанні аерокосмічних технологій стосовно всієї екосистеми, а не окремих ознак і фактів та 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;
- технологія прийняття інформаційних екологічних рішень з застосуванням методу експертних оцінок для навчання систем підтримки прийняття управлінських рішень в інтегрованих автоматизованих системах;
- методика ідентифікації екологічних загроз та ризиків за допомогою інтегрованих автоматизованих систем, яка передбачає: розробку 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 адекватно оцінювати ризик в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій за рахунок побудови поверхні ризику, та нормованої оцінки рівня екологічного ризику використовувались в роботі Департаменту екології, природних ресурсів та паливно-енергетичного комплексу Кіровоградської обласної державної адміністрації.

При цьому, на основі математичного і експериментального моделювання під час використання вищеперерахованих результатів досліджень з'являється можливість модернізації програмно – технічного комплексу управління

екологічною безпекою планової діяльності. Це дозволить під час застосування GISForestProject зменшити помилку 1 роду (до 10-2) та 2 роду (до 10-3), а також 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.

Голова комісії:

Гоменюк Г.О.



Члени комісії:

Чирва Ю.Ю.



Лазаренко С.І.



ГЕОТЕХНОЛОГІЯ

Науково-виробнича впроваджувальна фірма

02098, Україна, Київ-98, вул. Дніпровська набережна, 7, к.23.
Тел./факс +38 044553-95-74; тел. +38 044553-01-79; моб. тел.
+38 066 616 79 27 E-mail: geotech-m@mail.ru

АКТ

впровадження результатів дисертаційних досліджень Іващенко Тараса Григоровича

Засвідчуємо, що результати наукових досліджень на основі матеріалів дисертаційної роботи Іващенко Тараса Григоровича впроваджені у Науково-Виробничої Впроваджувальної Фірми «ГЕОТЕХНОЛОГІЯ».

Запропоновані методики, моделі, алгоритми системи підтримки прийняття рішень дозволили підвищити ефективність навчання операторів апаратури дистанційного керування вертикальної аеродинамічної енерговітроустановки ВАДЭУ-Інтегратор Природных Энергий ІПЭ «СМЕРЧ» при ліквідації аварій вибухо-імпульсними технологіями. Переваги впровадження результатів дисертаційних досліджень наступні:

- науково обгрунтовано та запропоновано інформаційно-аналітичну систему підтримки прийняття управлінських екологічних рішень (з застосуванням сучасних ПС-технології), яка забезпечують, у порівнянні з традиційними, більшу надійність збереження, високу точність і достовірність вхідних і вихідних даних;

- методику експертного оцінювання характеристик аварійного ризику при управлінні екологічною безпекою планової діяльності, яка на відміну від відомих передбачає завдання мінімізації помилок першого та другого роду.

Запропонований науково-методичний апарат дозволяє знизити обчислювальну складність та покращує можливості оператора при виникненні нештатних, аварійних ситуацій в порівнянні з існуючими методичними розробками.

Дисертаційні дослідження Іващенко Т.Г. мають важливе значення для науки і технічних розробок. Рекомендуємо Іващенко Т.Г. продовжити дослідження в даному напрямку.

Економічний ефект від впровадження не розраховувався, у зв'язку з науковим призначенням результатів.

Акт складено для представлення в спеціалізовану вчену раду та не є основою для виплати винагороди за впровадження та інших авторських винагород.

Генеральний директор,
Член Комітету з розвитку виробничої кооперації з підприємствами
Торгово-Промислової палати України



Є.А. Мухін

« 21 » грудня 2020 року

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 адекватно оцінювати ризик в умовах розвитку надзвичайних екологічних ситуацій за рахунок побудови поверхні ризику, та нормованої оцінки рівня екологічного ризику.

- удосконалено метод зіставлення даних екологічного моніторингу при оцінюванні екологічних ризиків та загроз, в якому при визначенні оперативної ваги (важливості) екологічного повідомлення запропоновано враховувати характеристики джерел інформації та умови спостережень замість ймовірного представлення у вигляді фільтраційної процедури з застосуванням експертних оцінок.

- отримав подальший розвиток механізм організаційного екологічного управління екологічною безпекою, якій передбачас 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.

- отримав подальший розвиток 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.

Результати дисертаційних досліджень увійшли до звітів науково-дослідних робіт: «Дослідження антропогенних джерел електромагнітного випромінювання НЦУВКЗ 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 ГС» (0118U005461); «Розробка проєкту 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).

Матеріали роботи використані у Державній екологічній академії післядипломної освіти та управління Міністерства екології та природних ресурсів України для навчання слухачів та при підготовці інформаційно-

аналітичних матеріалів та підготовки Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році (Веб-сайт Представництва ЄС: http://eeas.europa.eu/delegations/ukraine/index_uk.htm ; сторінка Представництва ЄС у Facebook: <http://www.facebook.com/EUDelegationUkraine>). Розділ «15. Державне управління у сфері охорони навколишнього природного середовища», підрозділи: 15.2. Удосконалення системи управління та нормативно-правового регулювання у сфері охорони довкілля та екологічної безпеки; 15.13. Екологічна освіта та інформування при реалізації Стратегії Державної екологічної політики на період до 2020 року, а також при викладанні навчальних дисциплін для студентів за спеціальністю екологія та охорона навколишнього середовища, - «Методологія та організація наукових досліджень», «Філософія науки та інноваційного розвитку».

Дисертаційні дослідження Іваценка Тараса Григоровича мають важливе значення для науки і технічних розробок, тому рекомендуємо продовжити дослідження в даному напрямку.

Економічний ефект від впровадження не розраховувався, у зв'язку з науковим призначенням результатів.

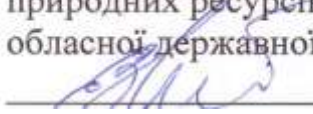
Акт складено для представлення в спеціалізовану вчену раду та не є основою для виплати винагороди за впровадження та інших авторських винагород.

Голова комісії:
доктор технічних наук, професор



О.А. Машков

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник Управління екології та природних ресурсів Черкаської обласної державної адміністрації

 Звягінцева О.М.

АКТ
 реалізації результатів дисертаційних досліджень
 Іваценка Тараса Григоровича

Комісія у складі: голови комісії - заступника начальника Управління – начальника відділу земельних та водних ресурсів, заповідної справи, взаємодії із ЗМІ Довгої Л.В. та членів комісії – начальника відділу атмосферного повітря, поводження з відходами, природоохоронних програм та моніторингу Рясик О.М. та начальника відділу оцінки впливу на довкілля та економіки природокористування Лапшиної М.Ф. склала даний акт на основі того, що матеріали досліджень дисертаційної роботи кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника Іваценка Т.Г., а саме «Розвиток наукових основ управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем» були використані у роботі Управління екології та природних ресурсів Черкаської обласної державної адміністрації для моніторингу стану довкілля та контролю у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки при реалізації Стратегії Державної екологічної політики України на період до 2020 року.

Голова комісії



Людмила ДОВГА

Члени комісії



Олена РЯСИК

Марина ЛАПШИНА

ДОДАТОК В **АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ В ДЕРЖАВНІЙ** **СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ**

В.1 Можливість використання космічних апаратів для проведення екологічного моніторингу

Одним з основних завдань Національної цільової науково-технічної космічної програми України на 2013-2017 роки, є розвиток, в першу чергу, Національної системи дослідження Землі з космосу. Використання космічних систем (КС) дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) на основі застосування бортових оптико-електронних систем (ОЕС) космічних апаратів (КА), дозволяє вирішувати, в першу чергу, завдання пов'язані із спостереженням об'єктів та екологічним моніторингом земної поверхні. Завдяки космічним знімкам можна здійснювати екологічний контроль об'єктів та стежити за процесами, які відбуваються на земній поверхні, і за результатами їх дешифрування можна проводити аналіз геохімічної інформації та робити висновки відносно поточної екологічної ситуації, а також контролювати стан окремих небезпечних об'єктів. Система екологічного моніторингу повинна накопичувати, систематизувати і аналізувати інформацію: про стан навколишнього середовища; про причини спостережуваних і вірогідних змін стану (тобто про джерела і чинники впливу); про допустимість змін і навантажень на середовище в цілому; про існуючі резерви біосфери. Загалом в систему екологічного моніторингу входять системи спостереження за станом елементів біосфери і спостереження за джерелами й чинниками антропогенного впливу.

Тому, необхідно провести аналіз технічних можливостей бортового спеціального комплексу для використання космічних систем ДЗЗ при проведенні екологічного моніторингу.

Відповідно до приведених визначень і покладених на систему функцій, моніторинг включає три основні напрями діяльності: спостереження за чинниками впливу і станом середовища; оцінювання фактичного стану

середовища; прогнозування стану навколишнього природного середовища і оцінювання прогнозованого стану.

Слід брати до уваги те, що сама система моніторингу не передбачає діяльності щодо управління якістю середовища, але є джерелом інформації необхідної для ухвалення екологічно значущих рішень.

Основні завдання екологічного моніторингу: спостереження за джерелами антропогенного впливу; спостереження за чинниками антропогенного впливу; спостереження за станом природного середовища і процесами, що відбуваються в ньому під впливом антропогенних чинників; оцінювання фактичного стану природного середовища; прогнозування зміни стану природного середовища під впливом антропогенних чинників та оцінка прогнозованого стану природного середовища.

Відповідно до приведених визначень і покладених на систему функцій, моніторинг включає декілька основних процедур: виділення (визначення) об'єкту спостереження; обстеження виділеного об'єкту спостереження; створення інформаційної моделі об'єкту спостереження; планування вимірювань; оцінювання стану об'єкту спостереження та ідентифікація його інформаційної моделі; прогнозування зміни стану об'єкту спостереження; представлення інформації в зручній для користувача формі і доведення її до споживача.

У такий спосіб в систему екологічного моніторингу входять спостереження за станом елементів біосфери і спостереження за джерелами і чинниками антропогенного впливу.

Характер і механізм узагальнення інформації про екологічну обстановку під час її переміщенні по ієрархічних рівнях системи екологічного моніторингу визначають за допомогою поняття інформаційного портрета екологічної обстановки. Останній є сукупністю графічно представлених просторово розподілених даних, що характеризують екологічну обстановку на певній території, спільно з картоосновою місцевості. Розпізнавальна здатність

інформаційного портрета залежить від масштабу використовуваної картооснови.

При розробленні проєктів планованої діяльності та екологічного моніторингу необхідна така інформація:

1 джерела надходження забруднюючих речовин в навколишнє природне середовище – викиди забруднюючих речовин в атмосферу промисловими, енергетичними, транспортними та іншими об'єктами; скидання стічних вод у водні об'єкти; поверхневі змиви забруднюючих і біогенних речовин в поверхневі води суші і моря; внесення на земну поверхню та (або) в ґрунтовий пласт забруднюючих і біогенних речовин разом з добривами і отрутохімікатами внаслідок сільськогосподарської діяльності; місця захоронення і складування промислових і комунальних відходів; техногенні аварії, що приводять до викиду в атмосферу небезпечних речовин та (або) розливу рідких забруднюючих і небезпечних речовин тощо;

2 перенесення забруднюючих речовин – процеси атмосферного перенесення; процеси перенесення і міграції у водному середовищі;

3 процеси ландшафтно-геохімічного перерозподілу забруднюючих речовин – міграція забруднюючих речовин за ґрунтовим профілем до рівня ґрунтових вод; міграція забруднюючих речовин по ландшафтно-геохімічному сполученню з урахуванням геохімічних бар'єрів і біохімічних колообігів; тощо;

4 дані про стан антропогенних джерел емісії – потужність джерела емісії і його місцерозташування, гідродинамічні умови емісії забруднюючих речовин навколишнього середовища.

У зоні впливу джерел забруднення організують систематичне спостереження за наступними об'єктами і параметрами навколишнього природного середовища.

1. Атмосфера: хімічний і радіонуклідний склад газової і аерозольної фази повітряної сфери; тверді і рідкі опади (сніг, дощ) та їх хімічний і радіонуклідний склад; теплове забруднення і вологість атмосфери.

2. Гідросфера: хімічний і радіонуклідний склад поверхневих вод (річки, озера, водосховища тощо), ґрунтових вод, суспензій і донних відкладів в природних водостоках і водоймах; теплове забруднення поверхневих і ґрунтових вод.

3. Ґрунт: хімічний і радіонуклідний склад родючого шару ґрунту.

4. Біота: хімічне і радіоактивне забруднення сільськогосподарських угідь, рослинного покриву, ґрунтових зооценозів, наземних співтовариств, домашніх і диких тварин, птахів, комах, водних рослин, планктону, риби.

5. Урбанізоване середовище: хімічний і радіаційний фон повітряного середовища населених пунктів; хімічний і радіонуклідний склад продуктів харчування, питної води тощо.

6. Населення: характерні демографічні параметри (чисельність і щільність населення, народжуваність і смертність, віковий склад, захворюваність, рівень уродженої потворності і аномалій); соціально економічні чинники.

Системи моніторингу природних середовищ і екосистем включають засоби спостереження екологічної якості повітряного середовища, екологічного стану поверхневих вод і водних екосистем, екологічного стану геологічного середовища і наземних екосистем. Для вирішення поставлених завдань екологічного моніторингу приземного пласту можна використовувати космічні апарати дистанційного зондування Землі, які зв'язують в єдину мережу інформаційного простору, що може бути сформований на основі використання сучасних геоінформаційних технологій.

Продовжуючи аналізувати джерела, можна зробити висновок що ефективність функціонування космічної системи спостереження залежить від можливостей розпізнавання оптико-електронними системами процесів та об'єктів у просторі. На сьогоднішній день з'явилися нові підходи, які не потребують високого просторового розрізнення, а саме – застосовують методи поліпшення якості опрацювання багатоспектральних (гіперспектральних) космічних знімків, отриманих в результаті використання спектрометричних камер. При аналізі сучасних технологій побудови ОЕС встановлено що,

особливістю використання видимого діапазону ϵ , в першу чергу, здатність відбиття об'єктом сонячної енергії, яка характеризує хімічний склад його поверхні. Це дає можливість при проведенні відеоспектральної зйомки отримувати зображення в різних зонах спектру. При цьому, з декількох спектральних зон можна синтезувати не один, а безліч варіантів зображення що відображають екологічну обстановку. Кожен варіант такого багатоспектрального зображення містить свою окрему інформацію про стан земної поверхні. При цьому, основна увага приділяється не просторовій здатності розподілу оптико-електронних камер, а виявленню або висвітленню змін спектрального складу отримуваного електромагнітного випромінювання. Так на одному краще виділяються дороги і споруди, на іншому - водні поверхні та їх вміст, а на третьому краще видно деталі рослинності за допомогою вегетаційного індексу. Характеристики космічних апаратів оптико-електронного спостереження надвисокої сенсорності представлено в табл. В.1. Можливий вибір багатоспектрального пристрою (сенсору) для виконання завдань екологічного спостереження представлено в табл.В.2 - табл.В.4.

В.2 Особливості застосування наземного інформаційного комплексу в системі екологічного моніторингу

Безпосереднє вирішення завдань приймання космічних знімків з космічного апарата пов'язане з формуванням наземного інформаційного комплексу на основі наявних технічних засобів у вигляді територіально рознесених радіотехнічних систем, центру оброблення спеціальної інформації (ЦОСІ) і мережі зв'язку. Наземний інформаційний комплекс, як складова частина космічної системи ДЗЗ, призначений для систематичного, згідно з поданими заявками, забезпечення споживачами цільовою інформацією для розв'язання соціально-економічних і наукових завдань. Тому доцільним розглянути умови функціонування технічних засобів наземних засобів контролю (НІК). Слід зауважити, що побудова НІК принципово відрізняються

способом обміну інформацією між БСК КА й РТС НІК. В Україні використовують, переважно, персональні НІК.

Персональні НІК: геоінформаційні реєстратори, цифрові тахеометри та лазерні сканери, GPS-станції працюють в системі (рис. В.1) і вирішують завдання передачі інформації протягом одного сеансу. У зв'язку з тим, що в ЦОСІ надходить інформація з однієї РТС, то це суттєво скорочує інформаційний обмін. Крім цього, значно зростає оперативність опрацювання отриманих даних і ухвалення рішення. При цьому виникає необхідність побудови уніфікованих технічних засобів і апаратно-програмних комплексів.

Основними недоліками персональних НІК вважають: підвищення вимог щодо виконання завдань передачі цільової інформації з БСК КА у зв'язку з обмеженістю часу прольоту його в зоні радіовидимості; прийняття ряду окремих рішень на виконання завдань передачі цільової інформації з БСК КА відбувається на основі великої апіорної невизначеності бортового комплексу; обмеженість можливості перерозподілу використання технічних засобів НІК у разі виходу з ладу радіотехнічних систем, що призводить до зниження надійності передачі цільової інформації. Разом з тим, для висот орбіт понад 500 км вся територія України є зоною видимості одного НІК, що зумовлює використання тільки однієї радіотехнічної системи.

З урахуванням можливості обмеженого приймання радіосистемами в зоні радіовидимості, виникає необхідність досліджувати фактори, що впливають на якість функціонування радіоканалу та стійкість роботи наземної РТС при побудові наземного інформаційного комплексу з одного технологічного наземного пункту спостереження.

Таблиця В.1 – Характеристики космічних апаратів оптико-електронного спостереження надвисокої сенсорності

Космічний апарат (країна)	Висота орбіти, км	Нахилена орбіти, град.	Період обертання, хв	Параметри оптико-електронної камери						Параметри ЗП та передачі інформації		Вихідні параметри КС			
				f, м	d, см	розмір p, мкм		кількість p		ємність, Гбіт	швидкість, Мбіт/з	захват, км	МС	дозвіл	
						РА N	MS	PAN	MS					PAN	MS
IKONOS-2 (США)	681	98,1	98,3	10,0	70	12	48	13500	3375	80	320	11	68000	1,0	4,0
Quickbird-2 (США)	450	97,2	93,4	8,8	60	12	48	27568	6892	128	320	16,5	51000	0,6	2,4
Orbview-3 (США)	470	97,2	92,6	3,0	45	6	24	8000	2000	32	150	8	157000	1,0	4,0
EROS B (Ізраїль)	~500	97,3	94,8	5,0	50	7	немає	10000	немає	2×120	450	7	100000	0,7	немає
Ресурс ДК-1 (Росія)	361-604	70,4	94,0	4,0	50	9	-	36000	-	768	300	28,3	90000	1,0	3,0
КОМPSAT-2 (Корея)	685	98,1	98,5	-	-	-	-	15000	3750	64 і 96	320	15	137000	1,0	4,0
Cartosat-2 (Індія)	637	97,9	97,4	5,6	70	7	немає	12288	немає	64	105	9,6	114000	0,8	немає
Worldview-1 (США)	496	97,2	93,0	8,8	60	8	немає	35000	немає	2200	800	16,4	113000	0,5	немає
Cartosat-2A (Індія)	635	97,9	97,4	5,6	70	7	немає	12288	немає	64	105	9,6	56000	0,8	немає
Geoeye-1 (США)	684	98,0	98,0	13,3	110	8	32	35000	9300	1200	740	15,2	51000	0,41	1,64
Worldview-2 (США)	770	97,8	100,0	13,3	110	8	32	35000	9300	2200	800	16,4	58000	0,48	1,8
Pleiades-1 (Франція)	694	90,2	-	12,9	65	13	52	30000	7500	600	465	20	53800	0,5	2,0

Таблиця В.2 – Відповідність завдань щодо проведення екологічного моніторингу до вибору спектральних діапазонів оптико-електронними системами

№ з/п	Завдання щодо проведення екологічного моніторингу		Спектральний діапазон	Тип багато-спектрального пристрою (сенсору)
	Загальне	Спеціальне		
1.	Кордон між земною поверхнею і хмарами	Хлорофіл рослин	620-670 нм	MSS, HSI, HRVIR, ШМСА, ГСА
		Хмарність і рослинність	840-780 нм	
2.	Властивість земної поверхні і хмар	Відмінності в ґрунтах та рослинності	460-480 нм	RBV, TM, MODIS, HRVIR, ШМСА, ГСА
		Зелена рослинність	545-568 нм	
		Властивості листового покриву	1230-1250 нм	
		Відмінності снігового покриву (хмарності)	1630-1653 нм	
		Параметри земного покриву та хмарності	2100-2155 нм	
3.	Колір океану	Спостереження за хлорофілом	405-420 нм, 437-450 нм, 405-420 нм, 405-420 нм	TM, MSS, HRV, HRVIR
		Опади	546-556 нм	
		Опади, атмосфера	660-673 нм	
		Флюоресценція хлорофілу	673-683 нм	
		Властивості аерозолів	743-753 нм	
		Властивості аерозолів та параметри атмосфери	860-880 нм	
4.	Атмосфера і хмари	Параметри хмарності та атмосфери	890-920 нм, 915-965 нм	MSS, ETM, HRG
		Пір'яні хмари	1,36-1,39 мкм	
		Вологість в середній частині тропосфери	6,53-6,9 мкм	
		Вологість у верхній частині тропосфери	7,17-7,48 мкм	
		Температура поверхні Землі	8,4-8,7 мкм	
5.	Теплові властивості	Температура морської поверхні	3,66-3,8 мкм	MTI, TIMS
		Лісові пожежі, вулкани	3,92-3,98 мкм	
		Температура хмар та земної поверхні	3,92-3,98 мкм, 4,02-4,08 мкм, 10,78-11,3 мкм, 11,76-12,3 мкм	
		Температура в тропосфері, склад хмар	4,43-4,55 мкм	
		Аналіз загального вмісту озону	9,58-9,88 мкм	
		Висота і склад хмар	13,18-13,49 мкм, 13,48-13,79 мкм, 13,78-14,09 мкм, 14,08-14,39 мкм	

Таблиця В.3 – Рекомендовані сфери застосування оптико-електронних систем ДЗЗ надвисокої роздільної здатності (< 1 м)

Найменування видів робіт	Найменування космічних апаратів				
	GeoEye - 1	WorldView - 1	QuickBird	Ресурс-ДК1	IKONOS
1	2	3	4	5	6
Створення і оновлення топографічних планів масштабів :					
1:2000	•	•			
1:5000	•	•	•		•
Створення і оновлення топографічних і спеціальних тематичних карт масштабу :					
1:10 000	•	•	•	•	•
1:25 000			•	•	•
1:50 000				•	
Створення висотної основи					
Цифрові моделі місцевості, цифрові моделі рельєфу	•	•			•
Інвентаризація і моніторинг стану об'єктів інфраструктури видобування і транспортування нафти і газу					
Планування і контроль розвитку інфраструктури	•	•	•	•	•
Оперативне виявлення несанкціонованих врізань в магістральні трубопроводи і моніторинг появи об'єктів в охоронних зонах	•	•	•	•	•
Моніторинг екологічного стану територій видобування, переробки і транспортування нафти і газу	•	•	•	•	•
Моніторинг аварійних розливів нафти	•	•	•	•	•
Інвентаризація і моніторинг стану і об'єму кар'єрів і штабелів гідронамивання піску	•	•			•
Пошук і прогнозування родовищ корисних копалин					
Вибір напрямів і обґрунтування перспективних площ під пошукові роботи, прогнозування і виявлення пасток нафти і газу	•		•		•
Оцінка загроз тектонічного і сейсмологічного характеру	•	•			
Сільське господарство					
Виявлення і прогнозування несприятливих екологічних явищ, пов'язаних з сільськогосподарським природокористуванням	•	•	•	•	•
Лісове господарство					
Визначення породного складу, стану лісового масиву	•	•	•	•	•
Визначення висоти лісових масивів	•	•			•
Виявлення і моніторинг вирубувань, гару і вітровалу	•	•	•	•	•
Контроль лісовідновлювальних робіт	•	•	•	•	•
Водне господарство і ресурси					
Моделювання процесів затоплення території під час повеней	•	•			•
Визначення біологічної продуктивності і стану водойм	•		•		•
Моніторинг водного і льодового режимів водойм	•	•			
Моніторинг стану водозахисних зон	•	•	•	•	•

Продовження таблиці

Найменування видів робіт	Найменування космічних апаратів				
	GeoEye - 1	WorldView - 1	QuickBird	Ресурс-ДК1	IKONOS
1	2	3	4	5	6
Вивчення ландшафтної структури, природних ресурсів і типів природокористування					
Побудова ландшафтних карт, дистанційне вивчення ландшафтів	•		•		•
Дослідження і моніторинг регіональної структури природокористування	•	•	•	•	•
Екологічні дослідження					
Оцінка масштабів прояву і темпів розвитку ерозійних процесів	•	•	•	•	•
Спостереження за швидкозмінними екосистемами	•	•			
Виявлення локальних джерел забруднення	•	•	•	•	•
Транспорт, комунікації, зв'язок					
Оперативне картографування доріг, що з'явилися, вивчення транспортної доступності	•	•	•	•	•
Моніторинг будівництва і реконструкції об'єктів	•	•	•	•	•
Виявлення зон видимості радіосигналу по ЦММ	•	•			•
Муніципальне управління					
Моніторинг фактичного використання земель	•	•	•	•	•
Моніторинг транспортної мережі міста	•	•	•	•	•
Інвентаризація зелених насаджень	•	•	•	•	•
Рекреація, спорт і туризм					
Створення реалістичних тривимірних моделей об'єктів туризму і спортивних споруд	•	•	•	•	•
Моніторинг будівництва і стану об'єктів туризму, відпочинку і спорту	•	•	•	•	•
Право і дотримання законності					
Виявлення незаконних посівів наркотичних культур	•		•		•
Вирішення судових суперечок, пов'язаних із землекористуванням	•	•	•		•
Визначення зон несанкціонованих будівельних робіт і самовільного захвату земельних ділянок	•	•	•	•	•

Таблиця В.4 – Рекомендовані сфери застосування оптико-електронних систем ДЗЗ

Найменування видів робіт	Найменування космічних апаратів								
	Розрізняювальна здатність								
	висока (<2,5 м)			середня (<10 м)			низька (>10 м)		
	FORMOSA Г - 2	ALOS	SPOT - 5	CARTOSA Г - 1	RapidEye	SPOT - 2/4	TERRA(AS TER)	Landsat - 7	Landsat - 5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Створення і оновлення топографічних і спеціальних тематичних карт масштабів :									
1:25 000	•	•	•	•					
1:50 000	•	•	•	•	•				
1:100 000					•	•	•	•	
1:200 000						•	•	•	•
Створення висотної основи									
Цифрові моделі місцевості, цифрові моделі рельєфу		•	•	•					
Інвентаризація і моніторинг стану об'єктів інфраструктури видобування і транспортування нафти і газу									
Планування і контроль розвитку інфраструктури	•	•	•	•	•				
Оперативне виявлення несанкціонованих врізань в магістральні трубопроводи і моніторинг появи об'єктів в охоронних зонах	•	•							
Контроль функціонування факельних установок	•	•			•				
Моніторинг екологічного стану територій видобування, перероблення і транспортування нафти і газу	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Моніторинг аварійних розливів нафти	•	•	•	•	•	•	•	•	
Інвентаризація і моніторинг стану і об'єму кар'єрів і штабелів гідронамивання піску		•		•					
Пошук і прогнозування родовищ корисних копалин									
Вибір напрямів і обґрунтування перспективних площ під пошукові роботи, прогнозування і виявлення пластів нафти і газу		•			•	•	•	•	•
Оцінка загроз тектонічного і сейсмологічного характеру							•	•	•
Сільське господарство									
Поточний контроль за станом посівів, моніторинг темпів збирання врожаю	•				•				

Продовження таблиці

Найменування видів робіт	Найменування космічних апаратів								
	Розрізняювальна здатність								
	висока (<2,5 м)			середня (<10 м)			низька (>10 м)		
	FORMOSA T - 2	ALOS	SPOT - 5	CARTOSA T - 1	RapidEye	SPOT - 2/4	TERRA(AS TER)	Landsat - 7	Landsat - 5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Виявлення і прогнозування несприятливих екологічних явищ, пов'язаних з сільсько-подарським природокористуванням	•	•	•		•	•	•	•	•
Лісове господарство									
Визначення породного складу, стану лісового масиву	•	•	•		•	•	•	•	•
Визначення висоти лісових масивів		•		•					
Виявлення і моніторинг вирубувань, наслідків горіння та вітровалу	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Контроль лісовідновлювальних робіт	•		•		•	•			
Водне господарство і ресурси									
Виявлення річкових і озерних басейнів, водозборів		•	•	•	•	•	•	•	•
Моделювання процесів затоплення території під час повеней		•		•					
Визначення біологічної продуктивності і стану водойм	•	•	•		•	•	•	•	•
Моніторинг водного і льодового режимів водойм	•				•				
Моніторинг стану водозахисних зон	•	•	•	•	•	•	•		
Побудова ландшафтних карт, дистанційне вивчення ландшафтів	•	•	•		•	•	•	•	•
Дослідження і моніторинг регіональної структури природокористування	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Екологічні дослідження									
Оцінка масштабу прояву і темпів розвитку ерозійних процесів	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Спостереження за швидкозмінними екосистемами	•				•				
Виявлення локальних джерел забруднення	•								
Транспорт, комунікації, зв'язок									
Оперативне картографування доріг, що з'явилися, вивчення транспортної доступності	•	•	•	•	•				
Моніторинг будівництва і реконструкції об'єктів	•	•	•	•					
Виявлення зон видимості радіосигналу по ЦММ		•		•					

Продовження таблиці

Найменування видів робіт	Найменування космічних апаратів								
	Розрізняювальна здатність								
	висока (<2,5 м)			середня (<10 м)			низька (>10 м)		
	FORMOS AT - 2	ALOS	SPOT - 5	CARTOSA T - 1	RapidEye	SPOT - 2/4	TERRA(A STER)	Landsat - 7	Landsat - 5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Муніципальне управління									
Моніторинг фактичного використання земель	•	•							
Інвентаризація зелених насаджень	•	•	•	•	•				
Рекреація, спорт і туризм									
Створення реалістичних тривимірних моделей об'єктів туризму і спортивних споруд	•								
Право і дотримання законності									
Виявлення незаконних посівів наркотичних культур	•	•	•	•					
Визначення зон несанкціонованих будівельних робіт і самовільного зайняття земельних ділянок	•								

Таблиця В.5

Найменування видів робіт	Найменування космічних апаратів						
	Розрізняювальна здатність						
	висока (<1 м)		середня (<7 м)			низька (>7 м)	
	TerraSAR - X	COSMO - SkyMed - 1-3	RADARSAT - 2	ALOS(PALS AR)	RADARSAT - 1	Envisat	
1	2	3	4	5	6	7	
Створення і оновлення топографічних і спеціальних тематичних карт масштабів:							
1:10 000	•	•					
1:25 000	•	•	•				
1:50 000			•	•	•		
1:100 000				•	•		
1:200 000				•	•	•	
Створення висотної основи							
Цифрові моделі місцевості, цифрові моделі рельєфу	•	•	•	•	•	•	
Інвентаризація і моніторинг стану об'єктів інфраструктури видобування і транспортування нафти і газу							
Планування і контроль розвитку інфраструктури	•	•	•				

Оперативне виявлення несанкціонованих врізань в магістральні трубопроводи і моніторинг появи об'єктів в охоронних зонах	•	•				
Моніторинг екологічного стану територій переробки видобування, перероблення і транспортування нафти і газу	•	•	•	•	•	
Моніторинг аварійних розливів нафти	•	•	•	•	•	•
Інвентаризація і моніторинг стану і об'єму кар'єрів і штабелів гідронамивання піску			•	•	•	•
Пошук і прогнозування родовищ корисних копалин						
Вибір напрямів і обґрунтування перспективних площ під пошукові роботи, прогнозування і виявлення пасток нафти і газу	•	•	•	•	•	•
Визначення розмірів просідань поверхні землі	•			•	•	•
Оцінка загроз тектонічного і сейсмологічного характеру				•	•	•
Сільське господарство						
Поточний контроль за станом посівів, моніторинг темпів збирання врожаю	•	•	•	•		
Виявлення і прогнозування несприятливих екологічних явищ, пов'язаних з сільськогосподарським природокористуванням				•		•
Лісове господарство						
Визначення порідного складу, стану лісового масиву	•	•	•	•		
Визначення висоти лісових масивів				•		
Виявлення і моніторинг вирубувань, наслідків горіння та вітровалу	•	•	•	•		
Контроль лісовідновлювальних робіт	•	•	•	•		

Продовження таблиці

Найменування видів робіт	Найменування космічних апаратів					
	Розрізняювальна здатність					
	висока (<1 м)		середня (<7 м)		низька (>7 м)	
	TerraSAR - X	COSMO - SkyMed - 1-3	RADARSAT - 2	ALOS(PALSAR)	RADARSAT - 1	Envisat
1	2	3	4	5	6	7
Водне господарство і ресурси						
Виявлення річкових і озерних басейнів, водозборів	•	•	•	•	•	•
Моделювання процесів затоплення території під час повеней				•		•
Моніторинг водного і льодового режимів водойм	•	•	•	•	•	•
Моніторинг стану водозахисних зон	•	•	•	•	•	
Вивчення ландшафтної структури, природних ресурсів і типів природокористування						
Побудова ландшафтних карт, дистанційне вивчення ландшафтів	•	•	•	•		•
Дослідження і моніторинг регіональної структури природокористування	•	•	•			
Екологічні дослідження						
Оцінка масштабу прояву і темпів розвитку ерозійних процесів				•		•
Спостереження за швидкозмінними екосистемами	•	•	•	•	•	•
Виявлення локальних джерел забруднення	•	•				
Транспорт, комунікації, зв'язок						
Оперативне картографування нових, вивчення транспортної доступності	•	•	•	•	•	•
Моніторинг будівництва і реконструкції об'єктів	•	•	•			
Виявлення зон видимості радіосигналу по ЦММ				•		•
Муніципальне управління						
Моніторинг транспортної мережі міста	•	•	•			
Інвентаризація зелених насаджень	•	•	•	•		•
Оцінка вертикальних зміщень різних споруд	•	•	•			•
Рекреація, спорт і туризм						
Створення реалістичних тривимірних моделей об'єктів туризму і спортивних споруд				•		•
Моніторинг будівництва і стану об'єктів туризму, відпочинку і спорту	•	•	•			
Право і дотримання законності						
Визначення зон несанкціонованих будівельних робіт і самовільного захоплення земельних ділянок	•	•				

При цьому, спочатку необхідно розглянути особливості побудови оптико-електронних систем спостереження, а також формування зображення в бортовому спеціальному комплексі КА.

Застосування дистанційних методів екологічного моніторингу поверхні Землі з космосу базується на тематичному аналізі зображень, отриманих цільовими приладами (радіолокаторами, скаттерометрами, радіометрами та оптико-електронною технікою) бортового спеціального комплексу, встановленими на космічних апаратах. Цілий ряд супутників, обладнаних приладами дистанційного зондування, виведені на орбіту спеціально для отримання різнобічної геофізичної інформації, необхідної для оцінки стану навколишнього середовища і для природно-ресурсних досліджень.

Рис. В.1 – Приймання цільової інформації персональним НІК

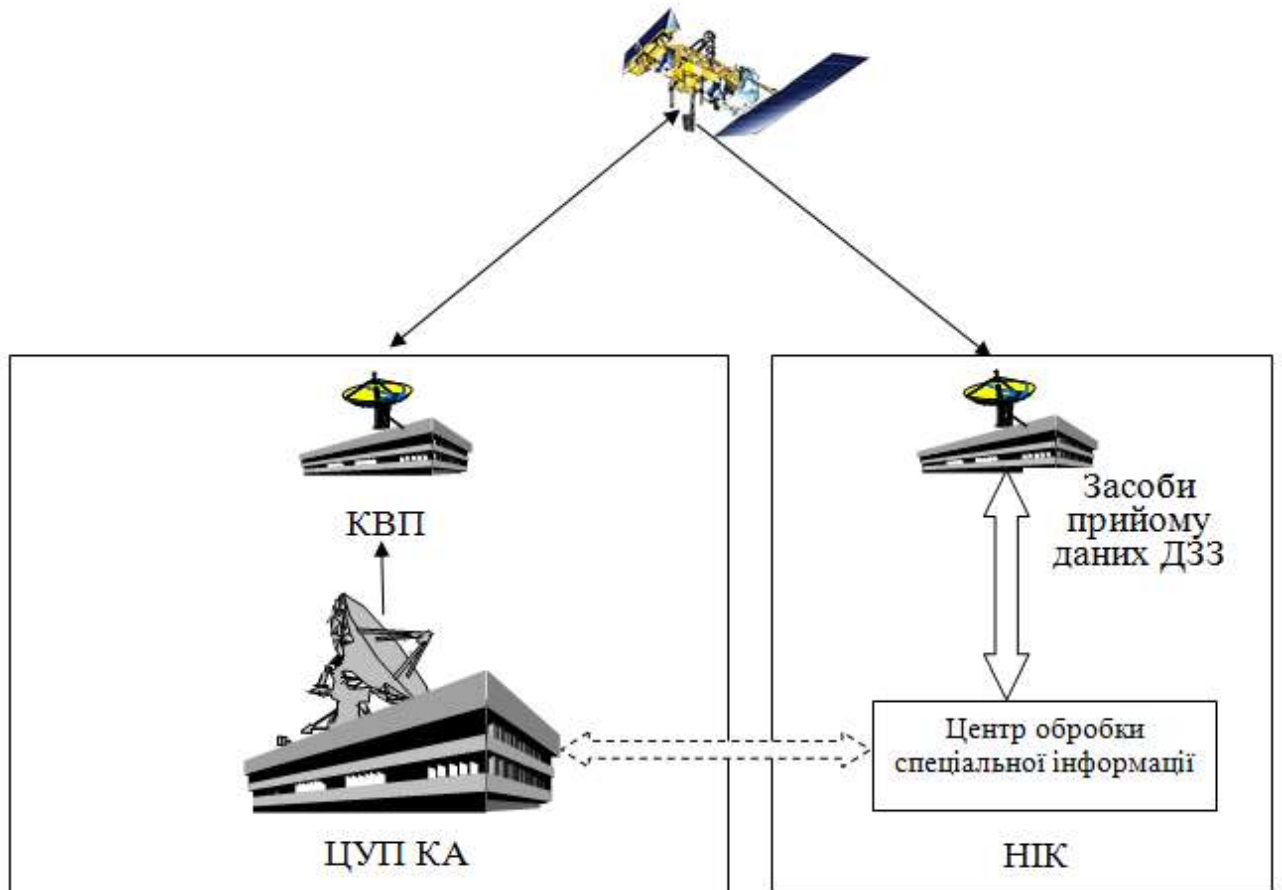
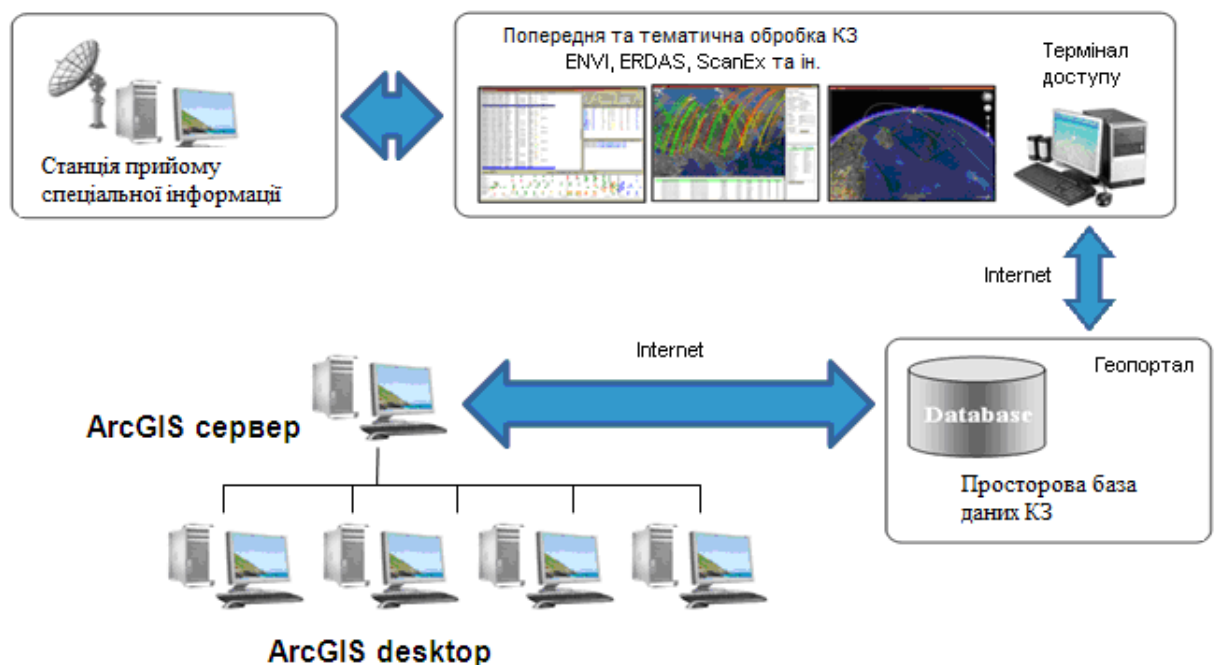


Рис. В.1 – Приймання цільової інформації персональним НІК

Зображення із супутників передаються на станцію приймання спеціальної інформації НІК для первинної обробки, і служить основою для повсякденного контролю за станом навколишнього середовища (схема проходження інформації представлена на рис. В.2).

Після приймання і первинної обробки космічної інформації, на станції прийому спеціальної інформації НІК проводиться дешифрування знімка. Метою обробки даних дистанційного зондування, є отримання знімків або зображень з необхідними спектральними, радіометричними і геометричними характеристиками. При цьому обробка даних космічного зображення, відповідно до типової процедури, відбувається на декількох рівнях. У загальному випадку вона передбачає такі етапи: попередню обробку; первинну обробку.



с. В.2 – Структурна схема спеціального каналу космічного моніторингу

На першому етапі, після прийому супутникових даних та запису їх на магнітний носій, здійснюються необхідні декодувальні та коригувальні операції, внаслідок яких відбувається перетворення даних (з урахуванням калібровок), переданих з космічного апарату, безпосередньо в зображення або

космічний знімок, а також перетворення їх в формати, зручні для подальших видів обробки.

На другому етапі проводять необхідні операції перетворення, в тому числі радіометричну і геометричну корекцію, що є основними для виправлення радіометричних і геометричних спотворень, викликаних нестабільністю роботи космічного апарату (КА) і датчика, а також географічну прив'язку зображення з накладенням її на сітку координат, змінюють масштаб зображення і подають зображення в необхідній географічній проекції (геокодування).

Третій етап – тематична обробка - передбачає як цифровий аналіз із застосуванням спектральних і статистичних методів обробки (кластерний аналіз, методи виділення ознак і класифікацію для кількісних оцінок і тощо), так і візуальне дешифрування та інтерпретацію з використанням різних спеціальних програмних комплексів (ENVI, ERDAS, ScanEx, Definiens Developer, Geomatica тощо).

Тематичну обробку доцільно проводити в інтерактивному або повністю автоматизованому режимі. З цією метою розроблені різні види тематичної обробки з використанням інструментарію та спеціалізованих програмних модулів, які здійснюють: передобробку даних і генерацію стандартних продуктів; радіометричну і геометричну обробку; просторову прив'язку зображень; ортотрансформування зображення; спектральний аналіз зображення; створення мозаїчних покриттів; створення цифрових моделей рельєфу; ортокоррекцію знімків; створення 3D моделей місцевості; класифікацію і дешифрування; створення тематичних картографічних продуктів.

У сфері екологічного управління сьогодні можна виділити кілька напрямків спеціалізації ГІС, які мають практичне застосування: ГІС для управління територіями (національний, регіональний, місцевий та об'єктовий рівні); ГІС для ведення кадастрів природних ресурсів; моніторингові ГІС (національний, регіональний, місцевий та об'єктовий рівні); ГІС для управління та моніторингу техногенних потенційно небезпечних об'єктів; диспетчерські

ГІС; прикладні ГІС; довідково інформаційні ГІС; ГІС для геопросторових банків даних; ГІС для тематичних і спеціалізованих банків даних; ГІС для корпоративних систем управління.

Основними етапами технологічного процесу ГІС є отримання даних, введення і попередня обробка, управління даними, обробка та аналіз, генерування інформаційного продукту і створення звіту .

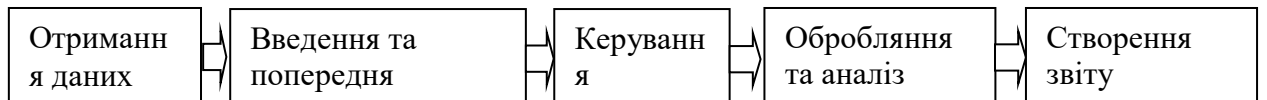


Рис. В.3 – Основні етапи технологічного процесу в ГІС

Розглянемо більш детально кожен з етапів технологічного процесу.

Отримання даних. Початковий процес, на якому відбувається збирання даних необхідних для вирішення поставлених завдань. Дані просторового характеру і пов'язані з ними табличні або описові дані збираються самим користувачем або можуть бути придбані на комерційній або іншій основі. Джерелами даних є картографічні матеріали, статистичні дані, аерокосмічні знімки, результати натурних вимірювань і зйомок, фондові та текстові матеріали.

Важливим елементом вхідної інформації є карти, які використовують для побудови картографічних моделей в ГІС. Спектр видів карт надзвичайно широкий: топографічні, тематичні, екологічні, економічні, демографічні тощо. Іншим видом картографічної інформації, яка є результатом застосування такого цінного технологічного інструменту вивчення Землі, як дистанційне зондування навколишнього середовища з космосу, є матеріали космічного моніторингу (рис. В.4). Новий вид карт – космічні знімки поверхні Землі з розпізнавальною здатністю від 3,5км до 5м, надає унікальні можливості для користувачів ГІС.



Рис. В.4 – Структура використання даних дистанційного зондування Землі для оцінки навколишнього середовища з космосу

Введення і попередня обробка. На цьому етапі відбувається введення первинних даних в комп'ютер і їх перетворення (первинна обробка інформації з карт, фотографій, друкованих записів на формат, придатний для внесення всієї цієї інформації в комп'ютерну базу даних) та ідентифікація розміщення об'єктів.

Опис просторових даних в ГІС складається з двох частин: просторової - координати і непросторової, або змістовної - атрибути. У ГІС є кошти, які забезпечують зберігання і маніпулювання непросторових даних разом з просторовими. Множина елементарних просторових об'єктів, з якими працює ГІС, складають точки (точкові об'єкти), лінії (лінійні

об'єкти), контури (ареали, полігони), поверхні (рельєфи), комірки періодичних просторових мереж і пікселі (найменші елементи зображень аерокосмічних знімків).

У ГІС просторові дані подають із застосуванням двох моделей: векторної і растрової.

Векторна модель містить інформацію про точки, лінії, контури і поверхні, яка кодується і зберігається у вигляді набору координат. Місцезнаходження точки (точкового об'єкта), наприклад, джерела емісії забруднювальних речовин, описується парою координат X, Y . Лінійні об'єкти, такі як річки,

дороги або трубопроводи, зберігаються як набори координат X та Y . Полігональні об'єкти такі, як: земельні та лісові ділянки, зберігаються в вигляді замкнутого набору X , Y . Спрощення, які є основою 3D-поверхневі карт, подаються наборами координат X , Y . Векторна модель зручна для опису дискретних об'єктів і неефективна для опису об'єктів з безперервним характером зміни властивостей, таких як типи ґрунтів, види рослинності тощо.

Растрова модель є оптимальною для роботи з об'єктами, які мають безперервний характер зміни властивостей. Растрове зображення складається з окремих елементарних комірок, кожна з яких характеризується певним значенням. Цей спосіб представлення даних широко використовується для аерокосмічних знімків.

У ГІС карти, подані в електронному вигляді, називаються цифровими. Цифрові карти масштабів 1: 10000, 1: 2000, 1: 500 використовуються для планів міст, промислових і видобувних підприємств; масштабів 1: 1000000, 1: 500000, 1: 250000, 1: 100000 – для зображення територій держави і регіонів. Похідні масштаби карт застосовуються для вирішення певних завдань на окремих ділянках територій.

Управління даними. Управління даними здійснюють на основі введення інформації після попередньої обробки в базу даних, відновлення, виключення даних та їх пошук. Залежно від типів і форматів даних, програмного забезпечення ГІС, а також її проблемної орієнтації можуть використовуватися різні способи організації збереження, розподілу і доступу до даних. В основі роботи ГІС лежить система управління базами даних (СУБД). Сучасні СУБД ізолюють користувача від деталей організації баз даних, забезпечуючи йому максимально просте і зручне спілкування з ГІС.

Базою даних в ГІС називають сукупність просторових і семантичних (змістовних) даних, які організовані відповідно до загальних принципів опису, зберігання і маніпулювання даними, незалежно від тематичного спрямування прикладних програм. Під системою управління базами даних розуміють комплекс програмних засобів, призначених для створення, запровадження та

використання баз даних. Використання СУБД є необхідною умовою забезпечення зберігання, структуризації та управління великими обсягами інформації. У процесі управління просторовими даними та іншими типами і джерелами даних, а також може використовувати СУБД інших організацій (міжвідомче співробітництво).

Географічна інформаційна система зберігає інформацію (цифрові карти) про довкілля, які відповідають набору тематичних шарів, об'єднаних на основі географічного становища. Шари можна представити як «прозорі шари», що накладаються один на інший. Кожен шар містить різні об'єкти карти. Наприклад, один шар містить гідрографічну мережу, другий – символи населених пунктів, третій – лісові масиви, четвертий мережу доріг або трубопроводів, п'ятий – джерела забруднення тощо. Користувач ГІС має можливість працювати з окремим шаром, або, накладаючи шари один на одного, створити комплексну карту і працювати з нею.

Бази даних ГІС містять екологічні показники, дані їхньої територіальної і часової прив'язки, джерела отримання тощо. Ці бази структурно складаються з блоків, які акумулюють інформацію, згруповану за певними напрямками: геолого-геоморфологічний, ґрунтовий, гідрологічний, біологічний, кліматичний, економічний, соціальний тощо. Такі набори даних дають можливість оцінювати стан довкілля та отримувати характеристику комплексного антропогенного впливу.

Обробка та аналіз даних. Обробка та аналіз даних здійснюється за допомогою аналітичних операцій. На даному етапі відбувається безпосередня робота з вмістом бази даних для отримання нової інформації. Найбільш важливою складовою ГІС є модуль аналізу даних. Сучасні ГІС характеризуються широким спектром аналітичних і моделюючих функцій, які можна розділити на такі класи: операції реструктуризації даних; зміна систем координат і трансформація проєкцій; операції обчислювальної геометрії; оверлейні операції (створення композицій з кількох тематичних шарів даних); загальні аналітичні функції; графоаналітичні процедури; моделючі процедури.

Географічна інформаційна система має розвинену систему запитів, яка надає можливість користувачеві отримувати відповіді. Крім того, ГІС скорочує час на отримання питань, допомагає встановити зв'язки між різними параметрами (наприклад, ґрунтами, кліматом і врожайністю сільськогосподарських культур), обсягами промислового виробництва на певній території і ступенем забруднення атмосфери, водних об'єктів, ґрунтів тощо.

За допомогою запитів користувач ГІС може отримувати відповіді стосовно обсягів викидів, які можуть призвести до забруднення, рівня хімічного, радіоактивного чи іншого забруднення даної території тощо. Запити можуть бути прості і складні.

В даний час спостерігається досить масштабне впровадження і використання ГІС для широкого діапазону досліджень, управління і планування. Одна з основних тенденцій у сфері вирішення завдань моніторингу та геоінформаційного моделювання промислових підприємств у регіонах на основі даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу. Так космічні системи оптико-електронного спостереження дають змогу здійснювати спектрально-гіперспектральну та панхроматичну зйомку.

Оперативний супутниковий контроль за станом техногенних екосистем, управління природними ресурсами, дослідження динаміки протікання природних процесів і явищ, аналізу причин екологічних забруднень, прогнозування можливих наслідків і вибору способів попередження надзвичайних ситуацій є невід'ємним атрибутом методології збирання інформації про стан території, яка досліджується (країна, регіон, місто). Така інформація необхідна для прийняття правильних і своєчасних управлінських рішень.

Однак, застосування ГІС технологій не знайшло належного поширення для планованої діяльності, організації та проведення екологічного аудиту промислових підприємств. Це пов'язано з конкретними особливостями

промислових об'єктів, а так само відсутністю єдиного підходу в методиках оцінки підприємств. При тому, що існують всі можливості для їх реалізації.

В.3 Аналітичний огляд основних етапів оброблення космічних знімків при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності

При дистанційному зондуванні довкілля у бортових комплексах космічних апаратів розміщують технічні засоби ДЗЗ, які фіксують електромагнітні властивості об'єкту дослідження (здатність випромінювати, розсіювати, відбивати або поглинати випромінювання в певних спектральних діапазонах). У практичній діяльності, як правило, для характеристики стану довкілля використовують фізичні величини (об'єм біомаси, стан загазованості атмосфери, стан снігового покриву на момент дослідження і тому подібне).

У загальному випадку взаємозв'язок між електромагнітними характеристиками і фізичними параметрами довкілля дуже складний і отримання задовільного результату стає можливим лише за умови комплексного використання даних дистанційного зондування і наземних даних.

У зв'язку з великою різноманітністю способів (методів) визначення фізичних параметрів довкілля за отриманими електромагнітними характеристиками об'єктів обробку даних ДЗЗ для отримання достовірного інформаційного продукту формалізують у вигляді технології або методики обробки даних. Вхідними даними для отримання інформаційного продукту по конкретних технологіях або методиками використовують первинні дані (у виді, в якому вони отримані від бортового комплексу ДЗЗ) або заздалегідь оброблені (згідно з технологіями або методиками, що формалізують ці процедури).

Значення ознак, що характеризують дані, визначають характеристиками бортового комплексу ДЗЗ, космічного апарату, на якому він розташований, і траєкторією руху КА на орбіті. Додаткові показники і їх значення формує оператор космічної системи ДЗЗ відповідно до потреб користувача.

Дані ДЗЗ використовуються багатьма галузями знань, такими, як: науки про Землю, прикладні наукові технічні дисципліни галузевого

геоінформаційного характеру, математики, механіки, астрономії і т.п. і для єдиного теоретико-методического підходу застосовується цей класифікатор.

До основних напрямів тематичного використання даних ДЗЗ відносяться: раціональне використання і періодична інвентаризація природних ресурсів; оперативне інформаційне забезпечення суб'єктів управління і безпеки центрального, регіонального і локального рівнів; облік земель і організація раціонального землекористування; моніторинг надзвичайних ситуацій, екологічних лих, природних і техногенних катастроф; космічна діагностика регіональної інфраструктури, у тому числі протяжних інженерно-технічних комунікацій; прогнозування, пошук і освоєння нових родовищ корисних копалин на маловивчених і важкодоступних територіях.

Обробка даних ДЗЗ – це багаторівневий процес, спрямований на отримання достовірного інформаційного продукту в результаті усунення спотворень і обліку додаткових даних і вимог користувачів. На цих рівнях виконуються наступні операції обробки космознімка (відповідно до ДСТУ 4758 : 2007 «Дистанційне зондування Землі з космосу. Обробка даних. Терміни і визначення понять») (табл. В.6):

Таблиця В.6 – Рівні обробки космічних даних

Рівні	Зміст
Рівень 0	Формування вихідного космознімка з первинних даних і доповнення його необхідними метаданими
Рівень 1	Геометрична, радіометрична корекція з використанням паспортизованих (може каліброваних, повірених) приладів і просторова прив'язка за орбітальними даними
Рівень 2	Поліпшена геометрична і радіометрична корекція з використанням додаткової інформації, просторова прив'язка з використанням наземних опорних точок
Рівень 3	Набуття значень дешифрувальних ознак або визначення фізичних параметрів об'єктів зондування
Рівень 4	Дешифрування космознімку і складання легенди

Обробка даних на рівнях 0, 1 здійснюється оператором космічної системи ДЗЗ на основі таких даних, як: характеристики КА і технічних засобів ДЗЗ (клас), умови зйомки, територія зйомки тощо.

Обробка даних на рівнях 2-4 опрацьовується на основі інформаційних даних, отриманих на попередніх рівнях обробки, й додаткових даних.

Склад тематичних завдань, згідно класифікатора, визначається для рівнів 2-4 обробки даних ДЗЗ. У наведені приклади вирішення тематичних завдань.

Тематичні завдання, визначених для рівня 4, мають бути гармонізовані з міжвідомчими класифікаторами і міжнародними класифікаторами, передбаченими в проєктах GEOSS (Global Earth Observation System of Systems), GMES (Global Monitoring for Environment and Security), INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe).

Проведення екологічного моніторингу здійснюється на основі конкретної постановки завдання, включно з пріоритетними напрямками екологічної обстановки з урахуванням аналізу поточних проблемних і конфліктних ситуацій, масштабів зміни і впливу на екосистему. З урахуванням розвинених інформаційних технологій система екологічного моніторингу вирішує три типи завдань:

- 1) первинне збирання параметрів довкілля, їх накопичення і формування бази даних;
- 2) обробка, представлення і прогнозування даних в наглядному вигляді (таблиць, графіків, карт та ін.);
- 3) оперативна оцінка і забезпечення інформацією, необхідною і достатньою для виявлення і ухвалення рішення для управління ситуацією.

При цьому необхідно здійснити вибір критеріїв для отримання поточної оцінки в системі екологічного моніторингу, визначення об'єктів і їх меж впливу (зон екологічного ризику, зон надзвичайних екологічних ситуацій), умов функціонування, контролювання параметрів, формування спостережної мережі, засобів і методів спостереження. Це дозволить досягти поставленої мети. Проте при формуванні критеріїв необхідно враховувати компроміс між повнотою (точністю) опису процесів (об'єктів) і кількістю вибраних параметрів. Це пов'язано в першу чергу з вибором тих або інших методів і засобів моніторингу і контролю параметрів довкілля. При цьому, вибір критеріїв оптимальності при

проведенні екологічного моніторингу залежить від еколого-економічної ефективності, тобто при мінімумі витрат на його організацію і проведення моніторингу повинен забезпечувати отримання максимуму корисної інформації про чинники дії, стан довкілля і зміни, що відбуваються в природно-техногенних системах, в періоді реального часу. У такий спосіб ставиться завдання аналітичного вибору методів моніторингу, які дозволять оцінити стани довкілля в короткостроковий період часу.

ДОДАТОК Д

**ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ СТРЕТЕГІЧНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО
ОЦІНЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ЕКОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ (НА
ПРИКЛАДІ ПЛАНОВАНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ – ЗДІЙСНЕННЯ РОБІТ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИКОНАННЯ ПРИЙМАЛЬНО-
НАВАНТАЖУВАЛЬНО-ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ В
МИКОЛАЇВСЬКОМУ МОРСЬКОМУ ПОРТУ)**

Д.1 Опис планованої діяльності в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень

Плановану діяльність в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень доцільно здійснювати за наступними етапами.

1 Опис місця провадження планованої діяльності (додаються: копії з генерального плану, зонінгу або детального плану території та ситуаційна схема з нанесеними джерелами впливу на довкілля; відомості за підписом суб'єкта господарювання про наявність власних або орендованих виробничих площ (приміщень), необхідних для провадження господарської діяльності, разом з копіями документів, що підтверджують право власності або оренди на виробничі площі (приміщення).

2 Цілі планованої діяльності.

3 Опис характеристик діяльності протягом виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності, у тому числі (за потреби) роботи з демонтажу, й потреби (обмеження) у використанні земельних ділянок під час виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності (додаються у разі наявності: документи, які підтверджують право користування (власності) земельною ділянкою, та/або документи, що підтверджують відповідність планованої діяльності затвердженій містобудівній документації відповідно до вимог законодавства).

4 Опис основних характеристик планованої діяльності (зокрема виробничих процесів), наприклад, виду і кількості матеріалів та природних ресурсів (води, земель, ґрунтів, біорізноманіття), які планується

використовувати (додається у разі наявності інформація про інженерне забезпечення об'єкта, в тому числі водопостачання та водовідведення).

5 Оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, а також, випромінювання, які виникають у результаті виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності.

5.1 Загальна характеристика викидів в атмосферне повітря.

5.2 Водні ресурси.

5.3 Оцінка за видами та кількістю відходів.

5.4 Земельні ресурси.

5.5 Електромагнітні поля.

5.6 Теплове забруднення.

5.7 Радіаційне забруднення.

5.8 Оцінка впливу шумового та вібраційного забруднення.

5.9 Оцінка світлового та теплового забруднення.

5.10 Вплив на матеріальні об'єкти.

5.11 Оцінка впливу на культурну спадщину, археологічні ділянки.

5.12 Оцінка впливу на кліматичні фактори.

5.13 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на природнозаповідний фонд. Рекреаційно-туристичні зони району розташування об'єкта планованої діяльності.

5.14 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на формування української частини Смарагдової мережі Європи.

5.15 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на біологічне та ландшафтне різноманіття.

5.16 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на формування екологічної мережі.

5.17 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на водно-болотні угіддя.

5.18 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на міграційні шляхи птахів.

5.19 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на техногенне середовище.

Д.2 Опис планованої діяльності в системі підтримки прийняття управлінських інформаційних рішень на прикладі технологічного процесу з виконанням приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт рослинної олії та різними технологічними схемами в портах Миколаївської та Херсонської областей

Д.2.1 Опис місця провадження планованої діяльності

За допомогою системи підтримки прийняття рішень розглядається діяльність Товариства з обмеженою відповідальністю «Трансшипойл» (внесено Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань), рис. Д.1-Д.10.

Планована діяльність ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» спрямована на провадження робіт технологічного процесу виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій з вантажем рослинної олії. Вантаж – рослинна олія (соєва, рапсова, кукурудзяна, бавовняна, соняшникова). Технологічні схеми, які планується застосовувати: судно-судно (другим бортом біля причалу); спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна) - судно (на причалі); судно-спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна); залізничні цистерни-судно та судно-залізничні цистерни. Основні місця локацій – причальні споруди та місця якорних стоянок басейну річки Дніпро та Бузько-Дніпровсько-Лиманського каналу, включно Миколаївський морський порт, Дніпро-Бузький морський порт, рейдова стоянка «банка Трутаєва» - 359-а якорна стоянка, рейдова стоянка 3-го і 4-го колін БДЛК (рейд Очаківського морського порту). У разі підписання відповідних Угод планована діяльність ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» буде здійснюватися у Херсонському, Дніпропетровському та Запорізькому річкових

портах, а також Херсонському морському порту. Виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт вантажу (рослинна олія) у Миколаївському морському порту буде здійснюватися за технологічною схемою судно (танк зливу)-судно (танк наливу) (другим бортом біля причалу) згідно нової Робочої технологічної карти затвердженої в установленому порядку від 16.04.2019 року № НА-1 Місця локацій за технологічними схемами.

1) судно-судно (другим бортом біля причалу) - рейдова стоянка «банка Трутаєва» - 359-а якірна стоянка, рейдова стоянка 3-го і 4-го колін БДЛК (рейд Очаківського морського порту), Бузько-Дніпровсько-лиманський канал, Миколаївський морський порт, Херсонський морський порт;

2) спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна)-судно (на причалі) - Бузько-Дніпровсько-Лиманський канал (причальні споруди річки Дніпро) у місцях якірних стоянок басейну річки Дніпро, в тому числі причальні споруди, а також у Херсонському морському порту;

3) технологічні схеми: залізничні цистерни-судно та судно-залізничні цистерни - Запорізький, Дніпропетровський та Херсонський річковий порт (у разі укладення відповідних Угод);

4) судно-спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна) - Дніпро-Бузький морський порт. За необхідності можливе використання інших технологічних схем та здійснення робіт.

Всі технологічні схеми передбачають застосування насосного обладнання. Під час застосування схеми судно-судно буде використовуватись шестерневий насос марки W8TZK-134 компанії BORNEMANN, який живиться від окремого дизельного генератора потужністю 185 кВт (за сумарними підрахунками витрати палива складуть 15 л/год). В окремих технологічних схемах, а саме: спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна) – судно (на причалі), залізничні цистерни – судно, можливе перевантаження самопливом, або із застосуванням штатного насосного обладнання автотранспорту (живлення від акумуляторів) - насос шестерневий марки Пб-ППВ, Білопільського машинобудівного заводу. Максимально можливий об'єм

перевантаженої рослинної олії найбільшим судном складе - 3 тис. т. На дану операцію необхідно витратити близько 15 год.

Річний об'єм вантажу (рослинна олія), що передбачається транспортувати всіма суднами складе від 90 тис. т. на рік. У процесі провадження планованої діяльності буде задіяно чотири судна, що перебувають в агентуванні (користуванні) суб'єкта господарювання: «Позитив-1», «Позитив-2», «Позитив-3», «Позитив-4», власником яких є ТОВ «Омега Стоун» (управління суднами буде здійснюватися на основі 18-типового Договору на управління суднами укладеного ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» та ТОВ «Омега Стоун» від 09.10.2018р.). За сумарними підрахунками для транспортування планованого річного об'єму рослинної олії необхідно витратити близько 360 т/рік пального. У виробничих процесах будуть зайняті близько 10 осіб кваліфікованого персоналу морської галузі.

Опис та характеристика основних місць локацій планованої діяльності Бузько-Дніпровський-лиманський канал (БДЛК) Бузько-Дніпровсько-лиманський канал має важливе значення для економіки Миколаївського регіону. Іноді БДЛК ще зветься Миколаївським морським підхідним каналом. Згідно інформації офіційної сторінки Міністерства інфраструктури України Бузько-Дніпровсько-лиманський канал – судноплавний канал, яким здійснюється підхід суден до морських та спеціалізованих портів і терміналів Миколаївського регіону, а також, частково, до Херсонського морського каналу.

Миколаївський морський порт - одне з провідних державних підприємств транспортної галузі України з перероблення, експортних, імпортних, каботажних вантажів, забезпечення транзитних перевезень різноманітних вантажів, як генеральних, так і навалочних та є одним з найстаріших портів в Україні.

Миколаївський морський порт розташований у місті Миколаєві біля лівого берега вигину річки Південний Буг за 19 миль на північ від її гирла та в 35 км вгору за течією від місця впадіння річки у Дніпровський лиман. Навігація в Миколаївському порту триває цілий рік. Миколаївський морський порт

з'єднаний з морем Бузько-Дніпровським лиманським каналом (БДЛК), проходить по Дніпро-Бузькому лиману і річці Південний Буг. БДЛК починається біля острова Березань і протяжністю 44 милі до Миколаївського порту.

Порт² оснащений 7-ма причалами загальною довжиною близько 1600 метрів глибиною від 10,5 до 11,75 метрів. Площа підхідного каналу та операційної акваторії порту становить 67,4 га (<http://nikatera.com/>). Порт має у своєму розпорядженні залізничний комплекс, що включає в себе виставкові, під'їзні та внутрішні залізничні колії загальною протяжністю більше 22 км і 9-ть локомотивів з правом виїзду на залізничні колії «Укрзалізниці»³ (<http://nikatera.com/characteristics/>).

Також, до складу Миколаївського морського порту входить портовий пункт Очаків та рейд біля міста Очаків в районі банки Трутаєва. Портовий пункт Очаків розташований біля північного берега входу у Дніпровський лиман за 8,6 на північний захід від мису Очаківський.

Очаківський морський порт розташований на Дніпро-Бузькому лимані в Миколаївській області на північно-східній околиці м. Очаків. Порт діє згідно правил і постанов Миколаївського морського порту.

Херсонський річковий порт⁴ - це єдиний річковий порт, що знаходиться в гирлі Дніпра з цілорічної навігацією. Порт знаходиться поза шлюзами гідроелектростанцій Дніпровського каскаду, чим приваблює вантажовласників.

На даний час порт здійснює перевалку зовнішньоторговельних і транзитних вантажів різної номенклатури і приймає в обробку морські судна з осадкою вантажу до 7,8 м, а також судна типу "ріка-море" - напрямок перевезень в порти Чорного і Середземного морів. Цілодобово працюють УКХ-

2 Морський спеціалізований порт Ніка-Тера, електронний ресурс: <http://nikatera.com/>

3 Морський порт Ніка-Тера, Комплексні послуги для клієнтів, електронний ресурс: <http://nikatera.com/characteristics/>

4 Херсонський річковий порт, електронний ресурс: <https://zruchno.travel/ObjectEntity/ObjectEntity?idCrm=10e7361e-30d2-fcb2-d6d2-587f59232cb4&lang=ua>

радіостанції: на морських частотах - "Рейд", "Сейнер"; на річкових частотах - "Кама". У річковому порту керуються «Обов'язковими постановами Херсонського морського торговельного порту».

Відповідно до Усталених звичаїв морського порту Херсон (2015 р.) режим роботи у морському порту наступний: - порт постійно відкритий для заходу суден незалежно від прапорів; - нормальним (звичайним) робочим часом у морському порту Херсон вважається період з 8:00 до 17:00 години щодня за винятком вихідних і святкових днів, відповідно до законодавства України; - прийом суден під обробку та інші операції проводиться на підставі укладених договорів (угод) та здійснюються тільки після попереднього узгодження з правилами обслуговування (ПО) та Адміністрацією порту; - перевантажувальні операції та зберігання вантажів здійснюються на вантажних складах (критих, відкритих) відповідно до робочих технологічних карт з дотриманням норм допустимих навантажень; - приймання, розміщення, зберігання і видача вантажів здійснюється відповідно до Правил надання послуг у морських портах України, а також затверджених технологічних схем; - навантаження відповідного вантажу здійснюється за наявності на судні нормативних документів з безпечного перевезення вантажів морем; - техніка та людські ресурси для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій надаються у розпорядження керівника робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій у відповідності з планом локалізації та ліквідації аварій (катастроф) Адміністрації порту.

Поводження із судовими відходами та залишками вантажу, суб'єктом господарювання здійснюється згідно «Плану поводження з судовими відходами та залишками вантажу у морському порту Херсон» від 20.02.2019р., затвердженого Херсонською філією ДП «Адміністрація морських портів України» Міністерства інфраструктури України. Відповідно до даного документа приймання вод, які містять забруднюючі речовини, сміття (відходи) з суден та інші забруднюючі речовини (шкідливі) речовини виконується відповідно до існуючої системи (зняття відсортованого сміття у спеціальні

контейнери, зняття рідких забруднюючих речовин проводиться наливом потужностями обслуговування судна). Місто Херсон є адміністративним центром Херсонської області, яка на сході межує із Запорізькою, на заході – з Миколаївською, на півночі – з Дніпропетровською областями, на півдні – з Автономною Республікою Крим.

Завдяки своєму географічному розташуванню м. Херсон має розвинену мережу транспортної інфраструктури: морський та річковий порти, залізничний вузол, аеропорт. Залізничне, водне та автосполучення надає можливість доступу до будь-якого куточка нашої та інших країн. Так, у Херсонській області розташовані два порти - морський (за 15 км від гирла Дніпра, на правому березі) та річковий (в гирлі річки Дніпро, за 28 км від Дніпро-Бузького лиману, на правому березі річки Кошова). Херсонський річковий порт - великий транспортний вузол, де добре взаємодіють річковий, морський, залізничний та автомобільний транспорт. 64 Херсонський морський порт - єдиний морський порт на Дніпрі

Д.2.2 Цілі планованої діяльності

Ціллю планованої діяльності - здійснення технологічних операцій приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт вантажу рослинної олії (соняшникова, соєва, ріпакова, кукурудзяна, бавовняна) за технологічними схемами: судно-судно (другим бортом біля причалу), спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна)-судно (на причалі), судно-спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна), залізничні цистерни-судно, судно-залізничні цистерни.

Д.2.3 Опис характеристик діяльності протягом виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності

Планована діяльність ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» полягає у здійсненні робіт технологічного процесу з виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт рослинної олії за технологічними схемами згідно яких не передбачається проведення будь-яких будівельних робіт, пов'язаних з будівництвом, реконструкцією, розміщенням споруд та об'єктів тощо. У

зв'язку з чим, демонтаж будь-яких об'єктів не планується, через це не виникне потреба в обмеженні щодо використання жодної земельної ділянки. Діяльність буде здійснюватися у діючих портах, в яких не передбачається виконання підготовчих та будівельних робіт. Планована діяльність ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» полягає у здійсненні робіт технологічного процесу з виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт рослинної олії за такими технологічними схемами:

- 1) судно-судно (другим бортом біля причалу);
- 2) спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна)-судно (на причалі);
- 3) технологічні схеми: залізничні цистерни-судно;
- 4) судно-залізничні цистерни;
- 5) судно-спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна).

При здійсненні приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт вантажу рослинної олії, передбачається застосовувати насосне обладнання за всіма технологічними схемами.

Насоси Vornemann виконують безпечний забір, дозування і перекачування продукту. Однією з основних переваг використання насосів Vornemann - це низький рівень шуму, безпечне перекачування високов'язких рідин тощо.

Річний об'єм вантажу (рослинна олія), що передбачається транспортувати всіма суднами ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» складе від 90 тисяч тон на рік. Максимально можливий об'єм перевантаженої рослинної олії найбільшим судном ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» - 3 тис.тон. На дану операцію необхідно витратити близько 15 годин. Виконання планованих робіт буде тривати протягом навігаційного періоду. У процесі планованої діяльності будуть використовуватися внутрішні водні шляхи України до яких відносяться річка Дніпро від Києва до Херсона та річка Південний Буг до Миколаєва, а також прибережні води за маршрутом, який їх поєднує (Дніпро-Бузький лиманний канал) та внутрішні водні шляхи, які доступні тільки цим маршрутом. У

виробничих процесах при провадженні планованої діяльності буде задіяно чотири судна: «Позитив-1», «Позитив-2», «Позитив-3», «Позитив-4», які наразі перебувають в агентуванні (користуванні) суб'єкта господарювання.

Вимоги, що зазвичай ставлять до суден для перевезення харчових вантажів:

- судна для перевезення харчових вантажів рослинного походження наливом, повинні конструктивно відповідати Правилам класифікації та побудови морських суден Регістру судноплавства або аналогічним правилам іноземних класифікаційних товариств;
- вантажні танки (цистерни), вантажні трубопроводи та інші вантажні та допоміжні комунікації і системи суден повинні бути сухі і чисті, без слідів і запаху миючих засобів і вантажів, що раніше перевозилися;
- горловини і мийні люки в закритому стані повинні забезпечувати герметичність вантажних танків (цистерн);
- судна для перевезення рослинної олії наливом повинні мати на борту журнал вантажних операцій. Журнал вантажних операцій має бути заповнений у всіх випадках, коли на судні виконуються будь-які з наступних операцій:
 - навантаження, перевантаження, вивантаження вантажу;
 - прийом баласту в вантажні танки (цистерни);
 - мийка (зачистка) вантажних танків (цистерн);
 - перекачування забрудненого баласту;
 - перекачування з відстійного танка і/або видалення залишків.

Д.2.4 Опис основних характеристик планованої діяльності (зокрема виробничих процесів)

Провадження планованої діяльності з виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт вантажу рослинної олії ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» буде здійснюватися на підставі укладених договорів на посередницькій основі. При провадженні планованої діяльності у технологічних процесах передбачається застосовувати насосне обладнання, живлення якого буде здійснюватися від окремого дизельного генератора, або

при застосуванні штатного насосного обладнання автотранспорту - живлення від акумуляторів, а також можливе перевантаження самопливом. Насоси, що будуть використовуватися працюють за принципом максимально ощадливого поводження з продуктом перекачування, зберігаючи цілісність його обсягу, зовнішнього вигляду і загальних характеристик.

Опис технологічних процесів з виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій вантажу за визначеними схемами.

Технологічна схема судно-судно (другим бортом біля причалу). За даною схемою передбачається здійснювати, в основному, перевантажувальні роботи вантажу рослинної олії.

Під час виконання перевантажувально-навантажувальних робіт встановлюється безперервний контроль за: - наповненням вантажних відділень (цистерн/ємностей) за допомогою дистанційних датчиків рівня вантажу, мірних поплавкових пристроїв, або шляхом частих вимірів рівня зливання вантажу вручну; - поверхнею моря навколо судна і особливо в районі кінгстонів вантажно-насосного відділення. Для безпечного здійснення перевантажувальних робіт і створення оптимальних умов для виявлення витоку, протікання і просочування рослинної олії вантажні операції згідно РТК рекомендується починати в денний час. Якщо в процесі перевантажувально-навантажувальних робіт відзначається зміна рівня рослинної олії у завантажених або поява вантажу в порожніх вантажних відділеннях (цистернах), то операції негайно припиняються до моменту виявлення та усунення причин витоку. Для усунення несправностей зобов'язана вжити необхідні заходи і лише після цього відновлювати вантажні операції. Відновлення робіт виконується за вказівкою капітана судна, або особи, яка має на це повноваження. У разі засмічення фільтрів суднової вантажної магістралі сторонніми предметами, що знаходяться у вантажі, фільтри очищуються силами екіпажу судна.

Технологічна схема спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна)-судно (на причалі). Технічно даний процес виглядатиме так:

автоцистерна - гнучкий шланг - насосна установка - блокувальний технологічний трубопровід - вантажна система танкера - судно.

Технологічна схема судно-спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна). Технічний процес виконання робіт за даною схемою здійснюється в наступному порядку: судно - насосна установка - блокувальний технологічний трубопровід - гнучкий шланг – автоцистерна.

Технологічна схема залізничні цистерни-судно. Зливання вантажу із залізничних цистерн проводиться відповідно до технологічної схеми: залізнична цистерна - гнучкий шланг - насосна установка - блокувальний технологічний трубопровід - вантажна система танкера - судною

Технологічна схема судно-залізничні цистерни. Налив цистерн проводиться судовим насосом, в порядку, зворотному зливу, через верхні завантажувальні люки цистерн. Технічно даний процес відбувається так: судно - насосна установка - блокувальний технологічний трубопровід - гнучкий шланг - залізнична цистерна.

Технологічну схему судно-судно (другим бортом біля причалу) планується використовувати в наступних місцях локації: - рейдова стоянка «банка Трутаєва» - 359-а якірна стоянка; - рейдова стоянка 3-го і 4-го колін БДЛК (рейд Очаківського морського порту); - Бузько-Дніпровсько-лиманський канал; - Миколаївський морський порт; - Херсонський морський порт. За необхідності дану технологічну схему буде застосовано і в інших місцях виконання планованих робіт.

Технологічну схему спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна)-судно (на причалі), планується застосовувати у місцях локації: – Бузько-Дніпровсько-Лиманського каналу (причальні споруди річки Дніпро); – місця якірних стоянок басейну річки Дніпро, в тому числі причальні споруди; - Херсонський морський порт.

У разі укладення відповідних Угод із Запорізьким, Дніпропетровським та Херсонським річковими портами буде використано такі технологічні схеми: залізничні цистерни-судно та судно - залізничні цистерни. Технологічну схему

судно - спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна) планується застосовувати Дніпро-Бузькому морському порті (за необхідності можливе використання інших технологічних схем та здійснення робіт). Виконання технологічних процесів приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт рослинної олії за вказаними технологічними схемами, здійснюється закритим способом за допомогою трубопровідної системи судна та гнучких рукавів.

Д.2.5 Оцінка за видами та кількістю очікуваних відходів, викидів (скидів), забруднення води, повітря, ґрунту та надр, шумового, вібраційного, світлового, теплового та радіаційного забруднення, а також випромінювання, які виникають у результаті виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності.

Д.2.5.1 Загальна характеристика викидів в атмосферне повітря. У відповідності інформації, що є у вільному доступі під забрудненням атмосферного повітря розуміють збільшення концентрації фізичних, хімічних та біологічних компонентів понад рівень, що виводить природні системи зі стану рівноваги («Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у є за 2018 році»). Промислові викиди в атмосферу несприятливо впливають перш за все на людину та на навколишнє природне середовище, а найбільш важкі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. Саме тут виникають найбільш високі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі і саме на цих територіях акумулюється їхня основна маса на ґрунт та поверхню водоймищ. Промислові викиди в атмосферу поширюються на значну відстань, забруднюють приземний шар повітря не лише на промислових майданчиках, але й на прилеглих населених територіях У зв'язку з цим особливо гострою є проблема запобігання забруднення атмосфери міст, де зосереджена більша частина населення та промисловості. Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість в повітрі перевищує граничну для кожної

речовини величину. Забруднюючі речовини, що потрапили тим, чи іншим шляхом в організм можуть викликати отруєння. Ступінь отруєння залежить від токсичності речовин, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму. Гострі отруєння виникають в результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин. Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець). Шкідливі речовини при потраплянні в організм розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору – в зубах, марганцю – в печінці. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване “депо” і затримуються в ньому тривалий час .

За характером дії на організм людини шкідливі речовини поділяються на:

- загальнотоксичні - речовини, що викликають отруєння всього організму (оксиди вуглецю, ціанисті сполуки, свинець, ртуть, бензол, миш'як і його сполуки і інші);
- слизових оболонок (хлор, аміак, сірчистий газ, фтористий водень, оксиди азоту, озон, ацетон тощо);
- сенсibiliзуючі - речовини, що діють як алергени (формальдегід, різноманітні розчинники, лаки на основі нітрозно- і нітросполук і інші);
- канцерогенні - речовини, що викликають ракові захворювання (нікель та його сполуки, аміни, оксиди хрому, азбест тощо);
- мутагенні - речовини, що призводять до змін наслідкової інформації (свинець, марганець, радіоактивні речовини і інші);
- речовини, що впливають на репродуктивну (дітородну) функцію (ртуть, свинець, марганець, стирол, радіоактивні речовини тощо).

Тварини так само, як і людина, підпадають під вплив забруднення повітряного басейну. Знаходяться в атмосфері і випадають з неї шкідливі речовини вражають тварин через дихальні органи і можуть потрапити в організм разом через їжу, наприклад, забруднені рослини. Під впливом гострих і хронічних отруєнь тварини хворіють, втрачають апетит і масу; відомі випадки

падежу домашніх та диких тварин. Відбуваються генетичні перетворення, які викликають спадкові зміни, особливо під впливом радіоактивного забруднення. Забруднювачі атмосфери взаємодіють з природними елементами біосфери і природними процесами. У підсумку йде перенесення забруднюючих речовин з повітря через рослини і воду в організм тварин. Розвиток рослинності на Землі багато в чому обумовлено чистотою повітряного середовища. Дія забруднюючих речовин на рослини залежить від виду забруднювачів, їх концентрації, тривалості впливу, відносної сприйнятливості видів рослин і стадії їх фізіологічного розвитку. Видимими симптомами пошкодження, тобто зовнішніми ознаками захворювань рослин, є, перш за все, забруднення від сажі, легкої золи, цементного пилу, оксидів заліза тощо. В умовах міського середовища присутній інтегральний ефект впливу на рослини різних забруднювачів і токсичних речовин. Найбільш чутливі рослини до впливу сірчистого газу (SO₂), сполук фтору (HF, SiF₄), сполук хлору (HCl). Токсичні речовини порушують структуру листя рослин і погіршують обмін речовин. Забруднення повітря призводить до уповільнення зростання, зниження якості лісових насаджень, захворювань і загибелі рослинності.

Планована діяльність ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» передбачає здійснення операцій щодо приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт з вантажем рослинних олій (соняшникова, соєва, ріпакова, кукурудзяна і бавовняна), яка не відноситься до небезпечних вантажів, та не є джерелом викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. У процесі приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт вантажу рослинної олії передбачається застосовувати насосне обладнання. При використанні схеми судно-судно джерелом утворення та викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є судновий перекачувальний насос, встановлений на судах ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ». Він живиться від окремого дизельного генератора та розглядається у розрахунках. В окремих технологічних схемах, а саме: спеціалізований вантажний автотранспорт (автоцистерна)-судно (на причалі), залізничні цистерни-судно, можливе перевантаження самопливом, або із

застосуванням штатного насосного обладнання автотранспорту (живлення від акумуляторів). При розрахунках утворення та викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, розглядаються процеси приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт для річного об'єму рослинної олії (за умови застосування саме суднового перекачувального насосу). Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від роботи дизельних генераторів, виконаний згідно «Збірника показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том I». - УкрНТЕК, Донецьк, 2004 р. 192 Викиди забруднюючих речовин при згорянні палива у двигунах внутрішнього згорання дизельних генераторів суден, розраховуються в залежності від річної кількості спожитого пального та показників емісії забруднюючих речовин. Річна кількість дизельного пального, що передбачається до споживання в генераторах для всіх суден ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ», становить 5,6 т (для одного генератора $5,6/4 = 1,4$ т, відповідно).

Потужність викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря при спалюванні дизельного пального в одному генераторі розраховується за формулою:

$$Q_i = k_i \times Q_r \times V / T \times 3600), \text{ г/с}$$

де k_i - показник емісії i -ї забруднюючої речовини, г/ГДж; Q_r - нижча робоча теплота згорання дизельного пального, становить 42,62 МДж/кг; V - річна кількість спожитого пального, т; T - час роботи генератора, год/рік.

Валовий викид забруднюючих речовин в атмосферне повітря при спалюванні дизельного пального в одному генераторі розраховується за формулою:

$$M_i = 10^{-6} \times k_i \times Q_r \times V, \text{ т/рік}$$

Для оксидів азоту: Показник емісії оксидів азоту k_{NO_x} , визначається за формулою:

$$k_{NO_x} = (k_{NO_x})_0 \times f_n \times (1 - \eta_I) \times (1 - \eta_{II} \times \beta), \text{ г/ГДж}$$

де $(k_{NO_x})_0$ - показник емісії оксидів азоту без урахування заходів що впливають на скорочення викиду, дорівнює 1000 г/ГДж; f_n - ступінь

зменшення викиду NO_x під час роботи на зменшеному навантаженні, що визначається за формулою:

$$f_n = (Q_f/Q_n)z,$$

де Q_f - фактична теплова потужність енергетичної установки, 0,093 МВт; Q_n - номінальна теплова потужність енергетичної установки, 0,185 МВт; z - емпіричний коефіцієнт, що залежить від виду енергетичної установки, її потужності, типу палива, дорівнює 1,25; $f_n = (0,093/0,185)1,25 = 0,423$; η_I - ефективність первинних (режимно-технологічних) заходів скорочення викиду; не передбачаються, дорівнює 0; η_{II} - ефективність азоточисного обладнання; якщо застосування не передбачається, дорівнює 0; β - коефіцієнт роботи азоточисного обладнання;

$$k_{\text{NO}_x} = 1000 \times 0,423 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 423 \text{ г/ГДж};$$

$$Q_{\text{NO}_x} = 423 \times 42,62 \times 1,4 / (225 \times 3600) = 0,0312 \text{ г/с}$$

$$M_{\text{NO}_x} = 10^{-6} \times 423 \times 42,62 \times 1,4 = 0,0252 \text{ т/рік}$$

Для твердих частинок (сажа): Показник емісії твердих частинок $k_{\text{ТВ}}$, визначається за формулою:

$$k_{\text{ТВ}} = 106 \times Q_i - r \times (\text{авин} \times 0,01 \times A_r + 0,01 \times q_4 \times Q_{ir} \times Q_{c-1}) \times (1 - \eta_{\text{зу}}) + k_{\text{ТБС}}, \text{ г/ГДж}$$

де Q_{ir} - нижча робоча теплота згоряння дизельного пального, становить 42,62 МДж/кг; авин - частка золи, що виділяється у вигляді леткої золи, дорівнює 1,0; A_r - масовий вміст золи в дизельному паливі на робочу масу, становить 0,01%; q_4 - втрати теплоти, пов'язані з механічною неповнотою згоряння пального, дорівнює 0,5 %; Q_c - теплота згоряння вуглецю до CO_2 , та становить 32,657 МДж/кг; $\eta_{\text{зу}}$ - ефективність очищення димових газів від твердих частинок; $\eta_{\text{зу}} = 0$ (обладнання з очистки димових газів від твердих частинок не передбачається); $k_{\text{ТБС}}$ - показник емісії твердих продуктів взаємодії оксидів сірки і твердих частинок сорбенту; $k_{\text{ТБС}} = 0$ (обладнання з очистки димових газів від сірки не передбачається, в зв'язку з чим, викиди твердих частинок сорбенту також відсутні). Отже,

$$k_{\text{ТВ}} = 155,453 \text{ г/ГДж}; Q_{\text{ТВ}} = 0,0115 \text{ г/с};$$

$$MTB = 10^{-6} \times 155,453 \times 42,62 \times 1,4 = 0,0093 \text{ т/рік.}$$

Для діоксиду сірки (ангідрид сірчистий): Показник емісії діоксиду сірки k_{SO_2} , визначається за формулою:

$$k_{SO_2} = 106 \times Q_{ir} \times 0,02 \times S_r \times (1 - \eta_I) \times (1 - \eta_{II} \times \beta), \text{ г/ГДж}$$

де Q_{ir} - нижча робоча теплота згоряння дизельного пального, становить 42,62 МДж/кг; S_r - масовий вміст сірки в дизельному паливі на робочу масу, становить 0,2%; η_I - ефективність зв'язування сірки сажею або сорбентом; $\eta_I = 0$; η_{II} - ефективність очистки димових газів від оксидів сірки, $\eta_{II} = 0$ (обладнання з очистки димових газів від сірки не передбачається); β - коефіцієнт роботи обладнання з очистки димових газів від сірки, $\beta = 0$ (обладнання з очистки димових газів від сірки не передбачається); $k_{SO_2} = 93,853$, г/ГДж $Q_{SO_2} = 0,0069$ г/с $M_{SO_2} = 0,0056$ т/рік.

Для оксиду вуглецю: Показник емісії оксиду вуглецю k_{CO} , визначається за формулою:

$$k_{CO} = (k_{CO})_0 \times (1 - q_4/100), \text{ г/ГДж}$$

де $(k_{CO})_0$ - узагальнений показник емісії CO при відсутності механічного неповноти згоряння пального, дорівнює 40,0 г/ГДж; q_4 - втрати теплоти, пов'язані з механічною неповнотою згоряння пального, прийнятий як для мазуту, та дорівнює 0,5 %; $k_{CO} = 40,0 \times (1 - 0,5/100) = 39,8$ г/ГДж; $Q_{CO} = 39,8 \times 42,62 \times 1,4 / (225 \times 3600) = 0,0029$ г/с; $M_{CO} = 10^{-6} \times 39,8 \times 42,62 \times 1,4 = 0,0024$ т/рік.

Для вуглеводнів насичених (неметанових летких органічних сполук): Показник емісії вуглеводнів насичених k_{CH} , дорівнює 50,0 г/ГДж. $Q_{CH} = 50,0 \times 42,62 \times 1,4 / (225 \times 3600) = 0,0037$ г/с $M_{CH} = 10^{-6} \times 50,0 \times 42,62 \times 1,4 = 0,0030$ т/рік.

Експлікація забруднюючих речовин, що викидаються до атмосфери у процесі реалізації планованої діяльності, приведені в таблиці Д.5.1.

Слід зазначити, що територія в районі розташування портів характеризується значною концентрацією промислових об'єктів, сукупний вплив від яких може викликати перевищення нормативів екологічної безпеки за

розрахунками інгредієнтів. Як висновок, спостерігається перевищення ГДК оксидів азоту (у перерахунку на діоксид азоту) та групи сумації № 31, без урахування впливу планованої діяльності. З огляду на те, що вміст викидів забруднюючих речовин при здійсненні операції щодо приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт з вантажем рослинних олій, не перевищує 9% від значень, отриманих в розрахункових точках, а також те, що викиди обмежені лише часом здійснення зазначених операцій, вплив на повітряне середовище можна оцінити, як допустимий.

Таблиця Д.2.5.1 – Експлікація викидів забруднюючих в атмосферу

Забруднююча речовина, код	Забруднююча речовина, найменування	Гранично допустима концентрація, мг/м ³ , максимально разова	Гранично допустима концентрація, мг/м ³ , середньо добова	Клас небезпеки
04001/301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту [NO+NO ₂])	0,2	-	3
03004/328	Сажа	0,15	0,05	3
05001/330	Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки / Ангідрид сірчистий	0,5	0,05	3
06000/337	Оксид вуглецю	5	3	4
11000/2754	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС) / Вуглеводні насичені C12- C19	1	-	4

Д.2.5.2 Водні ресурси Наказом Міністерства транспорту України №205 від 10.04.2001 р «Про затвердження Правил реєстрації операцій зі шкідливими речовинами на суднах, морських установках і в портах України», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України від 28.05.2001р. за № 452/5643 визначено, що: господарсько-побутові води - стоки із санітарно-гігієнічних приміщень, умивалень, душових, лазень, ванних, каютних умивальників, пралень та інших; стічні води - стоки та інші відходи з усіх типів туалетів, унітазів, а також шпигатів, що знаходяться у загальних туалетах; стоки з раковин, ванн, душових і шпигатів, що знаходяться в медичних приміщеннях (амбулаторіях, лазаретах); стоки з приміщень, в яких утримують живих тварин;

інші стоки, якщо вони змішані з переліченим вище; скидання - будь-яке витікання, розлиття, зливання спорожнення, що здійснюють із судна у воду, незалежно від того, якими причинами це зумовлено, відносно шкідливих речовин або стоків, що містять такі речовини. Реєстрація операцій зі стічними і господарсько-побутовими водами згідно «Правил реєстрації операцій...»: - реєстрація здійснюється під час операцій зі стічними і господарсько-побутовими водами на судах, що ходять під прапором України, які обладнані стічними системами з цистернами для збирання стічних вод і установками для оброблення стічних вод, а також на морських стаціонарних і плавучих установках, бурових вежах, виробничих платформах та інших подібних спорудах у разі перебування в морських внутрішніх і територіальних водах України. Операції зі стічними водами на судах реєструються в судових і машинних журналах, а на морських установках - в диспетчерських журналах. Під час операцій зі стічними водами зазначають: - час введення в автоматичний режим роботи установки для оброблення стічних вод (у машинному журналі); - час виведення з автоматичного режиму роботи установки для оброблення стічних вод (у машинному журналі); - здачу стічних вод у портах (у судовому журналі) із зазначенням: дати і часу здачі, порту здачі, позначення цистерн, з яких здані стічні води, кількості зданих стічних вод і їхнього залишку в цистернах на судні (куб.м); - випадкове або інше надзвичайне скидання стічних вод у районах моря, де таке скидання забороняється (в судовому журналі), із зазначенням: дати і часу скидання, місцезнаходження судна під час скидання, обставини скидання, загальної кількості скинутих стічних вод (за судовими вимірами), куб. м.

Системи водопостачання та каналізації. Державними санітарними правилами і нормами скидання із суден стічних, нафтоутримуючих, баластних вод і сміття у водоймища № 199 від 09.07.97р. Міністерства охорони здоров'я України головного санітарно-епідеміологічного управління (ДСанПІН 199-97), затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09.07.1997р. № 199 визначено, що: - господарсько-побутові стічні води - стічні

води від санітарно-гігієнічних приміщень, умивальників, душових, бань, ванн, приміщень харчоблоку тощо; - господарсько-фекальні стічні води - стічні води та інші відходи від усіх туалетів, пісуарів, унітазів, а також шпігатів, розташованих в громадських вбиральнях, стічні води від раковин, ванн, душових і шпігатів, що знаходяться у приміщеннях медичного призначення, стічні води і з приміщень, де утримуються тварини, інші стічні води, якщо вони змішані з водами, переліченими вище. - лляні води - це води, які утворилися внаслідок конденсації вологи на бортових поверхнях судна, від пропусків в місцях фланцевих сполучень трубопроводів, від пропусків крізь тріщини в корпусі судна. Лляні води машинних відділень містять в собі нафту, мазут, мастила; - стічні води - води, що відводяться із суден після їх використання у побутовій та виробничій діяльності людей.

Державними санітарними правилами і нормами скидання із суден стічних, нафтоутримуючих, баластних вод і сміття у водоймища № 199 від 09.07.97 Міністерства охорони здоров'я України Головного санітарно-епідеміологічного управління (ДСанПІН 199-97), затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09.07.1997 р. № 199 визначено санітарні вимоги до скидання стічних вод, баласту та сміття із суден у водоймища. Зокрема зазначається, що в залежності від баластування судна - характеру баластних вод (чистий баласт, баласт, що містить нафтопродукти, або хімічні шкідливі речовини) має бути забезпечене їх очищення (сепарація, нейтралізація, дезактивація) або передача на берегові приймальні станції чи інше судно.

Д.2.5.3 Оцінка за видами та кількістю відходів. Наказом Міністерства транспорту України № 205 від 10.04.2001 р «Про затвердження Правил реєстрації операцій зі шкідливими речовинами на суднах, морських установках і в портах України», зареєстрованого в Міністерстві юстиції України від 28.05.2001 р. за № 452/5643 визначено, що:

– відходи судові - не потрібні і не придатні для обслуговування судна відпрацьовані види нафти і матеріалів, невживані їх залишки або речовини, що

утворюються в процесі експлуатації судна (тверді і рідкі), які не підлягають під утилізацію на самому судні і підлягають постійному або періодичному вилученню із судна;

– сміття - означає всі види продовольчих, побутових і експлуатаційних відходів (крім свіжої риби та її залишків), що утворюються в процесі нормальної експлуатації судна і підлягають постійному або періодичному вилученню, за винятком речовин, визначення або перелік яких наведені в додатку V до MARPOL 73/78 та інших додатках до MARPOL 73/78.

Підлягають реєстрації операції з такими категоріям сміття (п.6.5. «Правил реєстрації операцій...»): - пластмасою - сепараційними, обшивальними або пакувальними матеріалами, що мають плавучість; - подрібненими виробами з паперу, ганчір'ям, склом, металом, пляшками, черепками та іншими; - харчовими відходами; - попелом з інсинераторів.

У відповідності до п.6.6. «Правил реєстрації операцій...» підлягають реєстрації такі операції зі сміттям, при цьому в кожному випадку зазначають: а) скидання сміття в море: дату і час скидання, місцезнаходження судна (широта і довгота), категорія скинутого сміття, приблизну кількість скинутого сміття кожної категорії в куб.метрах; - підпис особи командного складу, відповідальної за проведення операції; б) здачу сміття на приймальні споруди або на інші судна в портах: дату і час здачі, порт чи споруду, або назву судна, що прийняло сміття, категорію зданого сміття, приблизну кількість зданого сміття кожної категорії в куб. м., підпис особи командного складу, відповідальної за проведення операції; в) спалювання сміття: дату і часчатку і закінчення операції, місцезнаходження судна (широту і довготу), приблизну кількість спаленого сміття в куб. м., підпис особи командного складу, відповідальної за проведення операції; г) аварійне або інше надзвичайне скидання сміття: час події, порт або місцезнаходження судна під час події, приблизну кількість і категорію скинутого сміття, обставини вилучення, скидання або втрати, їхні причини та інші загальні зауваження.

Відходи комунальні (міські) змішані. Згідно «Правил надання послуг з вивезення побутових відходів», затверджених постановою Кабінету Міністрів України № 1070 від 10.12.2008р., норма утворення твердих побутових відходів на одне робоче місце складає 0,3 кг/добу. Кількість утворених твердих побутових відходів (т/рік) розрахована за формулою:

$$МТПВ = Q \times T \times N \times 10^{-3} ,$$

де Q – кількість робочих місць, дорівнює 10; T – тривалість роботи на протязі року, дорівнює 365 діб; N – норма утворення відходів на одне робоче місце, складає 0,3 кг/добу. $МТПВ = 10 \times 365 \times 0,3 \times 10^{-3} = 32,85$ т/рік.

Люмінесцентні лампи. Відходи люмінесцентних ламп утворюються за рахунок виробів, що вичерпали свій експлуатаційний термін, є нерозбірною конструкцією, містять (0,12-0,18) г ртуті на одну лампу, відносяться до відходів першого класу небезпеки. Кожну відпрацьовану лампу поміщають в заводську тару, що залишилася від нової лампи, в якій вона були доставлені споживачеві, або щільно обертають щільним папером і складають в картонні коробки відповідних розмірів для тимчасового зберігання до накопичення партії. Лампи укладаються способом, що виключає їх переміщення і бій усередині коробки під час транспортування. Коробки поміщають в спеціально приготовлений герметично закритий металевий контейнер, встановлений в окремому місці. Поводження з вказаними відходами організоване таким чином: – ємності з відпрацьованими маслами встановлюються далеко від нагрітих поверхонь, інших матеріалів, речовин; – попадання масла в каналізацію, на ґрунт, водний об'єкт виключено. При зборі і зберіганні відпрацьованих мастил не допускається попадання в них пластичних мастил, органічних розчинників, жирів, лаків, фарб, емульсій, хімічних речовин і забруднень. Маркування ємностей має містити наступну інформацію: - найменування групи відпрацьованих відходів; - на ємності, де зберігаються нафтопродукти наноситься попереджувальний напис «вогнебезпечно». У місцях зберігання вивішені інструкції про порядок поведження з відпрацьованими оліями і щодо протипожежного режиму.

Пісок, забруднений нафтопродуктами. В разі потреби, може застосовуватися пісок як стабілізуючий засіб, при аварійних протоках/витоках нафтопродуктів, їх збирають в ємність, що окремо стоїть, знешкоджують 218 препаратом «Еконадін». По закінченню десятиденного терміну від дати обробки місця аварії пісок можна використати повторно або вивозити на захоронення в спеціалізовану організацію. Нормуванню кількісні показники утворення такого виду відходів не підлягають. На практиці при ліквідації незначних проток витрата піску складає 3 кг на 1 м². Відпрацьований пісок поміщають в металевий ящик з кришкою, що закривається, забезпечений написом «Відходи, що містять нафтопродукти». Згідно ДСанПІН 199-97, затвердженими наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09.07.1997 р. № 199 для запобігання скиданню сміття в заборонених зонах на судні повинні виконуватися такі заходи: накопичення сміття передбачається в контейнери з підпресуванням, в контейнери з попереднім подрібненням, брикетуванням при високому тиску та температурі, з одночасним знезараженням. У межах внутрішніх та територіальних вод України скидання всіх видів сміття з суден забороняється, в тому числі подрібненого. Також, заборонено скидати у море всі види пластмас, включаючи синтетичні троси, риболовні сіті і пластмасові мішки для сміття. Скидання сміття, що плаває (сепараційні, обшивні і пакувальні матеріали), можливе на відстані не менше 25 миль від найближчого узбережжя. Скидання харчових відходів та іншого сміття, включаючи вироби із паперу, брукт, скло, пляшки, черепки, можливе лише не ближче ніж за 12 миль до найближчого узбережжя. Скидання в особливих районах всіх видів сміття, перелічених вище заборонено. В окремих випадках, коли судно знаходиться в районах, де скидання сміття в море заборонено, або під час стоянки в порту, що не має можливості прийняти сміття з судна, а саме: на судні відсутнє устаткування для знищення сміття на борту, для видалення його необхідно вийти за межі забороненої зони і скинути його відповідно до вимог Правил. Адміністрація судна повинна постійно стежити за технічним та санітарним станом устаткування та обладнання для збирання,

зберігання та обробки сміття, а також стежити за своєчасним його видаленням із судна. При дотриманні вимог чинного екологічного законодавства можна зробити висновок, що діяльність у портах суб'єктом господарювання буде здійснюватися в екологічно допустимих межах без значного забруднення навколишнього природного середовища, виключенням можуть стати аварійні ситуації при виникненні яких необхідно в установленому порядку сповістити Адміністрацію порту та інші зацікавлені органи державної влади, при цьому, вживаючи необхідні заходи. Таким чином, мінімізуючи ймовірний негативний вплив на параметри довкілля.

Д.2.5.4 Земельні ресурси. У відповідності до Статті 69 Земельного кодексу України до земель морського транспорту належать землі під: а) морськими портами з набережними, майданчиками, причалами, вокзалами, будівлями, спорудами, устаткуванням, об'єктами загальнопортового і комплексного обслуговування флоту; б) гідротехнічними спорудами і засобами навігаційної обстановки, судноремонтними заводами, майстернями, базами, складами, радіоцентрами, службовими та культурно-побутовими будівлями та іншими спорудами, що обслуговують морський транспорт. На підходах до портів (каналів), мостових, кабельних і повітряних переходів, водозабірних та інших об'єктів відповідно до Закону можуть встановлюватись обмеження у використанні земель. Згідно Статті 70 Земельного кодексу України до земель річкового транспорту належать землі під: а) портами, спеціалізованими причалами, пристанями і затоками з усіма технічними спорудами та устаткуванням, що обслуговують річковий транспорт; б) пасажирськими вокзалами, павільйонами і причалами; в) судноплавними каналами, судноплавними, енергетичними та гідротехнічними спорудами, службово-технічними будівлями; 220 г) берегоукріплювальними спорудами й насадженнями; г) вузлами зв'язку, радіоцентрами і радіостанціями; д) будівлями, береговими навігаційними знаками та іншими спорудами для обслуговування водних шляхів, судноремонтними заводами, ремонтноексплуатаційними базами, майстернями, судноверфями,

відстійноремонтними пунктами, складами, матеріально-технічними базами, інженерними мережами, службовими та культурно-побутовими будівлями, іншими об'єктами, що забезпечують роботу річкового транспорту.

Д.2.5.5 Електромагнітні поля. Для своєчасного забезпечення інформацією і організації взаємодії між службами перевантажувального комплексу загальнопортовими службами, службами державного контролю, підприємствами, що беруть участь в забезпеченні виробничого процесу, для зв'язку з суднами і забезпечення безпеки мореплавства в порту діють наступні системи зв'язку, сигналізації, передачі даних тощо: – автоматичний телефонний і документальний зв'язок; – комп'ютерний зв'язок; – радіозв'язок морської диспетчерської служби порту з суднами; – технологічний радіозв'язок сухопутної рухомої служби; – безпроводна мережа Wi-Fi; 221 – система гучномовного зв'язку і сповіщення; – пожежна сигналізація і сповіщення про пожежу. Основними джерелами електромагнітних випромінювань на довкілля - стаціонарні радіостанції і точки доступу Wi-Fi.

Д.2.5.6 Теплове забруднення. При здійсненні приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій теплове забруднення навколишнього природного середовища не очікується.

Д.2.5.7 Радіаційне забруднення. При здійсненні приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій за технологічними схемами буде використовуватися вантаж - рослинна олія, який відноситься до безпечних видів вантажу. Під час виконання планованих робіт не планується використовувати вантаж з підвищеним радіаційним випромінюванням. Також, зауважимо, що при використанні радіочастот здійснюється певне випромінювання. У зв'язку з чим необхідно отримати дозвіл на експлуатацію радіочастотного ресурсу, де зазначається дозволений діапазон радіочастот та клас випромінювання. Згідно Закону України «Про радіочастотний ресурс України» користування радіочастотним ресурсом здійснюється на платній основі з моменту надання дозволу на експлуатацію.

Д.2.5.8 Оцінка впливу шумового та вібраційного забруднення. З фізичної точки зору шум - хаотичні пружні коливання повітряного середовища різної частоти, сили, ритму. З гігієнічної точки зору шум - всякі звуки, що заважають людині працювати, відпочивати, спати, викликають негативну подразливу дію. Частота звуку чи шуму 225 виражається в герцах (Гц) - кількості коливань за секунду та в октавах - діапазоні звуків, верхня межа якого в 2 рази більша нижньої (16-32 Гц; 100-200 Гц тощо). Людським вухом сприймаються частоти 16-20000 Гц, що вкладається в 10 октав. За частотою шум класифікується на: низькочастотний, середньочастотний, високочастотний; тональний, (коли звучить одна частота) вузькополосний (звучать 1- 3 октави), широкополосний (4-6 октав), «білий» (звучать всі частоти). Сила звуку залежить від амплітуди коливань повітря і вирається в одиницях енергії - в звуковому тиску і вимірюється в ньютонах на метр квадратний (Н/м²). Людським вухом звуковий тиск сприймається в межах 2-10⁻⁵-2-101,5 Н/м² , охоплює біля 1 млн. цих одиниць і унеможливорює їх використання для вимірювання сили шуму на практиці. А тому використовують рівень інтенсивності, чи сили звукового тиску - відношення сили даного звуку в Н/м² (P) до її порогового значення P₀, рівного 2-10⁻⁵ і виражають в децибелах (дБ) - десятій частині логарифма (показника ступеню) звукового тиску. Так, рівень верхнього (больового) порогу звукового тиску (L) складе:

$$L=20\lg 2\cdot 101,5=20 \lg 6,5=20\cdot 6,5=130 \text{ дБ.}$$

Звідси при збільшенні рівня звукового тиску на 2 дБ звуковий тиск в Н/м² збільшується в 2 рази, на 3 дБ-3 рази, на 7 дБ - 7 разів і т. д. Звуки різної частоти сприймаються вухом неоднаково: низькочастотні при одному і тому ж рівні звукового тиску більш тихі, а високочастотні більш гучні. Тому введена фізіологічна величина сприйняття звуків - гучність, одиницею вимірювання якої є фоні (децибелі гучності). Для переводу децибел у фоні і навпаки користуються спеціальними графіками Робінсона і Датсона, приведеними у відповідних підручниках.

Для порівняння, якщо поріг гучності при 1000 Гц прийняти за 0 дБ, то при 30 Гц він на 63 дБ вищий, а при 4000 Гц - на 10 дБ нижчий. Існує така часова класифікація шуму, згідно яких шум поділяється на: безперервний (постійний), переривчастий (ритмічний і аритмічний) та імпульсний (ударний). Згідно впливу на організм, звуки однієї і тієї ж гучності діють на організм неоднаково, у залежності від частоти: низькочастотні значно менш шкідливі, а високочастотні - більш шкідливі, ніж середньочастотні (стандартні, 1000 Гц). Так, нижній поріг шкідливої дії звуку при 1000 Гц складає 30 дБ, а при 60 Гц - 65 дБ, при 8000 Гц - 23 дБ. При нормуванні шуму використовують 2 методи: нормування щодо граничного спектру шуму (принци нормування шуму на підставі граничних спектрів в октавних смугах частот) і нормування рівня звуку в децибелах за шкалою А - дБА (здійснюється інтегральна оцінка всього шуму, на відміну від спектральної). Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях згідно ГОСТ 12.003-83 представлені в таблиці 12 (витяг з Держстандарту 12.1.003-83).

У випадку при провадженні планованої діяльності, що полягає у здійсненні робіт технологічного процесу з виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних робіт рослинної олії за схемами технологічного характеру, якими передбачається використання наносів є потенційним джерелом шуму та вібрації.

Проте, ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» у своїй діяльності при перекачуванні використовує насосне обладнання компанії BORNEMANN та ТОВ «Білопільський машинобудівний завод», які спеціалізуються на випуску технологічного устаткування для харчової і переробної галузей промисловості та вже мають багаторічний досвід роботи у цій сфері. Згідно технічних характеристик обладнання вказаних виробників має низький рівень шумового забруднення, в середньому - 80-85 дБА, що лежить в межах допустимих шумових навантажень. Крім того, здійснення перекачувальних операцій - це короткостроковий процес

Д.2.5.9 Оцінка світлового та теплового забруднення. В ході реалізації планованої діяльності не передбачається світлових та теплових забруднень.

Д.2.5.10 Вплив на матеріальні об'єкти. На території планованої діяльності матеріальні об'єкти, в яких втілено оригінал твору образотворчого мистецтва чи архітектури, які зареєстровані у відповідності до вимог ЗУ «Про авторське право і суміжні права» не обліковуються. Враховуючи зазначене, планована діяльність з приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій рослинної олії не матиме впливу на дане середовище.

Д.2.5.11 Оцінка впливу на культурну спадщину, археологічні ділянки. Згідно наявної екологічної інформації, що є у вільному доступі на території, акваторії морських/річкових портів, в районі розташування причалів, складських приміщень, що планується використовувати у процесі планованої діяльності пам'ятки архітектури, історії та культури не обліковуються. При виявленні об'єктів або предметів археологічної спадщини, в межах території планованої діяльності, у відповідності до вимог статті 19 Закону України «Про охорону археологічної спадщини» буде негайно поінформовано органи з охорони культурної спадщини, а також буде відповідне сприяння і не перешкоджання будь-яким роботам з виявлення, обліку та вивчення археологічних об'єктів або предметів.

Д.2.5.12 Оцінка впливу на кліматичні фактори. На сьогоднішній день зміна клімату є, можливо, найбільш важливою та складною проблемою в сфері охорони навколишнього природного середовища. Збільшення в атмосфері концентрації вуглекислого газу та інших парникових газів впливає на глобальну зміну температурного режиму. Підвищення температури може викликати цілу низку таких явищ, як підвищення рівня моря та зміни в локальних кліматичних умовах, що, в свою чергу, може негативно вплинути на соціально-економічний розвиток країни. У процесі зміни клімату на території України ймовірно може відбуватися трансформація типів лісу, його видового складу, продуктивності та стабільності. Що стосується вразливості прибережної зони, то вже в поточний час підйом рівня Чорного моря є

встановленим фактом та складає 1,5 мм/рік («Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2018 році»). Згідно проведених досліджень (підрозділ «Оцінка очікуємих викидів, забруднення атмосферного повітря») у процесі планованої діяльності в атмосферу не виділятиметься така кількість ЗР та вуглекислого газу, які могли б вплинути на мікроклімат, внаслідок якого він буде змінений. Викиди в повітряне середовище очікуються в екологічно допустимих межах. Планована діяльності, що полягає у здійсненні робіт технологічного процесу з виконання приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій рослинної олії здійснюється при незначному використанні енергетичних ресурсів.

Д.2.5.13 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на природнозаповідний фонд. Рекреаційно-туристичні зони району розташування об'єкта планованої діяльності У відповідності до Закону України «Про природно-заповідний фонд України» від 16.06.1992 року №2456-ХІІ природно-заповідний фонд становлять ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти яких мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонових моніторингу навколишнього природного середовища. У зв'язку з цим законодавством України природно-заповідний фонд охороняється як національне надбання, щодо якого встановлюється особливий режим охорони, відтворення і використання. Україна розглядає цей фонд як складову частину світової системи природних територій та об'єктів, що перебувають під особливою охороною. Статтею 3 визначаються території та об'єкти природно-заповідного фонду України до яких належать: - природні території та об'єкти - природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища; - штучно створені об'єкти - ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, пам'ятки природи, парки-пам'ятки садово-паркового

мистецтва. Заказники, пам'ятки природи, ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки та парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва залежно від їх екологічної і наукової, історико-культурної цінності можуть бути загальнодержавного або місцевого значення. Залежно від походження, інших особливостей природних комплексів та об'єктів, що оголошуються заказниками чи пам'ятками природи, мети і необхідного режиму охорони заказники поділяються на:

- ландшафтні, лісові, ботанічні, загальнозоологічні, орнітологічні, ентомологічні, іхтіологічні, гідрологічні, загальногеологічні, палеонтологічні та карстово-спелеологічні;
- пам'ятки природи поділяються на комплексні, пралісові, ботанічні, зоологічні, гідрологічні та геологічні.

Згідно Закону України про Природно-заповідний фонд (ПЗФ) території та об'єкти, що мають особливу екологічну, наукову, естетичну, господарську, а також історико-культурну цінність, підлягають комплексній охороні, порядок здійснення якої визначається положенням щодо кожної з таких територій чи об'єктів, яке відповідно до цього Закону та законодавства України про охорону пам'яток історії та культури затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування і реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, та центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері культури (стаття 7). Збереження територій та об'єктів природно-заповідного фонду забезпечується шляхом

- встановлення заповідного режиму;
- організації систематичних спостережень за станом заповідних природних комплексів та об'єктів; - проведення комплексних досліджень з метою розроблення наукових основ їх збереження та ефективного використання;
- додержання вимог щодо охорони територій та об'єктів природнозаповідного фонду під час здійснення господарської, управлінської та іншої діяльності, розроблення проєктної і проєктно-планувальної документації,

землепорядкування, лісовпорядкування, здійснення оцінки впливу на довкілля;

- запровадження економічних важелів стимулювання їх охорони;
- здійснення державного та громадського контролю за додержанням режиму їх охорони та використання;
- встановлення підвищеної відповідальності за порушення режиму їх охорони та використання, а також за знищення та пошкодження заповідних природних комплексів та об'єктів;
- проведення широкого міжнародного співробітництва у цій сфері;
- проведення інших заходів з метою збереження територій та об'єктів природно-заповідного фонду.

Режим територій та об'єктів природно-заповідного фонду - це сукупність науково-обґрунтованих екологічних вимог, норм і правил, які визначають правовий статус, призначення цих територій та об'єктів, характер допустимої діяльності в них, порядок охорони, використання і відтворення їх природних комплексів. Режим територій та об'єктів природно-заповідного фонду визначається відповідно до цього Закону з урахуванням їх класифікації та цільового призначення .

Миколаївська область. Згідно листа Управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної державної адміністрації № 01-04/1078-06 від 28.02.2019 р. (додаток Ч) територія планованої діяльності (основні місця локації в Миколаївській області) розташовані в безпосередній близькості до меж: - Національного природного парку «Білобережжя Святослава»; - Чорного біосферного заповідника; - Регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська коса»; - Регіонального ландшафтного парку «Тилігульський». Національний природний парк «Білобережжя Святослава», Чорний біосферний заповідник та регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса» сумісно повністю охоплюють територію Кінбурнського півострову та прилеглу акваторію в межах Миколаївської області. Території вищезазначених об'єктів природно-заповідного фонду є ключовими територіями загальнодержавного значення

екологічної мережі. Також, територія планованої діяльності знаходиться в тісній близькості екологічних коридорів загальнодержавного значення - Прибережно-морський (широтний), Бузький, Дніпровський (субмеридіанні). Кінбурнський півострів (розташований в Очаківському районі) з 1992 р. входить до складу природно-заповідного фонду України. Півострів, який омивається водами Дніпро-Бузького лиману, Чорного моря, Ягорлицької затоки, приваблює своїми безкрайними просторами на межі піщаного степу, лісу, моря, безкрайніх синіх озер. Широка пляжна смуга, малозабудоване узбережжя, мозаїка прісних і солоних озер - саме ці риси виділяють Кінбурнську косу з поміж інших об'єктів. Перспективним видом туризму, окрім пляжно-купального відпочинку, є спостереження за птахами (Birds watching). На Кінбурні зустрічається близько 250 видів птахів, серед яких багато рідкісних – чапля жовта, кулик-довгоніг, пухівка, орлан-білохвіст, пелікан-рожевий.

Згідно інформації, що у вільному доступі на сайті Миколаївської обласної ради крайню північно-західну частину Кінбурнського півострова між Чорним морем і Дніпровсько-Бузьким лиманом займає Регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса», створений відповідно до Закону України «Про природно-заповідний фонд України» рішенням Миколаївської обласної ради народних депутатів від 15 жовтня 1992 р. № 16. Територія парку включає Кінбурнський півострів та прилеглу кілометрову акваторію Чорного моря, Ягорлицької затоки та Дніпро-Бузького лиману у межах Очаківського району Миколаївської області загальною площею 17890,2 га. Кінбурнський півострів входить до складу регіонального ландшафтного парку (РЛП) «Кінбурнська коса», НПП «Білобережжя Святослава». РЛП «Кінбурнська коса» - піщана коса розташована в Очаківському районі Миколаївської області за 4,0-7,5 км від м. Очакова. Довжина - 8,5 км, ширина в кореневій частині - 3,8 км.

Рекреаційно-туристичні зони. Миколаївська область володіє високим рекреаційно-ресурсним та туристським потенціалом. Область займає вигідне фізико-географічне положення як в межах України, так і в Європі.

Сприятливим фактором є виходи до Чорного моря, Ягорлицької затоки та Дніпробузького лиману. Населеними пунктами, віднесеними до курортних є села Василівка, Покровка, Чорноморка Очаківського району, м. Очаків, села Вікторівка, Коблеве, Морське, Лугове, Рибаківка Березанського району. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 11.12.1996 №1499 «Про затвердження переліку водних об'єктів, що відносяться до категорії лікувальних», затверджено перелік водних об'єктів, родовищ мінеральних вод, з них на території області розташовані Очаківське, Коблевське, Казанківське, з родовищ лікувальних грязей – Бейкушське, Тилігульське. Об'єктом рекреації є: національний природний парк «Бузький Гард», національний природний парк «Білобережжя Святослава», регіональний ландшафтний парк «Гранітно-степове Побужжя», регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса», регіональний ландшафтний парк «Тилігульський», регіональний ландшафтний парк «Приінгульський», лісовий заказник загальнодержавного значення «Рацинська дача».

Основні природні рекреаційні ресурси Миколаївської області. Основними природними рекреаційними ресурсами Миколаївської області є морські піщані пляжі довжиною більш як 70 км, мальовничі ландшафти берегів Південного Бугу та численних водосховищ, джерела мінеральної води із затвердженими запасами до 1 тис. куб. м, запаси лікувальних грязей, особливо Тилігульського та Бейкушського лиманів з геологічними запасами понад 2 млн куб. м. Завдяки тільки наявним запасам родовищ мінеральних вод, лікувальної грязі можливо організувати лікування близько 140 тис. чоловік на рік. Низи річок та їх дельти можна використовувати для спортивного полювання і деяких інших видів рекреаційних занять. Крім традиційного відпочинку на Чорноморському узбережжі туристам та відпочиваючим надаються послуги сільського (зеленого) туризму. В області налічується 74 об'єкти сільського (зеленого) туризму, що головним чином зосереджені у Березанському, Очаківському, Арбузинському, Веселинівському та Новодеському районах області, найбільшими з них є: страусина ферма «Саванна» (с. Ставки Веселинівського

району); страусина ферма «Кременівський страус» (с. Кременівка Веселинівського району); ПРИВАТ комплекс рибалки і відпочинку «Золота Підкова» (с. Кандибине Новоодеського району); розважальний центр «Козацька застава» (сmt Костянтинівка Арбузинського району).

Херсонська область. Згідно інформації «Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2019 році», Херсонської обласної державної адміністрації, Природно-заповідний фонд Херсонської області має у своєму складі 81 територію та об'єкти загальною площею 353428,4041 га (фактична площа - 302799,2041 га), в тому числі 15 259 об'єктів загальнодержавного значення - 325392,5041 (92%) га і 66 об'єктів місцевого значення - 28035,9 га (8 %). Відношення площі природнозаповідного фонду до площі області (показник заповідності) складає 10%. Територія Херсонщини в розрізі адміністративних одиниць характеризується нерівномірним рівнем та структурою заповідання, а також кількістю і статусом природоохоронних територій та об'єктів. Так, природно-заповідний фонд області налічує 7 категорій територій та об'єктів: - Біосферний заповідник «Асканія-Нова» ім. Ф.Е. Фальц-Фейна та Чорноморський біосферний заповідник; - Азово-Сиваський національний природний парк і національні природні парки «Джарилгацький», «Олешківські піски» та «Нижньодніпровський»; - 1 дендропарк загальнодержавного значення «Асканія-Нова»; - 8 заказників загальнодержавного та 13 заказників місцевого значення; - 30 пам'яток природи; - 13 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва місцевого значення; - 10 заповідних урочищ.

Д.2.5.14 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на формування української частини Смарагдової мережі Європи. Мережа Емеральд (Смарагдова мережа, Emerald Network) – природоохоронна (екологічна) мережа територій, що включає території особливого природоохоронного інтересу (Areas of Special Conservation Interest, ASCI) на загальноєвропейському рівні. В Україні термін «мережа Емеральд» застосовується паралельно з її українським варіантом, який вже увійшов «в обіг» – «Смарагдова мережа». Території

особливого природоохоронного інтересу (Areas of Special Conservation Interest, ASCI) – території, визначені у складі мережі Емеральд (Смарагдової мережі) для охорони видів та оселищ з Резолюцій № 4 та № 6 Бернської конвенції. Мережа «Натура 2000» (Natura 2000 Network) – це мережа територій, визначених згідно з Директивою SpecialProtectionAreas, SPAs і Оселищною Директивою (Special Areasof Conservation, SACs) щодо яких визначені та виконуються менеджмент-плани охорони видів і оселищ з додатків цих директив. Мережа «Натура 2000» є ключовим інструментом для збереження біорізноманіття у Європейському Союзі. Концепція Смарагдової мережі була створена в 1989 році на підставі запиту низки держав Центральної та Східної Європи, які приєдналися до 278 Бернської конвенції і запропонували створити мережу «територій особливого природоохоронного інтересу» (ТОПЗ, англійською – Areas of Special Conservation Interest (ASCI).² Це рішення затверджено Постійним комітетом Бернської конвенції у 1989 році шляхом прийняття Рекомендацій №16 Про Території особливого природоохоронного інтересу)

Згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 18 травня 2017 р. №336 «Про затвердження Порядку розроблення плану управління річковим басейном» відповідно до порядку «Розроблення плану управління річковим басейном», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 18 травня 2017 р. № 336, визначається термін об'єкти Смарагдової мережі. Так, об'єктами Смарагдової мережі є спеціальні території для збереження біологічного різноманіття, створені (визначені) відповідно до Конвенції про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі (Бернської конвенції). Проектом Закону України «Про території Смарагдової мережі» визначаються правові засади визначення та збереження територій Смарагдової мережі в межах України згідно з вимогами Конвенції про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі (Бернської Конвенції) та з урахуванням вимог Директиви № 2009/147/ЄС про збереження

диких птахів та Директиви № 92/43/ЄС про збереження природних оселищ та видів природної фауни і флори.

Метою створення Смарагдової мережі є збереження природних оселищ та видів природної флори і фауни на території України шляхом визначення та збереження територій Смарагдової мережі в межах України. Вона була ініційована та координується Бернською конвенцією (1979 року), стосовно дії та розвитку за межами Європейського Союзу щодо запровадження загальноєвропейського підходу щодо охорони типів природних оселищ. Об'єкти в межах Смарагдової мережі 279 становлять ядро Загальноєвропейської екологічної мережі. Мета створеної у рамках Бернської конвенції Смарагдової мережі полягає в тому, щоб забезпечити довгострокове виживання видів і природних оселищ (середовищ їх існування чи біотопів), які потребують особливих заходів збереження (наприклад, сокола сапсана або сипучі прибережні дюни) (видання: «Смарагдова мережа Європи територія захисту дикої флори та фауни»⁵). Смарагдові об'єкти, це такі території, на яких мешкають види рослин, мешкають або перебувають тимчасово види тварин та знаходяться оселища (біотопи), що охороняються Бернською конвенцією, та відповідають іншим умовам, щоб територія могла отримати статус Смарагдового об'єкта. Тобто це ті види і оселища, які мають дуже високу міжнародну цінність, підтверджену урядами 49 країн та Європейським Союзом, які підписали конвенцію. Перелік територій мережі Емеральд (Смарагдової мережі) має відповідати чотирьом вимогам, які вважатимуться достатніми для забезпечення сприятливого охоронного статусу для даного виду або оселища на біогеографічному рівні:

- 1) мережа повинна представляти ділянки з усього діапазону розподілу всіх «Есмеральдівських» видів і оселищ на національному та біогеографічному рівнях;
- 2) вона повинна відображати екологічні варіації оселища і виду (генетичні) в межах біогеографічного регіону. У випадку видів, пропозиції щодо включення

⁵ Смарагдова мережа Європи, електронний ресурс: <https://rm.coe.int/16806a6d07>

територій до мережі Емеральд повинні містити весь спектр оселищ, необхідних для різних етапів їх життєвого циклу, таких як розмноження, міграція, харчування тощо;

3) вона повинна бути добре адаптована до специфічних потреб збереження, зокрема до тих, що пов'язані з моделями розподілу (ендемичність, 280 ступінь ізоляції/фрагментації, історичні тенденції, зміна клімату) та впливу людини, загроз та вразливості виду або оселища, що розглядається;

4) якщо виконані перші 3-ри умови, очікується, що пропозиції щодо включення територій до мережі Емеральд включатимуть значну частку площ оселищ та популяцій видів від їхнього загального національного ресурсу. На сьогоднішній день, в Україні, таким вимогам відповідають лише об'єкти ПЗФ, як території, що можуть забезпечувати довготривале збереження видів рослин і тварин та оселищ, визначених Бернською конвенцією. Смарагдові об'єкти – це такі території, на яких мешкають види рослин, мешкають або перебувають тимчасово види тварин та знаходяться оселища (біотопи), що охороняються Бернською конвенцією

Об'єкти Смарагдової мережі Миколаївської області. За результатом проведення 32-го засідання Постійного комітету Бернської конвенції 30 жовтня 2012 року до офіційного списку об'єктів Смарагдової мережі включено 5 цінних, у природоохоронному відношенні, територій та об'єктів природнозаповідного фонду області:

- природний заповідник «Сланецький степ»;
- національний природний парк «Бузький гард»;
- національний природний парк «Білобережжя Святослава»;
- Дніпро-Бузький лиман;
- Тилігульський лиман.

У 2016 році Указом Президента України від 17.05.2016 №214/2016 «Про зміну меж територій природного заповідника «Сланецький степ» розширено територію природного заповідника «Сланецький степ» на 1334,95 га. Загальна

площа території що запропоновано включити до складу Смарагдової мережі в межах області становить близько 138367 га.

Д.2.5.15 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на біологічне та ландшафтне різноманіття. Згідно Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005-2025 роки, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004 р. № 675-р. біорізноманіття - це національне багатство України, збереження та невиснажливе використання якого визнано одним з пріоритетів державної політики в сфері природокористування, екологічної безпеки та охорони довкілля, невід'ємною умовою. Діяльність у сфері збереження біорізноманіття провадиться з дотриманням положень Конституції, інших актів законодавства, міжнародних зобов'язань України, Основних напрямів державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки, затверджених Постановою Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. № 188/98-ВР, а також з урахуванням положень Конвенції ООН про охорону біологічного різноманіття і Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття.

Д.2.5.16 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на формування екологічної мережі. Одним із стратегічних напрямів збереження біорізноманіття в Україні є розбудова національної екологічної мережі (екомережі) України. Біологічне (біотичне) різноманіття - сукупність усіх видів рослин, тварин і мікроорганізмів, їх угруповань та екосистем у межах території України, її територіальних та внутрішніх морських вод, виключної (морської) економічної зони та континентального шельфу. Біологічне різноманіття складається з видового, популяційного, ценотичного, генетичного різноманіття. Людина є невід'ємним елементом біологічного різноманіття і поза ним існувати не може (Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки» 21 вересня 2000 року № 1989-III). Окремі території призначені для збереження природи, відособлені одна від одної, нездатні ефективно зберігати генофонд рослинного

та тваринного світу, а отже і самої людини. Ці території повинні бути взаємопов'язані так званими екологічними коридорами та формувати єдину систему, або мережу. Саме тому прийнято Закони України «Про екологічну мережу України», «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки». Законом України «Про екологічну мережу України» від 24 червня 2004 року № 1864-IV визначено, що екологічна мережа - єдина територіальна система, яка включає ділянки природних ландшафтів, що підлягають особливій охороні, і території та об'єкти природно-заповідного фонду, курортні і лікувально-оздоровчі, рекреаційні, водозахисні, полезахисні території та об'єкти інших типів, що визначаються законодавством України, і є частиною структурних територіальних елементів екологічної мережі - природних регіонів, природних коридорів, буферних зон. Мета, завдання, концептуальні положення, етапи, механізми формування національної екомережі України наведено в Загальнодержавній програмі формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки, яка затверджена Законом України у 2000 р.

Згідно Закону України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки» 21 вересня 2000 року №1989-III формування екологічної мережі передбачає зміни в структурі земельного фонду країни шляхом віднесення (на підставі обґрунтування екологічної безпеки та економічної доцільності) частини земель господарського використання до категорій, що підлягають особливій охороні з відтворенням притаманного їм різноманіття природних ландшафтів. Програма формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки була розроблена в контексті вимог щодо подальшого опрацювання, вдосконалення та розвитку екологічного законодавства України, а також відповідно до рекомендацій Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (1995 р.) стосовно формування Всеєвропейської екологічної мережі як єдиної просторової системи територій країн Європи з природним або частково зміненим станом ландшафту.

Основною метою Програми - збільшення площі земель країни з природними ландшафтами до рівня, достатнього для збереження їхнього різноманіття, близького до властивого їм природного стану, та формування їхньої територіально єдиної системи, побудованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграції та поширення видів рослин і тварин, яка б сприяла збереженню природних екосистем, видів рослинного і тваринного світу та їхніх популяцій.

Основні завдання Програми. У питаннях охорони та відтворення водних ресурсів: - екологічне оздоровлення природних територій та акваторій, особливо витоків річок, поліпшення стану заплавної екосистем у межах басейнів річок Дніпра, Дністра, Південного і Західного Бугу, Сіверського Дінця, Дунаю, в тому числі, шляхом створення захисних смуг уздовж берегів водних об'єктів, особливо крутосхилих ділянок, впровадження заходів щодо збереження водно-болотних угідь, посилення їх водозахисної та водорегулювальної здатності, ренатуралізації та поліпшення охорони природних комплексів водоохоронних зон водних об'єктів; - розроблення та реалізація заходів щодо збереження прибережних ландшафтів Азовського і Чорного морів, створення мережі морських об'єктів природно-заповідного фонду.

У питаннях охорони, використання та відтворення ресурсів рослинного і тваринного світу:

- створення в агроландшафтах ділянок лісової та лучної рослинності;
- відтворення (ренатуралізація), де це доцільно і можливо, степових, лучних, водно-болотних та інших природних ландшафтів;
- формування нових ділянок для забезпечення середовищ існування певних видів рослин і тварин, занесених до Червоної книги України, та природних рослинних угруповань, занесених до Зеленої книги України, Європейського червоного списку тварин і рослин, що перебувають під загрозою зникнення у світовому масштабі, а також інших видів рослин і тварин, включених до

переліків міжнародних конвенцій та угод, обов'язкових до виконання Україною;

- оптимізація ведення сільського, лісового, мисливського та рибного господарств з урахуванням умов існування видів місцевої флори і фауни;
- поліпшення стану охорони, збереження та відтворення зелених насаджень і лісів, які входять до складу зелених зон міст та інших населених пунктів.

У питаннях збереження біологічного різноманіття:

- збереження, зміцнення та відновлення ключових екосистем та середовищ існування видів рослин і тварин;
- стає управління позитивним потенціалом біологічного різноманіття шляхом оптимального використання соціальних і економічних можливостей на національному та регіональному рівнях;
- урахування цілей у сфері збереження та збалансованого і невиснажливого використання біологічного різноманіття в усіх галузях, що використовують це різноманіття або впливають на нього;
- здійснення цільових заходів, що відповідають потребам збереження різних типів екосистем (гірських, степових, лучних, прибережно-морських, морських, річкових, заплавних, озерних, болотних, лісових) та базуються на правових і фінансових можливостях природокористувачів та органів державної влади.

Складовими структурних елементів екологічної мережі є:

- 1) території та об'єкти природно-заповідного фонду як основні природні елементи екологічної мережі, а саме: - природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники (ландшафтні, лісові, ботанічні, загальнозоологічні, орнітологічні, ентомологічні, іхтіологічні, гідрологічні, загальногеологічні, палеонтологічні та карстово-спелеологічні), пам'ятки природи, а також їх охоронні зони; штучно створені об'єкти (ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки - пам'ятки садово-паркового мистецтва);
- 2) водні об'єкти (ділянки моря, озера, водосховища, річки), водноболотні угіддя, водоохоронні зони, прибережні захисні смуги, смуги відведення,

- берегові смуги водних шляхів і зони санітарної охорони, що утворюють відповідні басейнові системи;
- 3) ліси першої групи;
 - 4) ліси другої групи;
 - 5) курортні та лікувально-оздоровчі території з їх природними ресурсами;
 - 6) рекреаційні території для організації масового відпочинку населення і туризму;
 - 7) інші природні території (ділянки степової рослинності, луки, пасовища, кам'яні розсипи, піски, солончаки тощо);
 - 8) земельні ділянки, на яких зростають природні рослинні угруповання, занесені до Зеленої книги України;
 - 9) земельні ділянки, які є місцями перебування чи зростання видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги України;
 - 10) частково землі сільськогосподарського призначення екстенсивного використання - пасовища, луки, сіножаті тощо;
 - 11) радіоактивно забруднені землі, що не використовуються та підлягають окремій охороні, - як природні регіони з окремим статусом.

При цьому, національна екологічна мережа має відповідати вимогам щодо її функціонування у Всеєвропейській екологічній мережі та виконувати провідні функції стосовно збереження біологічного різноманіття. Крім того, Програма має сприяти збалансованому та невиснажливому використанню біологічних ресурсів у господарській діяльності.

У Законі України «Про екологічну мережу» від 19.04.2018р. №1864-IV визначено принципи формування, її складові, режим охорони та використання, моніторинг та облік, правої власності на землю та інші природні ресурси у складі екомережі, організацію державного управління та повноваження органів державної та місцевої влади, фінансове забезпечення Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2018 році.

Збільшення площі території, що формує національну екомережу, відбувалося переважно за рахунок розширення існуючих і створення нових

об'єктів природно-заповідного фонду. Тому, вивчення системи управління формуванням національної екологічної мережі має важливе значення, особливо в сучасних умовах євроінтеграційного руху України. У відповідності до інформації електронного журналу «Державне управління: удосконалення та розвиток», включеного до переліку наукових фахових видань України з питань державного управління (Наказ Міністерства освіти і науки України від 22.12.2016 № 1604), нормативними документами, які забезпечують формування екологічної мережі на регіональному та місцевому рівнях, є рішення обласних і місцевих рад, щодо затвердження регіональних програм та схем формування екомережі, заходів з охорони біота ландшафтного різноманіття, зокрема рідкісних і зникаючих видів тварин і рослин, що підлягають особливій охороні, створення територій та об'єктів природно-заповідного фонду та інші організаційні питання, а також фінансування запланованих заходів по областях.

Відносини, пов'язані з формуванням, збереженням та невиснажливим використанням екомережі України регулюються також іншими законодавчими актами, що спрямовані на:

- збереження біологічного різноманіття («Про тваринний світ», «Про рослинний світ», «Про Червону книгу України», «Про зелену книгу України»);
- створення заповідних територій («Про природно-заповідний фонд України»);
- охорону навколишнього природного середовища («Про охорону навколишнього природного середовища»);
- невиснажливе використання природних ресурсів («Про охорону земель», Водний, Лісовий, Земельний кодекси України);
- забезпечення комфортного проживання та безпеку для здоров'я людей («Про планування та забудову територій», «Про землеустрій», «Про місцеве самоврядування в Україні») інших актів законодавства України з питань формування екомережі та міжнародних договорів, згоду на обов'язковість яких надано Верховною Радою України

Для забезпечення реалізації основних завдань Загальнодержавної Програми Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України разом з іншими

центральними органами виконавчої влади здійснювали роботу з удосконалення нормативно-правової бази за такими напрямками:

- формування та функціонування екологічної мережі;
- охорона, використання та відтворення ресурсів рослинного і тваринного світу;
- охорона та відтворення водних ресурсів;
- охорона та відтворення земельних ресурсів.

Постановою Кабінету Міністрів України від 16.12.2015 р. № 1196 «Про затвердження Порядку включення територій та об'єктів до переліків територій та об'єктів екологічної мережі», затверджено постановою Кабінету Міністрів 301 України від 16.12.2015 р. № 1196 «Порядок включення територій та об'єктів до переліків територій та об'єктів екологічної мережі» визначає процедуру формування переліків територій та об'єктів екологічної мережі.

Території та об'єкти природно-заповідного фонду і водно-болотні угіддя міжнародного значення включаються до переліків відповідними природоохоронними органами без додаткового узгодження з власниками та користувачами земельних ділянок і прийняття окремого рішення. Законом України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» передбачається збільшення площі екомережі до рівня 41 % території країни, а отже і досі триває інвентаризація просторових ресурсів, що можуть потенційно використовуватись при формуванні екомережі. Згідно Переліку територій придатних для розбудови екомережі визначено Законом «Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки» Національна екологічна мережа включає частину земель країни, на яких збереглися майже незмінені чи частково змінені природні ландшафти. Крім того, до складу екологічної мережі входять окремі прибережні ділянки акваторії Азовського і Чорного морів.

Природні ландшафти спостерігаються майже на 40 відсотках території України. У найменш зміненому вигляді вони збереглися на землях, зайнятих лісами, чагарниками, болотами, на відкритих землях, площа яких становить

близько 19,7 відсотка території країни. Враховуючи, що лише 44 відсотки лісів виконують захисні та природоохоронні функції, можна вважати, що стан, близький до притаманного природного, мають ландшафти на площі майже 12,7 відсотка території країни. Найбільш захищеними є природні комплекси в межах територій природно-заповідного фонду. Станом на 01.09.2000 року природнозаповідний фонд України включає біосферні та природні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища, ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки - пам'ятки садово-паркового мистецтва загальною площею близько 2,4 млн. гектарів, або 4 відсотків території країни. З цих земель надано в користування установам природно-заповідного фонду майже 0,5 млн. гектарів. Наразі флора України нараховує понад 25 тисяч видів рослин, фауна - майже 45 тисяч видів тварин. Негативні антропогенні чинники впливу на довкілля призвели до зникнення великої кількості біологічних видів та до загрози існуванню для багатьох з існуючих. Це призвело до того, що до Червоної книги України занесено 541 вид рослин та 382 види тварин, до Зеленої книги України - 127 рідкісних і зникаючих типових рослинних угруповань. Поступово зменшується чисельність майже всіх видів хижих птахів, а також водолюбних птахів, куроподібних, журавлиноподібних, ссавців, риб, комах. Негативні зміни у морській флорі і фауні зумовлені вселенням небезпечних немісцевих їхніх видів. Серед рослин рідкісними стають зозулинцеві, тонконогі, айстрові, лілійні, амарилісові, півникові. До кінця цього століття до Червоної книги України можуть бути занесені ще 20 видів ссавців та ряд інших видів тварин і рослин. Понад 20 відсотків популяцій дикорослих лікарських, технічних видів рослин внаслідок безконтрольного використання перебувають на межі виснаження. Важливою складовою екомережі є землі водного фонду, їх категорії регламентовано Земельним кодексом України від 25.10.2001 р. №2768-III.

Законом України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки визначено площу

внутрішніх вод у регіоні Українського Причорномор'я - 770580 га, тобто 27,68 % від площі земель потенційно придатних для розбудови екомережі. Відкриті заболочені землі, а це здебільшого прилиманні або пригирлові ділянки займають незначну частину - 124,4 тис. га. Що стосується таких категорій земель як прибережні захисні смуги, то на даний час тільки розпочато виділення їх на місцевості. Так, у Херсонській області згідно водоохоронні зони складають 11,717 тис. га, прибережні захисні смуги 9,253 тис. га; в Миколаївській області - прибережні захисні смуги та водоохоронні зони – 8,3 тис. га.

Для збільшення площі національної екологічної мережі було включено до програми екологічного оздоровлення басейни річок Сіверського Дінця, Південного Бугу, Дністра, Дунаю, Західного Бугу заходів щодо створення та впорядкування водоохоронних зон і прибережних захисних смуг водних об'єктів, запровадження особливого режиму використання земель на ділянках витоку річок.

З метою відтворення природного стану елементів екологічної мережі на територіях - складових національної екологічної мережі має бути забезпечено проведення спеціальних заходів, спрямованих на запобігання знищенню чи пошкодженню природних ландшафтів, природних рослинних угруповань, занесених до Зеленої книги України, збереження видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги України, поліпшення середовища їх існування, створення належних умов для розмноження у природних умовах та для розселення.

Відповідно, для забезпечення виконання природоохоронних функцій національної екологічної мережі Загальнодержавною програмою формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки передбачалось здійснення таких заходів:

- 1) захист середовища існування тварин під час міграції і зимівлі та створення системи їх охорони;
- 2) розширення мережі водних об'єктів для міграції риб;

- 3) створення умов для відтворення різноманіття видів рослин, тварин і фітоценозів у природних зонах;
- 4) забезпечення охорони водно-болотних угідь міжнародного та загальнодержавного значення;
- 5) здійснення заходів щодо запобігання негативному впливу на природні комплекси елементів національної екологічної мережі;
- 6) впровадження системи здійснення природоохоронних заходів для збереження природних комплексів елементів національної екологічної мережі;
- 7) забезпечення збереження популяцій видів рослин і тварин;
- 8) здійснення спеціальних заходів для забезпечення міграції тварин і рослин в місцях перетину природних та транспортних коридорів.

Згідно Водного кодексу України для створення національної екологічної мережі велике значення мають землі водного фонду (стаття 4), які зайняті:

- морями, річками, озерами, водосховищами, ставками, болотами та островами;
- прибережними захисними смугами вздовж морів, річок та навколо водойм;
- гідротехнічними, іншими водогосподарськими спорудами та каналами, а також землі, виділені під смуги відведення для них;
- береговими смугами водних шляхів.

До елементів національної екологічної мережі загальнодержавного значення належать:

- природні регіони, де зосереджено існуючі та такі, що створюватимуться, природно-заповідні території. Насамперед це регіони Карпат, Кримських гір, Донецького кряжу, Приазовської височини, Подільської височини, Полісся, витоків малих річок, окремих гирлових ділянок великих річок, прибережно-морської смуги, континентального шельфу тощо;
- основні комунікаційні елементи національної екологічної мережі, а саме - широтні природні коридори, що забезпечують природні зв'язки зонального характеру, Поліський (лісовий), Галицько-Слобожанський (лісостеповий), Південноукраїнський (степовий), а також меридіональні природні коридори, просторово обмежені долинами великих річок - Дніпра, Дунаю, Дністра,

Західного Бугу, Південного Бугу, Сіверського Дінця, які об'єднують водні та заплавні ландшафти - шляхи міграції численних видів рослин і тварин.

Основні елементи національної екологічної мережі загальнодержавного значення (район ймовірного впливу) Згідно Закону України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки» від 21.09.2000 року № 1989-III до Природних регіонів та Природних коридорів входять:

а) природні регіони (Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки від 21.09.2000 р.):

– Середнє Придніпров'я (Середньо Дніпровський природний регіон). Основними територіями та об'єктами екологічної мережі є Український лісостеповий біосферний заповідник; національні природні парки: Черкаський Бір, Холодний Яр, Середньо-Придніпровський, Трахтемирівський, ПереяславХмельницький, Чорноліський; Канівський природний заповідник.

– Дніпровсько-Молочанське межиріччя (Таврійський природний регіон). Основними територіями та об'єктами екологічної мережі є біосферні заповідники: Чорноморський, Асканія Нова; національні природні парки: Нижньодніпровський, Азово-Сиваський.

– Азовське море (Азовський природний регіон). Основними територіями та об'єктами екологічної мережі є Казантипський, Опукський природні заповідники; національні природні парки: Азово-Сиваський, Сиваський, Меотида.

– Північно-східний шельф Чорного моря (Чорноморський природний регіон). Основними територіями та об'єктами екологічної мережі є національні природні парки: Велике філофорне поле Зернова, Мале філофорне поле, Джарилгач, Кінбурнська коса.

б) Природні коридори (Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки від 21.09.2000 р.):

– прибережна смуга Азовського і Чорного морів (прибережноморський природний коридор). Складовими екологічної мережі є внутрішні морські води, морська смуга, морські коси та мілини Азовського, а також пляжі та острови;

– долини Західного і Південного Бугу (Бузький природний коридор).

Основними складовими екологічної мережі є заплавні луки, чагарники Західного і сіножаті та схилів землі Південного Бугу з незначним рослинним покривом, ліси та водні об'єкти.

– долина р. Дніпро (Дніпровський природний коридор). Основні складові екологічної мережі: заплавні луки, чагарники, р. Дніпра сіножаті, схилів землі з незначним рослинним покривом, ліси, водні об'єкти. Окремий природний коридор, що має міжнародне значення, формує ланцюг прибережно-морських природних ландшафтів Азовського і Чорного морів, який оточує територію України з півдня.

Згідно загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки, її складовими є такі базові структурні елементи: - природний регіон – природно-територіальне утворення значної площі, суцільність якого визначається характерними для нього фітоландшафтними, фізико-географічними, адміністративними та іншими ознаками, що характеризуються типовими та унікальними природними комплексами, різноманітним рослинним і тваринним світом, і яке виконує регіональну екостабілізуючу роль. Природні регіони – це території, що мають у своєму складі частку територій ПЗФ, що значно перевищує її середню норму в країні; - природний коридор – природна або приведена до природного стану ділянка землі чи водної поверхні, яка на різних рівнях організації екологічної мережі забезпечує для природного середовища умови безперервності, системної єдності та функції біокомунікації. Природні коридори – території витягнутої форми, що зв'язують між собою природні регіони і складені відносно мало порушеними господарською діяльністю ландшафтами; - буферна зона - місцевість з природним або частково зміненим станом ландшафту, що оточує найбільш цінні ділянки екологічної мережі та захищає їх від зовнішніх

негативних факторів природного походження або спричинених діяльністю людини. Буферні зони – території з відносно мало порушеними природними комплексами, що створюються для захисту природних регіонів та коридорів. Природні регіони, природні коридори та буферні зони у своїй безперервній єдності утворюють мережу, яка об'єднує ділянки природних ландшафтів у територіально цілісну систему. З огляду на функції, площу, видовий склад рослинного і тваринного світу в регіональній екологічній мережі виділяються елементи міжнародного, загальнодержавного (національного) та місцевого значення. Природні регіони формуються на територіях, що мають у своєму складі об'єкти природнозаповідного фонду, частка яких значно перевищує відповідний показник у цілому по країні, а також інші території, що відповідають умовам, визначеним національним природоохоронним законодавством або міжнародними нормативно-правовими актами – конвенціями, угодами, договорами тощо, і забезпечують збереження ландшафтного та біологічного різноманіття, особливо ті, що включають середовища існування рідкісних і таких, що перебувають під загрозою зникнення, видів рослин і тварин, («Місцева схема формування екологічної мережі Запорізького району Запорізької області», 2018р.). Природні коридори формуються ділянками природних ландшафтів витягнутої конфігурації, різної ширини, протяжності, форми і з'єднують між собою природні регіони. Природні коридори мають забезпечувати біокомунікації в межах екологічної мережі і підтримувати відповідні умови щодо збереження видів дикої флори та фауни. Буферні зони створюються для захисту природних регіонів і природних коридорів від негативної дії зовнішніх чинників, забезпечення дотримання в їх межах більш сприятливих умов для розвитку і самовідновлення та оптимізації форм господарювання з метою збереження існуючих і відтворення втрачених природних цінностей («Місцева схема формування екологічної мережі Запорізького району Запорізької області», 2018 р.) Основу екологічної мережі створюють природні заповідники, заповідні зони біосферних заповідників та національних природних парків, інші значні за площею території, що особливо

охороняються і в межах яких збереглися найбільш цінні природні комплекси у найменш порушеному антропогенними факторами стані. Їх називають “ключовими районами” або “ядрами” екологічної мережі. У разі, якщо ключові райони (ядра) екологічної мережі не є суміжними, вони поєднуються в єдину територіальну систему природними коридорами, які формуються за рахунок територій та об’єктів природно-заповідного фонду та інших територій, що особливо охороняються, а також відновлюваних буферних та сполучних територій екологічної мережі («Місцева схема формування екологічної мережі Запорізького району запорізької області», 2018 р.). Відновлювані території екологічної мережі виділяються на землях, які мають особливу цінність для охорони навколишнього природного середовища та формування екологічної мережі, природні комплекси, які були порушені господарською діяльністю людини, але можуть бути відновлені відповідними заходами щодо їх виведення з господарського обігу, консервації та повернення до стану природних угідь. До відновлюваних територій екологічної мережі включають крутосхили та інші еродовані землі, ділянки з порушеним гідрохімічним та гідрологічним режимами, затоплені кар’єри та інші рекультивовані землі, території, які підлягають повному або частковому залісненню та інші землі («Місцева схема формування екологічної мережі запорізького району запорізької області», 2018 р.).

Буферні території виділяються навколо цінних природних комплексів та природних об’єктів, у разі їх відсутності з метою попередження негативного впливу на них господарської діяльності, яка ведеться на суміжних територіях. Сполучні території виділяються у разі відсутності територіального поєднання складових екологічної мережі за рахунок територій та об’єктів природно-заповідного фонду та інших територій, що особливо охороняються, з метою забезпечення цілісності екологічної мережі. Сполучні території можуть бути суцільними чи переривчастими. Переривчастість сполучних територій не повинна створювати непереборних перешкод для вільної міграції диких тварин та спричиняти інші негативні екологічні наслідки («Місцева схема формування

екологічної мережі Запорізького району Запорізької області», 2018 р.). Відновлювані, буферні та сполучні території екологічної мережі, які не належать до територій та об'єктів природно-заповідного фонду чи інших територій, що особливо охороняються, резервуються та відносяться до таких територій та об'єктів у встановленому законодавством порядку («Місцева схема формування екологічної мережі Запорізького району Запорізької області», 2018 р.). В регіонах, які мають приморське положення, виділяють прибережні морські природні ландшафти (екотони), які являють собою територіальноаквальні природні комплекси, та об'єднують широтні та меридіональні екологічні коридори. Основні комунікаційні елементи національної екологічної мережі, а саме – широтні природні коридори, що забезпечують природні зв'язки зонального характеру, Поліський (лісовий), Галицько-слобожанський (лісостеповий), Південноукраїнський (степовий), а також меридіональні природні коридори, просторово обмежені долинами великих річок – Дніпра, Дунаю, Дністра, Західного Бугу, Південного Бугу, сіверського Дінця, які об'єднують водні та заплавні ландшафти – шляхи міграції численних видів рослин і тварин. Окремий природний коридор, що має міжнародне значення, формує ланцюг прибережно-морських природних ландшафтів Азовського і Чорного морів, який оточує територію України з півдня. Південноукраїнський природний коридор. Південноукраїнський (степовий) екокоридор – широтний коридор національної екомережі, який проходить через степову зону України зі сходу на захід приблизно по 48-й паралелі, дуже відхиляючись на південь у західній частині. Він об'єднує залишки природної рослинності, переважно степової, у межах семи адміністративних областей півдня України. До складу екологічного каркасу коридору входять 24 природні ядра. Адміністративно в межах Одеської області знаходяться Кучурган-Андріяшівське білатеральне, Куяльницьке, Демидово-Заводовське ядра; в Миколаївській області – Гранітно-Побузьке, Рацинське, Єланецьке, Інгульське; у Кіровоградській – Шурхиське, Боковеньківське; в Дніпропетровській – властівське, П'ятихатсько-Жовтоводське, Грушуватське,

Базавлуцько-сурське; у Запорізькій – Хортицьке та Гуляйпільське; у Донецькій – Карлівсько-Курахівське, Клебан-Бицьке, Великоанадольське, Роздольненське, Кальміуське; Бердянське; Донецьке, Зелене намисто Донбасу; в Луганській – Провальське Білатеральне. Для регіональної екомережі степової зони України виділено три ключові території міжнародного, 24 – національного та 38 – регіонального рівнів. Структурні елементи Південноукраїнського екокоридору були описані на рівні регіональних екомереж у Дніпропетровській, Миколаївській, Донецькій областях. Прибережноморський (Азово-Чорноморський) природний коридор Азово-Чорноморський літорально-степовий коридор – один з 4 широтних коридорів екомережі України, що пролягає вздовж узбережжя Чорного та Азовського морів і з'єднує цінні приморські території та морські мілководні акваторії, включаючи гирла річок, лимани та затоки. в межах коридору розташовані 3 біосферні («Дунайський», «Чорноморський», «Асканія-Нова») та 2 природні заповідники (відділення «Хомутовський степ» Українського степового та відділення «Лебедині острови» Кримського природного), 8 національних природних парків («тузловські лимани», «нижньодністровський», «Білобережжя святослава», «Джарилгацький», «Азово-сиваський», «Приазовський», «Меотида», «Олешківські піски» та ін.), 2 регіональні ландшафтні парки, 18 водно-болотних угідь міжнародного значення тощо.

У рамках проекту «Формування екомережі Азово-Чорноморського екологічного коридору та збереження цілісності географічних популяцій рослин і тварин в різних ландшафтних елементах (2006–2008 рр.) розроблені рекомендації та підходи до формування екомережі в межах Азово-Чорноморського екологічного коридору. В межах екокоридору виділено 50 ключових територій (25 – національного та 25 – місцевого значення), 128 сполучних територій (13 – національного та 115 – місцевого значення) та 5 буферних територій місцевого значення. Загальна площа складових екокоридору становить 1224771 га. Чорноморський біосферний заповідник, розташований на території та акваторії Херсонської та частково Миколаївської

областей України (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі в Україні у 2018 році»).

Географічно заповідник розташований на північному узбережжі Чорного моря і охоплює акваторію та дрібні острови у Тендрівській і Ягорлицькій затоках (острови Орлов, Смалений, Бабин, Довгий та інші). Чорноморський заповідник створений 1927 році для вивчення й охорони природного середовища, зокрема масового гніздування та міграцій птахів. На час створення його площа становила 27 тис. га., вона збільшилась до 64 806 га (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі за 2006-2010 роки»). Чорноморський заповідник складається з 3 ділянок: лісостепової, приморської та острівної. Фауна заповідника нараховує близько 3500 видів. З них найбільш різноманітні комахи, яких тут відомо близько 2200 видів, павукоподібні - 168 видів, та молюски - 65 видів. Хребетні тварини представлені 462 видами, з яких найбільше різноманітних птахів - їх відмічено 304 види. Фауна плазунів налічує 9 видів і є однією з найрізноманітніших серед заповідників України. За всі роки спостережень у морських водах заповідника виявлено 83 види риб, 313 або близько 50 % видового складу іхтіофауни Чорного моря. Наземна фауна ссавців нараховує 50, а морська - 3 види (Енциклопедія українознавства: Словникова частина: Наукове товариство імені Шевченка; гол. ред. проф., д-р Володимир Кубійович. - Париж; Нью-Йорк: Молоде життя; Львів; Київ: Глобус, 1955-2003). Заповідник відіграє особливу роль у збереженні рідкісних видів птахів. У його межах гніздяться такі рідкісні види, як кулик-сорока, пісочник морський, пухівка, кулик-довгоніг, крех середній, мартин каспійський, орланбілохвіст, дрохва, пелікан рожевий та інші. Загалом на території заповідника гніздяться 110 видів птахів, а решта зустрічаються під час зимівлі та перельотів. Загальна кількість птахів, що зимують у Тендрівській та Ягорлицькій затоках, становить понад 120 тис. особин (Чорноморський біосферний заповідник. Перлина Північного Причорномор'я: науковопопулярне видання.- Херсон: Наддніпряночка, 2013). У зв'язку з великою природоохоронною та науковою цінністю, акваторії цих

заток мають статус водно-болотних угідь з міжнародним значенням, головним чином, як місця оселення водоплавних птахів. Найважливішим для птахів є прибережно-острівний комплекс, на якому зареєстровано 125 видів водно-болотних птахів і де зосереджується до 60-70% загальної кількості морських птахів півдня України (Чорноморський біосферний заповідник. Перлина Північного Причорномор'я: науково-популярне видання. - Херсон: Наддніпряночка, 2013). Заповідник є базовим місцем гніздування мартина середземноморського в Європі. Орнітокомплекс лісостепових ділянок налічує 100-120 видів, з яких тут гніздяться 40; ще 60 використовують ці місцини як кормові біотопи і місця відпочинку. У приморському степу трапляються до 180 видів птахів (Чорноморський біосферний заповідник. Перлина Північного Причорномор'я: науково-популярне видання - Херсон: Наддніпряночка, 2013). Загалом на території заповідника мешкають 29 видів тварин, занесених до Європейського Червоного списку, та 124 види, занесених до Червоної книги України. У межах заповідних акваторій трапляються рідкісні нині морські ссавці: афаліна чорноморська, білобочка чорноморська та тюлень-монах середземноморський. Дніпровський екологічний коридор Дніпровський екологічний коридор - найбільший в Україні меридіальний екокоридор, який проходить переважно по долині р. Дніпра. В межах України його протяжність становить 981 км. Ширина коридору коливається у межах 2-15 км., подекуди, переважно по долинах приток, цей екокоридор розширюється. На Півночі України по р. Дніпро проходить державний кордон з Республікою Білорусь. Для створення концептуальної схеми Дніпровського коридору було вибрано найбільші ділянки долини Дніпра у природному чи напівприродному стані, які мають нинішній чи перспективний охоронний статус ПЗ, а також водно-болотні угіддя міжнародного значення, ІВА-території та території важливі для збереження й відтворення іхтіофауни, включаючи промислові види. У межах Дніпровського коридору розташовані цінні водно-болотні угіддя міжнародного значення (загальна площа 154956 га). До Рамського списку занесені «Дніпровсько-Орільська заплава» (2095 га) у Дніпропетровській області та

«Дельта Дніпра» (33630 га) у Херсонській області (Національна доповідь про стан формування екологічної мережі). Перспективними визнано 7 угідь: «Північно-східна частина Київського водосховища» (28395 га) в Чернігівській області, «Ділянка Дніпра між Києвом та Українкою» (21002 га) в Київській області, «Верхів'я Кременчуцького водосховища» (18394 га) в Черкаській області, «Сульськазатока» (30786 га) та «Кременчуцькі плавні» (5341 га) в Полтавській області, «Білецько- 315 розумовські плавні» (4338 га) та «Верхів'я Каховського водосховища» (10975 га) на території Запорізької області. Дніпровський екологічний коридор поєднує не тільки придніпровські ядра у межах Запорізької області, а й цінні території інших областей України, зокрема прилеглих - Дніпропетровської та Херсонської областей, і навіть держав таких як Білорусь та Росія. По території Запорізької області цей коридор має пролягати уздовж узбережжя Каховського водосховища, Дніпровсько-Розумовських плавнів, порожистої частини Дніпра з прилеглими прибережними яружно-балковими і заплавними комплексами. В його межах знаходяться три ядра національного рівня (Петро-Михайлівське, Розумовське, Каховське) і 1 - регіонального - Енергодарське («Екологічна мережа Запорізької області»). Коломійчук В.П (2008 р.), Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України). Територія Дніпровського екологічного коридору представлена великою кількістю різних типів природних та напівприродних екосистем, завдяки чому тут мешкають представники більш, ніж половини видів фауни та флори України. І хоча загалом флора та фауна України, перш за все в частині вищих рослин та хребетних тварин, вивчені досить добре, конкретні цифри щодо кількості видів певних таксономічних груп можна навести досить приблизно, оскільки не завжди є точна інформація щодо сучасного розповсюдження окремих видів рослин та тварин. Крім того, відбувається інтенсивне проникнення на територію країни нових, чужорідних видів. Так, список вищих водних рослин Дніпровського екологічного коридору налічує не менш, ніж 80 видів, що складає більшу частину водної флори України. В межах коридору, який перетина природні зони, відбувається зміна флористичних

комплексів, а також їхніх раритетних компонентів. Флора вищих судинних рослин, за попередніми підрахунками, складає понад 1000 видів. В сучасній їхтіофауні Дніпра нараховується близько 80 видів риб. До спорудження Дніпро ГЕСу (1932 р.) Дніпровський басейн забезпечував відтворення риб усіх екологічних груп - прохідних, напівпрохідних і жилих водних. Відомо, що прохідні риби піднімалися Дніпром аж до Смоленська. У Дніпрі, особливо, у його порожистій частині, у великій кількості мешкали цінні реофільні види риб, а перетворення Дніпра в межах України на склад водосховищ вкрай негативно вплинуло на них. У той же час відбулося широке розселення видів понто-каспійського та китайського рівнинного фауністичних комплексів, багато з яких зараз є важливими складовими промислового та аматорського рибальства. не менш, ніж 25 видами амфібії та рептилії Дніпровського екокоридору, серед яких низку видів, перш за все змії занесено до Червоної книги України («Червона книга України - рослинний світ». Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України та Національної академії наук України, під загальною редакцією члена-кореспондента Національної АН України Дідуха Я.П., видавництва «Глобалконсалтинг», 2009 року). В межах Дніпровського екологічного коридору також розташовано 25 ІВА територій (Important Bird Areas, або територій, важливих для збереження птахів) загальною площею близько 470 тис. га. Розміри ІВА-територій дуже різними – від 120 тис. га до 200 га. найбільшими з них є Київське водосховище (102400 га), Лісовий масив межиріччя Дніпра та Десни (120 тис.га), Ржищівське (52800 га) та Дніпровсько-Тетерівське мисливські господарства (30627 га) на території Київської області, Сульська затока (27440 га) в Полтавській та Черкаській областях, Самарський ліс (19920 га) у Дніпропетровській області, ділянки Каховського водосховища поблизу с. Василівка (25 тис. га), м. Енергодар (28 тис. га), с. Княже Григорівка (32 тис. га) у Запорізькій та Херсонській областях, дельта р. Дніпро (26 тис. га). Так, уздовж Дніпра та на його водосховищах зустрічається близько 310 видів птахів, у тому числі і рідкісних зальотних видів. Багато з них занесено до Червоної книги України та різних міжнародних червоних списків, або списків

конвенцій («Червона книга України - тваринний світ» Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України та Національної академії наук України, під загальною редакцією члена-кореспондента Національної НА України, видавництва «Глобалконсалтинг», 2009 р.). Видовий склад орнітофауни та чисельність окремих видів птахів значно змінилися під впливом створення каскаду водосховища на Дніпрі. Перш за все, це збільшило кількість мігруючих водоплавних птахів, що є важливим для аматорського полювання області (Національна доповідь про стан формування екологічної мережі). Дніпровський екокоридор є одним з трьох головних міграційних шляхів для птахів в межах в межах України, який двічі на рік - під час весняних та осінніх міграцій - використовується мільйонами птахів. Фауна ссавців Дніпровського екологічного коридору складається приблизно з 80 видів, багато з яких є такими, що охороняються, або, навпаки, є цінними об'єктами для полювання. Кількість видів безхребетних тварин, які мешкають на території Дніпровського екологічного коридору, сягає десятків тисяч і для багатьох таксономічних груп потребує вивчення. Найціннішими для збереження біорізноманіття риб та відтворення промислових запасів є 29 ділянок акваторії р. Дніпра (загальною площею 315800 га). Найбільшими з них є верхів'я Київського водосховища (61 тис. га), пониззя Десни (18100 га) в Чернігівській області, Канівське водосховище на ділянці Київ – Українка (18800 га), сульська затока Кременчуцького водосховища (41800 га), верхня частина (15200 га) та ворсклянська затока (24100 га) Дніпродзержинського водосховища у Полтавській області, Білецько-розумовські плавні Каховського водосховища (8900 га) у Запорізькій області, затока «Нижньорогачицький лиман» Каховського водосховища (5900 га), ділянка нижнього Дніпра від Каховської ГЕС до с. Козачі Лагері (12800 га) 318 та ділянка нижнього Дніпра від гирла Інгульця до с. Геройське (40 тис. га) в Херсонській області (Національна доповідь про стан формування екологічної мережі). Загалом, на території Дніпровського екологічного коридору зустрічається не менш, ніж 300-350 видів тварин та рослин, занесених до Червоної книги України, та 34 рослинних

угруповання із Зеленої книги України. Тут мешкає 14 видів, що внесені до Червоного списку МСОП (ЧС МСОП), 27 видів - Європейського Червоного списку, 14 видів - Додатку I Бернської конвенції. Наведене свідчить про велике значення Дніпровського екокоридору для збереження біорізноманіття, у тому числі і рідкісних видів тварин, рослин та рослинних угруповань. Уздовж Дніпра розташована велика кількість населених пунктів, серед яких такі великі міста, як Київ, Дніпро, Запоріжжя, Черкаси, Херсон, що займають значну площу, мають розвинуту інфраструктуру та потужні індустріальні підприємства. Значний відсоток земель долини Дніпра використовується під сільськогосподарське виробництво. Крім цього, Дніпровські береги та прилеглі водойми є зоною відпочинку для мільйонів людей. Все ускладнює створення Дніпровського екологічного коридору. Для збереження цінних видів рослин та тварин, а також природних ділянок долини Дніпра в межах Дніпровського коридору, створено близько 500 територій та об'єктів ПЗФ різних категорій - заказників, заповідних урочищ, природних заповідників, ландшафтних та національних природних парків тощо.

Одним з кроків проектування Дніпровського екологічного коридору є дослідження сучасного стану ландшафтного та біологічного різноманіття найцінніших його ділянок (ядер) та створення відповідного сучасного каталогу, який стане основою екологічного моніторингу та підґрунтям для розроблення заходів щодо збереження та відновлення даних територій.

Південно-Бузький природний коридор. Південно-Бузький природний коридор є частиною Бузького меридіонального екокоридору, що є транскордонним між Білоруссю, Польщею та Україною. У лісостеповій зоні Південно-Бузький коридор перетинається з Галицько-слобожанським, у степовій зоні – з Південноукраїнським, у дельтовій частині р. Південний Буг – з АзовоЧорноморським. У долині Південного Бугу збереглися ділянки природних та напівприродних біотопів. Розмір ділянок варіює від декількох гектарів до майже 10 тис. га, але найчастіше дорівнює кільком сотням гектарів. Схема екомережі долини р. Південний Буг, басейн якої займає площу близько

65 тис. км² (майже 11 % загальної площі України) і розташований у межах 7 областей (Хмельницької, Вінницької, Київської, Черкаської, Кіровоградської, Одеської, Миколаївської), побудована за принципом просторового зв'язку між природними та напівприродними територіями, зокрема лісовими масивами, степовими та лучними ділянками, болотами, водоймами різного розміру. Проект «Індикативна мапа Південно-Бузького меридіонального екологічного коридору» (Indicative map for Southern Bug meridional river corridor, JWP/Ukr/2005-0) був виконаний НГО «Чорноморська Програма Ветландс Інтернешнл» у рамках спільної програми щодо охорони довкілля Міністерства сільського господарства, природи та якості харчових продуктів Нідерландів та Міністерства охорони навколишнього природного середовища України на 2005–2006 р. За результатами досліджень складено переліки видів тварин та рослин, включені до другого видання Червоної книги України, проаналізовано склад та розташування територій ПЗФ, виявлено найцінніші природні ділянки вздовж Південно-Бузького екокоридору. У межах проєктованого Південно-Бузького екокоридору на території Хмельницької, Вінницької, Кіровоградської, Миколаївської та Одеської 320 областей було виділено 50 природних ядер, важливих для збереження біо- та ландшафтного різноманіття та забезпечення сполучної функції екокоридору. З них 3 ядра – національного значення, 16 – регіонального та 31 – місцевого. До схеми екомережі Південно-Бузького природного коридору у Миколаївській області включено природне ядро національного значення: «Гранітно-степове Побужжя»; регіонального значення: «Кодимське»; «Михайлівський степ», «Андріївське», «Новоодеські плавні», «Себінська балка», «Капустяна балка», «Нижньоінгульське», «БалабанівськоГаліцинівське». Дніпровсько-Бузький лиман - природні регіони-ядра екомереж міжнародного значення Дніпровсько-Бузький лиман входить до переліку природних регіонівядра екомереж міжнародного значення. Відкритий олігогалинний лиман в північній частині Чорного моря, на теренах Херсонської і Миколаївської областей України. Головний порт на лимані - Очаків. Дніпро-Бузький лиман є мілководною затокою Чорного моря, що відокремлений від

нього Кінбурнською косою. Сполучається лиман з морем Кінбурнською протокою, через яку і здійснюється водообмін. На сході лиман межує з гирлом Дніпра, на півночі поступово переходить у р. Південний Буг (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі»). За розмірами Дніпро-Бузький лиман є найбільшим на Чорному морі. Його площа становить 800 км², об'єм води - 3 км³. Лиман є мілководним, його середня глибина становить 3,5-4 м («Екологічний паспорт Херсонської області за 2017 рік»). Дніпро-Бузький лиман інколи розглядають як дві водойми - Дніпровський та Бузький, але чіткої межі між ними немає. Якщо межі Дніпровської частини лиману є доволі чіткими, то верхня межа Бузької частини є дискусивною. Найчастіше цю межу проводять по Варварівському мосту, що в м. Миколаїв. Довжина Бузького лиману 47 км, ширина — 11 км, площа 162 км². Ступінь мінералізації лиману - солонуватий («Екологічний паспорт Херсонської області за 2017 рік»). Складається лиман з витягнутого в субширотному напрямку Дніпровського лиману (довжина 55 км, завширшки до 17 км), а також Бузького (завширшки від 5 до 11 км) та колінчастого Бузького лиману, витягнутого в субмеридіональному напрямку, довжиною 47 км. Середня глибина 6-7 м, найбільша - 12 м (т. зв. Станіславська яма). Дніпро-Бузький лиман утворився під час трансгресії (трансгресія - наступ моря на суходіл під час занурення земної кори) морських вод Чорного моря у нижній течії Дніпра та Південного Бугу. З Чорним морем лиман з'єднується протокою 3,6 км завширшки (між Очаківським мисом та Кінбурнською косою). Південне узбережжя має низькі, піщані береги; північне - здебільшого, високі (до 20-35 м) обривисті береги, складені з глинисто-піщаних порід, на окремих ділянках зустрічаються піщано-мушлеві коси. Дно біля кіс піщане, на глибині вкрите суглинисто-піщаними мулами (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі). Поверхневий стік у лиман складається зі стоку таких річок: Дніпро - 93,5 %; Південний Буг - 5,7%; Інгул - 0,5 %; Інгулець - 0,3%. Середня солоність води Дніпровсько-Бузького лиману становить 3,6% (до побудови Каховського водосховища - близько 2%). Але в різних районах лиману, в залежності від

переважання прісних річкових чи морських водних мас, солоність відрізняється: – східний район (дніпровський) – 1-3,3 (буває менше 1% - за значних попусків з Каховського водосховища); – центральний - 1-6%; – західний - 1-11%; – бузький - 2-10%.

Найбільші показники солоності характерні для періоду липень - грудень, коли скорочуються попуски з Каховського водосховища. Характерним є проникнення в лиман чорноморської води придонним шляхом (середньорічна солоність придонних шарів 4,3%). Близько 25-30% річного стоку Дніпра та Південного Бугу використовується на зрошення та водопостачання, що обумовлює збільшення солоності води лиману. Внаслідок цього погіршуються умови життя та нересту окремих видів промислових риб, а також життя річкових видів фіто- і зоопланктону. Дніпровсько-Бузький лиман має важливе транспортне та рибпромислове значення; його узбережжя - рекреаційний район. Для збереження природи лиману використовують додаткові попуски води з Каховського водосховища, укріплення й озеленення узбережжя. Частина акваторії Дніпровсько-Бузького лиману розташована у межах Чорноморського біосферного заповідника. Характеристика річки Південний Буг - річка на південному заході України. Бере початок на Поділлі і впадає до Бузького лиману Чорного моря. Друга за довжиною річка після Дніпра, і найдовша з тих, що течуть винятково територією України - довжина її 806 км. Протікає західними, центральними і південними областями держави (Хмельницька, Вінницька, Кіровоградська, Одеська та Миколаївська області) через фізико-географічні зони лісостепу і степу. Тут на поверхню виходить найдавніше в Україні геологічне утворення - Український кристалічний щит, завдяки якому Південний Буг відомий своїми порогами (Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу: Монографія / За ред. В. К. Хільчевського. - К.: Ніка-центр, 2009). Басейн Південного Бугу розташований в межах трьох геоструктурних районів: верхня частина басейну розміщена на Волино-Подільській височині, середня його частина - в межах Придніпровської височини, нижня течія належить до Причорноморської низовини. У верхній

частині, тобто з місця її джерела річка тече багнистою долиною, що також відбивається на забарвленні води. Градієнт у цій ділянці становить лише 0,37 м/км, а швидкість течії - до 0,5 м/с. У середній частині вона прорізує кристалічний гірський масив, а нахил зростає (до 0,92 м/км), коли Буг пробивається крізь скелі (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі). У межах Волино-Подільської і Придніпровської височини рельєф басейну рівнинний; тут водозбір являє собою плато, дуже розчленоване глибоко врізаними річковими долинами і балками, сильно еродоване. У верхній частині водозбір розчленований мережею ярів та балок, глибина ерозії 50-100 м. У середній частині водозбору глибина ерозії сягає 100-200 м, а густина яруго-балочної мережі 0,50-1,0 км/км². Для нижньої частини водозбору характерними є плоский рельєф з численними западинамиблюдцями. Рівнина середньо розчленована з глибиною ерозії 50-100 м, густина яруго-балочної мережі 0,50-0,75 км/км². В основі плато залягають давні кристалічні породи (граніти, гнейси), в багатьох місцях виходять на денну поверхню, але часто перекриті плащем морських і континентальних третинних відкладів (піски, глини, мергелі). Верхню частину геологічного розрізу, становлять четвертинні відкладення. Розповсюджені вони усюди, і відсутні лише на невеликих ділянках, де оголюються корінні породи. У берегових обривах оголюються шари ґрунтів і гірських порід, нерідко дуже давніх. Із сучасних геологічних процесів у межах басейну Південного Бугу найбільшого поширення набула ерозійна діяльність, заболочування, зсувні процеси, еолова діяльність (еолові лесси), ерозія землі і локально-карстові явища. В басейні на кристалічному фундаменті, розташовані водоносні горизонти палеогена, неогена, сарматських, торонських відкладів і інших, перекритих горизонтами четвертинних відкладів. Водоносний горизонт останніх, широко використовується для сільськогосподарського, а також централізованого водопостачання населених пунктів. Основним джерелом якісного водопостачання багатьох населених пунктів, є води кристалічних порід докембрію, розповсюджені в тріщинуватих зонах повсюдно в межах

Українського кристалічного щита. Мінералізація вод всіх водоносних горизонтів збільшується на південний схід басейну, досягаючи значень 1,5 г/дм³ і більше (Миколаївська область). За характером ґрунтового покриву басейн Південного Бугу відноситься до лісостепу та степу. Поверхневий покрив складається із лесів і лесовидних суглинків, чим пояснюється перевага пилеватих легкосуглинистих і піщаносередньосуглинистих ґрунтів. Ґрунти переважно сірі опідзолені, у верхів'ї місцями чорноземні.

Ґрунти в верхній частині басейну представлені світло-сірими суглинками. Центральну частину басейну вкривають малогумусні чорноземи. На підвищених місцях рельєфу залягають опідзолені чорноземи. Сучасний ґрунтовий покрив верхньої та середньої частин басейну Південного Бугу сформувався під впливом взаємодії ґрунтоутворюючих порід, рослинного покриву, рельєфу, клімату та господарської діяльності людини. В основному ґрунти сформувалися на карбонатних лесових відкладах. На рівнинних ділянках басейну під покривом степової рослинності утворилися чорноземи глибокі, а на ділянках під лісовою рослинністю виникли лесові опідзолені ґрунти. На алювіальних відкладах в долинах річок утворилися лучні та торфово-болотні ґрунти. Світло-сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені поширені в верхній і середній частині басейну. Світло-сірі ґрунти найбільше опідзолені та найменш гумусовані серед лісостепових опідзолених ґрунтів. Гумусо-елювіальний горизонт чорноземів опідзолених неглибокий (до 35 см). На південь від лінії, що проходить через Балту - Первомайськ (на правобережжі Кодими) розташована зона різнотрав'яного степу. Ґрунтовий покрив тут представлений чорноземами, сформованими на важких суглинисто-лесових породах. В районі нижче м. Первомайська до с. Олександрівка Миколаївської області переважають чорноземи мало та середньогумусні, важко та легкосуглинисті. В пониззі Південного Бугу вони переходять в чорноземи слабосолонцюваті та каштанові ґрунти. Одним із основних чинників, від яких залежить гідрологічний режим басейну, нарівні з кліматичними, ґрунтово-геологічними і геоморфологічними є рослинний покрив. Рослинність кількісно

та якісно перерозподіляє опади, що поступають на землю, і дуже змінює гідрологічний режим території. Більша частина басейну Південного Бугу знаходиться в межах лісостепової зони і має досить багатий і різноманітний рослинний світ, що зумовлено передусім сприятливим кліматом, рельєфом та родючими ґрунтами. Природна рослинність займає тут 12% усієї площі. Із них 11% припадає на ліси, близько 1% на луки і 0,5% - на болота. Рослинність північно-західної частини басейну представлена молодими і середньовіковими широколистяними лісами, які розташовані окремими масивами. Найпоширенішими породами дерев є дуб, граб, ясен, клен, липа, в'яз, вільха. З кущів та чагарників можна зустріти ліщину, шипшину, жимолость, скумпію та інші. На південь ліси поступово змінюються на лісостеп і степ, спочатку ковилово-різнотравний, а потім ковилово-типчаківий. Степова рослинність представлена засушливими бобово-злаковими різнотравними асоціаціями - тимофіївкою, фіалкою, суницею, медункою, пирієм, волошкою, ковилою, кропивою та ін. В цілому, лісистість басейну становить близько 7%, заболоченість - 2%. Орними землями зайнято близько 70% території водозбору. Усі ліси, розташовані в басейні, розподілені на дві групи. В першу групу входять зелені зони навколо міст, інших населених пунктів і промислових підприємств, ґрунтозахисні лісосмуги, водоохоронні прибережні захисні смуги, а також захисні лісові смуги уздовж залізних та шосейних доріг (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі).

До другої групи відносяться експлуатаційні ліси, де допускається рубка, але не більше річного приросту. Ліси першої групи займають в басейні Південного Бугу 73% загальної площі лісового фонду, ліси другої групи - 27%. На частині басейну Південного Бугу, що зайняті орними землями, обробляються, вирощують культурні види рослин: пшеницю, цукрові буряки, кукурудзу, жито, горох, гречку, картоплю та інші. У флорі басейну є ряд ендемічних видів (рослини, що зустрічаються тільки на даній території): волошка савранська, козельці великі та інші. Можна знайти і реліктові види: хвоц великий, бруслина мала, медунка м'якенька та інші. Для їх збереження створюються нові

об'єкти природно-заповідного фонду. Водорості річки, представлено, в основному, роголисником (куширем), який не має коріння та запилюється під водою, різухою морською, лепехою, рдесником, білим лататтям, занесеним до Червоної книги України, глечиками жовтими, ряскою та іншими. По берегах, та на мілинах, росте переважно очерет та рогоз. Серед тварин, можна зустріти: річкову видру, ондатру, нутрію, раків, водяного вужа, черепаху, п'явку; основними мешканцями прибережних вод, є: норець, крижень, лиска, чирянка велика, крячок, бугайчик, очеретянка, мартин сріблястий, мартин жовтоногий, баклан, лунь очеретяний, сіра чапля, а також, лелеки, лебеді, чепура велика, мала біла чапля; основними видами риб, є: бичок, тарань, карась, короп, плітка, краснопірка, щука, окунь, сонячний окунь, лящ, плоскирка, білий амур, товстолобик, сом, судак. Навесні, до Південного Бугу, на нерест з Чорного моря, заходить оселедець чорноморський (пузанок), а восени може заходити кефаль-лобан, залежно від солоності води, іноді заходять поодинокі дельфіни (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі).

На Бузі (навпроти Костянтинівки), існують величезні, розтягнуті на сотні метрів, місця гніздування крячків річкових, які роблять плавучі гнізда прямо на лататтях, і величезні коропи цим користуються. Пороги Південного Бугу на півночі Миколаївської області в формуванні клімату басейну Південного Бугу важливу роль відіграє циркуляція атмосфери, з якою пов'язані переміщення повітряних мас з Атлантики, Арктики і Середземномор'я (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі). У верхів'ї та в середній частині басейну клімат помірно континентальний. Клімат південних районів перебуває під впливом Чорного моря і в нижній течії річки повільно переходить в посушливий. Значна протяжність території басейну з північного заходу на південний схід спричиняє помітні відмінності в розподілі температури повітря. Середня річна температура повітря змінюється від 7,1°C до 10,0°C.

Середня багаторічна температура повітря у верхній і середній частинах басейну коливається в межах 7,1-8,1°C. Максимальна температура літом сягає

39 °С, мінімальна температура в холодні дні зими - до -38°С. Для цієї частини басейну зимовий сезон характеризується опадами у вигляді снігу, частими туманами. Середня висота снігового покриву становить від 10 до 15 см. В окремі роки зима буває стійка і сувора. Весна відрізняється різким переходом від потепління до похолодання, від сухої погоди до дощової. У травні починає розвиватися грозова діяльність. Погодні умови літнього сезону відмічаються значним підвищенням температури, великою кількістю ясних днів, збільшенням кількості опадів, активної грозової діяльності. Період осіннього сезону, особливо в другій половині, характеризується великою кількістю похмурих днів, тривалими опадами і туманами.

Річна норма опадів в верхній та середній частинах басейну становить від 669 мм до 550 мм, поступово зменшуючись з півночі на південь. Нижня частина басейну річки Південний Буг розташована в межах степової зони України з помірно-континентальним кліматом, для якої характерні тепле літо і м'яка нестійка зима. Середньорічна температура повітря тут коливається від 8,0°С до 10,0°С. Максимальна температура повітря, до 40°С, спостерігається в липні-серпні. Мінімальна температура повітря до мінус 35°С відмічається в січні. В нижній частині басейну сніговий покрив встановлюється в другій половині грудня і руйнується в кінці лютого - на початку березня. Середня висота снігового покриву 5-8 см. Глибина промерзання ґрунту в середній та нижній частині басейну становить 20-50 см. Річна кількість опадів в нижній частині басейну становить від 470 мм до 540 мм. Відносна середньорічна вологість повітря становить 60-65 %.

Норми випаровування з водної поверхні становлять у верхів'ї і середній частині басейну 530-625 мм, в пониззі - 800-900 мм. Переважаючими вітрами в басейні є вітри північно-західних напрямів. Середньорічна швидкість вітру становить від 3 до 4,4 м/с, максимальна - перевищує 30 м/с. Гідрологія Живлення річки Південний Буг відбувається за рахунок талих вод у весняний і зимовий періоди та дощових опадів в літній. Підземні стоки в басейні незначні. Рівневий режим річки характеризується явно вираженою весняною повінню,

низькою літньою меженню, яка іноді переривається при проходженні дощових паводків та осінньо-зимовими підйомами води. Річка славиться значними припливами з моря (у районі Миколаєва, до 40 сантиметрів), коли вода доволі швидко може залити велику площу, а відтак знову звільнити. Пік весняної повені сягає максимального значення в другій половині березня. Літньо-осіння межень встановлюється в середині травня на початку червня. Найменші рівні спостерігаються в липні-серпні, на пригирловій ділянці - в вересні-жовтні. Найнижчі рівні зимової межени спостерігаються в кінці грудня - в першій половині січня. Середньорічна витрата води р. Південний Буг біля с. Олександрівка (в районі Південно-Української АЕС) становить 92,1 м³/с. Мінералізація води у цьому створі становить: весняна повінь - 600 мг/дм³; літньо-осіння межень - 674 мг/дм³; зимова межень - 701 мг/дм³.

У верхній течії Південний Буг замерзає в кінці листопада - на початку грудня. В середній та нижній течії - у другій половині грудня, хоча бувають роки, коли річка не замерзає зовсім. Льодостав малостійкий, середня товщина льоду змінюється від 15 до 35 см, максимальна сягає 80 см. Скресання річки проходить в другій половині березня в верхній течії та в першій половині березня в нижній і середній течії. Очищення річок басейну від льоду відбувається в кінці березня на початку квітня. Особливістю Південного Бугу є те, що ця річка фактично має лише одну велику притоку - р. Синюху, яка утворюється внаслідок злиття річок Велика Вись та Тікич (басейн якої складається з двох основних приток - Гнилий і Гірський Тікич). Площа басейну Синюхи становить 16725 км² (26% від усієї площі водозбору Південного Бугу). В Південний Буг Синюха впадає в межах м. Первомайськ. Місцями утворює пороги та перекати. 330 Серед інших приток можна виокремити річку Інгул (площа басейну - 9890 км²), яка насамперед відзначається своєю довжиною - 354 км. Фактично річка впадає в Бузький лиман в межах м. Миколаєва (Національна доповідь про стан формування національної екологічної мережі за 2006-2010 роки»).

Екомережі Миколаївської області. Рішенням Миколаївської обласної ради затверджено Цільову програму розвитку екологічної мережі Миколаївської області на період до 2015 року (Вісник аграрної науки Причорномор'я «Реалізація концепції екомережі в регіональному аспекті», 2013 р. УДК 504.54.0624). Згідно інформації, що у вільному доступі Управління екології та природних ресурсів Миколаївської облдержадміністрації по території області проходять чотири коридори загальнодержавного значення: широтні - Приморсько-степовий, Степовий та меридіональні - Бузький, Дніпровський коридори. По притоках великих річок різних порядків проходять екологічні коридори місцевого значення (Довідник найцінніших територій та об'єктів у межах Арбузинського, Доманівського районів Миколаївської області та м. Южноукраїнськ. – серія: Діаманти Бузько-степового біосферного ядра національної екомережі/за ред. Коломієць Г.В., Мовчана Я.І.: Громадська організація «Веселий Дельфін», 2008). Об'єкти природно-заповідного фонду області та водно-болотні угіддя міжнародного значення виступають ядрами екологічної мережі різного рівня. До природних ядер загальнодержавного значення віднесені національні природні парки «Білобережжя Святослава», «Бузький Гард», природний заповідник «Єланецький степ», ділянки Чорноморського біосферного заповідника, регіональні ландшафтні парки «Тилігульський», «Приінгульський» та інші об'єкти, до природних ядер місцевого значення – інші існуючі та перспективні території природно-заповідного фонду (ПЗФ), що відповідають критеріям ядер екомережі.

На території Миколаївської області офіційний статус водно-болотних угідь міжнародного значення (ВБУ), що є обов'язковими структурними елементами національної та європейської екомережі, надано двом ділянкам - це «Тилігульський лиман» та «Ягорлицька затока». Згідно листа Управління екології та природних ресурсів планованої Миколаївської облдержадміністрації від 28.02.2019 року № 01-04/1078-06 територія планованої діяльності розташована в безпосередній близькості до меж об'єктів природно-заповідного фонду, які є ключовими територіями загальнодержавного значення екологічної

мережі. Це національний природний парк «Білобережжя Святослава», Чорноморський біосферний заповідник, регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса» та регіональний ландшафтний парк «Тилігульський». Національний природний парк «Білобережжя Святослава», Чорноморський біосферний заповідник, регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса» сумісно повністю охоплюють територію Кінбурнського півострова та прилеглу акваторію в межах Миколаївської області (Управління екології та природних ресурсів планованої Миколаївської облдержадміністрації).

Також, територія планованої діяльності у Миколаївській області знаходиться в межах екологічних коридорів загальнодержавного значення - Прибережно-морський (широтний), Бузький та Дніпровський субмеридіан (Управління екології та природних ресурсів планованої Миколаївської облдержадміністрації). Екомережі Херсонської області. Херсонська область - це окремий природний регіон, який включає об'єкти природно-заповідного фонду та інші території, що оберігаються конвенціями, угодами, договорами і забезпечують збереження ландшафтів і біорізноманіття. На її території розташовані елементи екологічної мережі, які мають загальнодержавне значення.

Регіональна екологічна мережа Херсонської області включає елементи екологічних мереж різних рівнів – міжнародного (Всеєвропейська екомережа), загальнодержавного (Національна екомережа України), регіонального і локального (місцевого).

Для визначення складових елементів регіональної екологічної мережі Херсонщини та їх ув'язки з складовими екомереж міжнародного та національного рівнів (згідно Генеральної схеми планування території України) на території області виділяються:

- 1) природні регіони, де зосереджені існуючі та перспективні природнозаповідні території;
- 2) основні комунікаційні елементи регіональної екологічної мережі (природні коридори) в складі національної екологічної мережі:

а) широтні – смуга прибережно-морських природних ландшафтів Чорного та Азовського морів, яка входить до складу Прибережно-морського природного коридору Всеєвропейської екологічної мережі, та зона сухостепових ландшафтів Присивасько-Приазовської і Нижньодніпровської терасово-дельтової низовинної області, які стануть складовою Південноукраїнського природного коридору в складі національної екологічної мережі.

б) субмеридіональні елементи регіональної екологічної мережі у складі національної екологічної мережі – Дніпровський природний коридор представлений природно-територіальними комплексами, що формуються вздовж долини Дніпра. Отже, елементами Всеєвропейської екологічної мережі на території Херсонщини є природний регіон Сухостепова екостабілізуюча зона та Прибережно-морський природний коридор. Основними елементами національної мережі України, які розміщені в межах Херсонщини, є такі природні регіони та природні коридори:

- Чорноморський природний регіон;
- Азовський природний регіон;
- Таврійський природний регіон;
- Південно-український природний коридор;
- Дніпровський природний коридор.

Д.2.5.17 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на водно-болотні угіддя. Річки та водойми України завжди були і є осередком життя флори, фауни та людини. Сьогодні, серед найбільших загроз рікам та водоймам можна назвати знищення водно-болотних угідь, які є унікальними і надзвичайно корисними для людини природними системами з дуже багатим рослинним і тваринним світом. Згідно зі статті 1 Конвенції з водно-болотних угідь, яка є міжнародною угодою підписаною 2 лютого 1971 року у м. Рамсар (Іран, південне узбережжя Каспійського моря) під водно-болотними угіддями розуміють райони маршів, боліт, драговин, торфовищ або водойм – природних або штучних, постійних або тимчасових, стоячих або проточних, прісних, солонкуватих або солоних, включаючи морські акваторії, глибина яких не

перевищує шість метрів. Такі мілководні водойми та заплави відіграють дуже важливу роль для людини – вони очищують воду, виділяють багато кисню, є домівкою для багатого біорізноманіття, захищають від повеней тощо. Згідно «Водного кодексу України» (із змінами від 29.10.2019 р. №233-IX, а введений в дію з 21.01.2020 р.) водойми є національним надбанням народу України, однією з природних основ його економічного розвитку і соціального добробуту. В умовах зростання антропогенних навантажень на довкілля, виникає необхідність розроблення і додержання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту (Екологічна мережа Запорізької області» Коломійчук В.П., Воронка В.П., Демченко В.О.). У середині минулого століття береги деяких водойм та ВБУ України, були відрізані дамбами, а більшість заплавної землі та островів перетворилися на сільськогосподарські угіддя, водний режим озер став регульованим. Все це призвело до того, що більшість функцій ВБУ були втратили свою актуальність, а природні процеси призупинилися чи були змінені. Для збереження водно-болотних угідь потрібна міжнародна угода тому, оскільки їхня деградація та зникнення мають глобальний характер, у зв'язку з тим, що значна частина водно-болотних угідь розташовані на територіях кількох держав. Наприклад, водозбірний басейн Дніпра розташовано на території Росії, Білорусі та України; басейн Дунаю охоплює 14 країн Європи. Негативний вплив на водно-болотні угіддя однієї країни може поширюватися далеко за її межі. Збереження багатьох видів тварин, перш за все мігруючих риб та птахів, потребує скоординованих зусиль багатьох країн. Так, сьогодні, загальноосвітньою платформою для співпраці та координації дій багатьох держав, спрямованих на збереження та відновлення водно-болотних угідь служить Рамсарська конвенція, яка є першою глобальною угодою з охорони та збереження природних ресурсів. Повна назва Рамсарської конвенції – «Конвенція з водно-болотних угідь міжнародного значення, як середовища перебування водоплавних птахів», відображає початкову мету угод – зберегти водно-болотні угіддя, як середовища для водоплавних птахів. Поступово мету

Конвенції було розширено і сьогодні вона охоплює всі аспекти збереження і збалансованого використання водно-болотних екосистем, цінних для збереження біологічного різноманіття та забезпечення існування людини. Метою цієї угоди є «збереження та раціональне використання водно-болотних угідь шляхом місцевих, регіональних і національних дій та міжнародної співпраці, які будуть складовою досягнення збалансованого розвитку світу». Саме деградація водно-болотних угідь та їхнє зникнення мають глобальний характер. Адже велика кількість водно-болотних угідь розташовані на територіях декількох держав. Наприклад, водозбірний басейн Дніпра розташовано на території Росії, Білорусі та України; басейн Дунаю охоплює 14 країн Європи. Так, станом на 2010 рік до Рамсарської конвенції приєдналося 160 країн світу. Негативний вплив на водно-болотні угіддя однієї країни може поширюватися далеко за її межі. Збереження багатьох видів тварин, перш за все мігруючих риб та птахів, потребує скоординованих зусиль багатьох країн. Рамсарська конвенція, є загальносвітовою платформою для співпраці, забезпечує координацію зусиль багатьох держав щодо збереження та відновлення водно-болотних угідь, створення єдиних методичних підходів до цього, стимулює обмін інформацією та розповсюдження екологічних знань. Станом на 2010 рік до Рамсарської конвенції приєдналося 160 країн світу (Міністерство екології та природних ресурсів України). Слід зазначити, що офіційна дата приєднання України до Рамсарської конвенції – 1 грудня 1991р. Водно-болотні угіддя Миколаївської області. На Миколаївщині болота займають незначну площу та розміщені здебільшого в заплавах річок. Це плавні гирлової області Південного Бугу й Інгулу площею 31 км². Заболоченість спостерігається у пониззі деяких лиманів (Тилігульського, Тузли, Аджигольського). В межах Миколаївської області розташовано два водно-болотних угіддя (ВБУ) міжнародного значення, які з 1995 року мають офіційний статус – «Тилігульський лиман» та «Ягорлицька затока». Водно-болотне угіддя «Тилігульський лиман» розташоване на межі Миколаївської та Одеської областей та займає акваторію Тилігульського лиману та прибережні

схили. Загальна площа угіддя становить 26 тис.га, з них понад 8 тис. га розташовані в межах Миколаївської області. Частина водно-болотного угіддя входить до складу природно-заповідного фонду – регіонального ландшафтного парку «Тилігульський». Акваторія Тилігульського лиману, прибережні коси, солоні озера пересипу є важливою територією для розмноження, годівлі, міграцій багатьох видів птахів. Тут зафіксовано більше 200 видів птахів, в т.ч. ті, які занесені до Червоної книги України: колпиця, чернь білоока, ходуличник, кулик-сорока та ін. У складі флористичних комплексів багато рідкісних і таких, що зникають видів рослин, які занесено до Червоної Книги України: підсніжник Ельвеза, ковили українська, Граффа, шорстка, Лессінга, тюльпани Шренка та бузький. Водно-болотне угіддя міжнародного значення «Ягорлицька затока» розташоване в Миколаївській та Херсонській областях, загальна площа становить 34,0 тис.га, з них 10,6 тис.га - на Миколаївщині. Угіддя в межах області займає акваторію Ягорлицької затоки, частину Кінбурнського півострову, де зосереджені численні озера, острови Довгий і Круглий, що знаходяться у південно-західній частині Ягорлицької затоки і є ділянками Чорноморського біосферного заповідника. Тут знаходяться цінні нерестовища багатьох видів риб, це - середовище існування значної кількості птахів, можна побачити пеліканів, чапель, гагу, орлана-білохвоста та інших рідкісних видів. Частина водно-болотного угіддя входить до складу природнозаповідного фонду – регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська коса» та національного природного парку «Білобережжя Святослава». Водно-болотні угіддя Запорізької області. На території Запорізької області розташовано 5-ть водно-болотних угідь міжнародного значення – «Молочний лиман», «Коса Обіточна та затока Обіточна», «Гирло р. Берди, 362 коса Бердянська та затока Бердянська», «Архіпелаг Великі і Малі Кучугури» та «Заплава Сім Маяків», на які складено та затверджено паспорти. Загальна площа водно-болотних угідь області складає 36014,25 га. (Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2019 році, Департамент екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації). В

межах територій всіх водно-болотних угідь області розташовані території об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного значення, а саме – заказники «Коса Обіточна», «Молочний лиман», «Заплава р. Берда», «Великі та Малі Кучугури», Приазовський НПП, НПП «Великий луг» (Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2019 році, Департамент екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації). На територіях водно-болотних угідь «Молочного лиману» та «Гирло р. Берди, коса Бердянська та затока Бердянська» знаходяться такі значущі природні комплекси екологічного коридору, як залишки цілинних земель, літоральні і аквальні комплекси лиманів та Азовського моря, гирла малих степових річок, плавневі та галофітні ценози (Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2019 році, Департамент екології та природних ресурсів Запорізької обласної державної адміністрації). Водно-болотні угіддя Дніпропетровської області (міжнародного значення).

Згідно «Екологічного паспорту м. Дніпро року» місто розташоване в центральній частині Дніпропетровської області, в межах степової зони. Територія розташована на межі Дніпровсько-Орільського та Сурсько-Дніпровського фізико-географічних районів. Така ситуація обумовлює складність рельєфної будови території. Лівобережна частина представлена заплавно-рівнинним рельєфом з абсолютними відмітками поверхні 51,0-72,6 м. Правобережна частина представлена рівнинно- водороздільним рельєфом сильно розчленованим (0,8-0,9 км/км²), з перепадом висот 51,0-180,0 м. В межах правобережжя нараховується біля 17 основних балок і більше 20 ярів. Найбільші із них – Тонельна, Красноповстанська, Запорізька, Аптекарьська, Сухий яр, Діївська. В межах заплавних територій поширені лучно-чорноземні, лучні, лучноболотні різного ступеня засоленості ґрунти. Дані ґрунти характеризуються низьким вмістом гумусу, але досить високою родючістю. Для ведення зеленого будівництва придатні без обмежень. Водно-болотне угіддя «Дніпровсько-Орільська заплава» 2,56 тис. га - це 68% від загальної

площі території природного заповідника «Дніпровсько-Орільський». Заповідник розташований на двох терасах Дніпра. Це унікальна територія природно-заповідного фонду України розташована в центрі сучасного індустріального регіону, і тому становить надзвичайну цінність для збереження природи, створений на виконання постанови 15 вересня 1990 р. № 262 «Про створення природного заповідника «Дніпровсько-Орільський у Дніпропетровській області» з метою збереження унікального ландшафту долини р. Дніпра та посилення охорони рідкісних видів флори і фауни. Дніпровсько-Орільський природний заповідник створено на базі загальнозоологічного та орнітологічного заказників «Таромський уступ» та «Обухівські плавні». Дніпровсько-Орільський природний заповідник – це своєрідний острів майже незміненої дикої природи, що розташований в оточенні агроіндустріального ландшафту і між двома містами – Дніпро (в межах Петриківського та Дніпровського районів Дніпропетровської області) і Кам'янське. У заплаві переважають середньозаплавні ліси (осокирники, білотополівники, біловербняки, в'язочернокленові діброви). Також є вологі та сухі луки (костриця східна, лисохвіст лучний, куничник наземний), система заплачних озер з великою кількістю проток, заболочених ділянок, островів (очерето-рогозові та осокові болота, угруповання верби попелястої, на косах та невеликих островах – угруповання осоки колхідської і шелюжники). Є тут і ділянки піщаного степу та солончакової рослинності.

Згідно інформації офіційної сторінки «Асоціації природних територій України» у рослинному покриві заповідника переважають ліси, біля 89 % яких належать до довготривалозаплавних. З них найпоширенішими є дубові ліси татарськокленові з переважанням яглиці або конвалії. Тут зараз зростають зірочник лісовий, розхідник шорсткий, маруна щиткова, грястиця збірна, медунка темна та фіалка дивна. Крім дубових, незначні площі займають ліси з верби білої, тополі білої, осокора або вільхи. Значну частку у рослинному покриві заповідника становлять рідкісні угруповання, занесені до Зеленої книги України: діброви татарськокленові, формація ковили дніпровської, угруповання

сальвінії плаваючої, водяного горіха плаваючого, куширу донського, латаття білого, глечиків жовтих. Флора заповідника представлена 731 видом судинних рослин, 34 – мохоподібних, 25 – лишайників. З них до Червоної книги України занесено 13 видів, а саме: зозулинець болотний, зозулинець шоломоносний, коручка болотна, тюльпан дібровний, рястка Буше, шафран сітчастий, сон чорніючий, ковила дніпровська, водяний горіх плаваючий (дніпровський), сальвінія плаваюча, пальчатокорінник травневий, до Європейського червоного списку – 3: жовтозілля дніпровське, козельці дніпровські та кушир донський. Також, у межах заповідника охороняються 64 види рослин, віднесених до рідкісних видів Дніпропетровської області. Загальна кількість видів природної фауни, зареєстрованих у заповіднику, становить більше 2000, серед яких 30 видів ссавців, 162 – птахів, 6 – плазунів, 9 – земноводних, 45 – риб. Серед безхребетних найрізноманітнішими є комахи, їх під час інвентаризації фауни було відзначено близько 1500 видів, у заповіднику є 24 види молюсків, 92 – ракоподібних, 3 – губок, 3 види кишковопорожнинних. Значна площа акваторій заповідника (близько 30 % від його загальної площі) обумовила рибне багатство цих водойм. З 54 видів риби, які відзначено в Дніпровському водосховищі, в водоймах парку за час його існування зареєстровано 45 видів риби, які належать до 13 родин. Найбільший видовий склад та чисельність риби мають водойми Таромського уступу та руслової частини р. Дніпра. Водоймища заповідної території відіграють значну роль у відтворенні та нагулі молоді риби усієї верхньої частини Дніпровського водосховища, оскільки інші заплавні системи верхів'я водосховища зазнали значної антропогенної трансформації. Найпоширенішими є щука, плітка, бобирець, краснопірка, верхівка, лин, верховодка, плоскирка, лящ, гірчак, карась сріблястий, щипавка, судак, окунь, бичок-цуцик. Тут живуть такі види, як ялець, бобирець, підуст, синець, чехоня, миньок та колючка триголкова, що входять до Червоного списку Дніпропетровської області, трапляється стерлядь – вид, занесений до Червоної книги України. Для земноводних природні умови заповідника є оптимальними. Тут живуть тритон гребінчастий, жерлянка червоночерева, часничниця

звичайна, ропуха зелена, квакша звичайна, жаба гостроморда та ін. Із плазунів трапляються черепаха болотяна, ящірка прудка, вуж звичайний і водяний, а із рідкісних видів – мідянка і гадюка степова. Орнітофауна є дуже різноманітною. За період існування заповідної території відзначено перебування 171 видів птахів. Територія заповідника є місцем концентрації птахів на гніздуванні та в період сезонних міграцій. Частка навколводних та водно-болотних птахів із загального числа видів становить 35 %, хижих – 9 %, інших – 56 %. Найповніше представлені горобцеподібні – їх у заповіднику зареєстровано 75 видів. На сьогодні на території парку відзначено 10 видів птахів, які занесені до Червоної книги України. До них належать орлан-білохвіст, скопа, зміїд, гоголь, чернь білоока, коловодник ставковий, кулик-сорока та журавель сірий. В заплавної частині розташована найбільша в регіоні колонія сірої чаплі. До Європейського Червоного списку занесено 2 види птахів. Дніпровсько-Орільська заплава віднесена до водно-болотних угідь міжнародного значення. Сьогодні у межах заповідника виявлено 38 видів ссавців, серед яких 6 видів занесено до Червоної книги України: велетенська вечірниця, мала вечірниця, борсук, горностай, видра річкова, мишівка степова. Тут охороняють також 22 види тварин, що підлягають особливій охороні і занесені до 2-го додатку Бернської конвенції. Із аборигенних видів мешкають їжак білочеревий, вовк, лисиця, заєцьрусак, річковий бобер, кабан дикий, козуля та лось європейський, із інтродукованих видів – єнотовидний собака, ондатра, вівірка звичайна та плямистий олень. До Червоної книги України занесено такі види комах: совка розкішна, бражник дубовий, ведмедиця велика, дозорець-імператор, жужелиця угорська, жук-олень, ксилокопа звичайна, пістрянка весела, подалірій, сколія степова, цератофій багаторогий та ін., загалом 18 видів (при описі заповідника також використано інформацію з офіційної сторінки Дніпровської ОДА та інших наукових видань).

Водно-болотні угіддя Херсонщини. Водно-болотні угіддя області виконують роль своєрідного екологічного коридору між Дунаєм і Доном вздовж північно-західного кордону Чорного моря і слугують важливими

місцями для зимівлі та годівлі мільйонів водоплавних птахів, які тут зимують 368 або пролітають по Азово-Чорноморському міграційному коридору.

Також вони посідають чільне місце серед найпродуктивніших природних систем країни. Ці угіддя значною мірою задовольняють соціальні потреби у любительському та промисловому рибному вилові, спортивному полюванні, туризмі та інших видах рекреації (Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2019 році). За природним характеристикам угіддя Херсонщини можна поділити на кілька груп. Першою - є мілкі морські затоки - це Ягорлицька, Тендрівська, які є одним з ключових компонентів Чорноморського біосферного заповідника. Вони мають розвинену систему островів і відокремлюються від відкритого моря Тендрівською косою. Згідно наявної екологічної інформації сучасний екологічний стан цих угідь в цілому задовільний, вони зберегли високий рівень біологічної продуктивності і забезпечують життєві умови для значної кількості птахів. Каркінітська та Джарилгацька — це теж затоки Чорного моря, вони являються найбільш солоноводними, утворені Тендрівською косою та островом Джарилга (Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2019 році).

До другої групи відносять Центральний та Східний Сиваш - велика за розмірами система приморських лагун. Вони мілководні, солоні з порізаною береговою лінією, численними косами, півостровами, островами та великими просторами солончаків. У зв'язку з високою солоністю води рослинний та тваринний світ (головним чином безхребетні тварини) угіддя представлені майже виключно солелюбними видами або видами, пристосованими до рівня засоленості. Основну загрозу їм становить забруднення води об'єктами хімічної промисловості та внаслідок сільськогосподарської діяльності, а також туризм (Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2019 році). Окремою групою виділяють Дельту Дніпра, яка є третьою за розмірами в Європі і являється зоною типу «річка-море». Відрізняється виключним біорізномаяттям і має велике значення для його

збереження. До складу угіддя крім численних річкових рукавів входять болота, заплавні ліси, піщані кучугури тощо (Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища Херсонській області у 2019 році). Водно-болотне угіддя Великий Чапельський під, яке є складовою частиною Біосферного заповідника ім. Ф. Е. Фальц-Фейна «Асканія-Нова» утворилось у степовій улоговині. Площа вкритої водою території залежить від сезонної кількості опадів, з періодичністю в 12 років вона збільшується, що впливає на поширення водно-болотяної рослинності. Він служить для відпочинку міграційних птахів (Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2019 році).

Отже, велика роль збереженню біорізноманіття на Херсонщині належить територіям водно-болотних угідь міжнародного значення: Дельта р. Дніпра, Тендерівська затока, Ягорлицька затока, Каркінітська та Джарилгацька затоки, Центральний Сиваш, Східний Сиваш, Великий чапельний під. Загальна площа водно-болотних угідь складає 432359 тис. Га (Екологічний паспорт Херсонської області за 2020 рік» (Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2019 році). Згідно з Указом Президента Про створення національного природного парку «Нижньодніпровський» №657/2015 від 24.11.2015, до складу якого входять заплавно-літоральні комплекси дельти Дніпра, виняткова природоохоронна цінність якої визнана не тільки на державному рівні, але й на міжнародному. Ще у 1995 році частина території парку отримала всесвітнє визнання як водно-болотне угіддя міжнародного значення «Дельта р. Дніпра».

Дельта Дніпра - водно-болотне угіддя міжнародного значення офіційно визнане Рамсарською конвенцією у 1995 році. Водно-болотне угіддя Дніпра є дельтою Дніпра протяжністю 47 км, площею 26000 га, яка з'єднується з Чорним морем через Дніпровсько-Бузький лиман та розташоване на території Олешківського та Голопристанського районів Херсонської області, рис. Д.2.1. Основою парку є дельта третьої за розмірами річки в Європі і другої в Чорноморському басейні, яка відрізняється виключним біорізноманіттям і тому

має велике значення для його збереження. Лише в нижній течії – від Каховської ГЕС до Дніпровсько-Бузького лиману річка Дніпро зберегла свій відносно природний стан. І саме ця територія відтепер отримала статус національного природного парку. В дельті Дніпра і на прилеглих територіях збереглися типові та рідкісні угруповання заплавлених лісів, боліт, лук, піщаних степів, степових схилів та балок, відслонень гірських порід, в т.ч. 12 рідкісних типів рослинності, які включені до Зеленої книги України. Тут відмічено 71 вид тварин, 32 види рослин, що включені до Світового Червоного списку МСОП, до Червоної книги України та до Червоного списку Херсонської області. Дельта представлена великою кількістю річкових рукавів, боліт, заплавлених лісів, піщаних кучугур та комплексів озер. Вона відрізняється виключним біорізноманіттям та є місцем мешкання та розмноження рідкісних тварин (близько 70 видів), зростання рідкісних рослин і грибів (близько 30 видів) та локалізації типових і рідкісних рослинних комплексів (близько 19).

Згідно листа Херсонської філії Державного підприємства «Адміністрація морських портів України» (Адміністрація Херсонського морського порту) від 14.03.2019 р. №536/26-03-01 підхід до Херсонського морського порту здійснюється по фарватеру, що проходить по річці Рвач, рукаву Ольховий Дніпро і власне по Дніпру. Порт розташований на правому березі Дніпра, в 15 км. від його гирла. Херсонський річковий порт – розташований на правому березі Дніпра, в 15 км. від його гирла та за 28 км від Дніпро-Бузького лиману, на правому березі річки Кошова. Враховуючи зазначене, висновок, що вплив планованої діяльності в Херсонській області ТОВ «ТРАНСШИПОЙЛ» буде здійснюватися в екологічно допустимих межах. Водно-болотні угіддя перспективні для включення до переліку водно-болотних угідь міжнародного значення Відповідно до Рамсарської конвенції під водно-болотними угіддями розуміють «райони маршів, боліт, драговин, торфовищ чи водойм – природних або штучних, постійних або тимчасових, стоячих або проточних, прісних, солонуватих або солоних, включаючи морські акваторії, глибина яких під час впливу не перевищує 6 метрів» Верхів'я Каховського водосховища. Згідно

наявної екологічної інформації офіційного сайту Міністерства екології та природних ресурсів України, верхів'я Каховського водосховища відноситься до перспективних для включення до переліку водно-болотних угідь міжнародного значення (Рамський список).

Згідно Закону України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки від 21.09.2000 р. виділяють такі важливі шляхи міграції птахів, а саме:

1. Прибережно морський природний коридор;
2. Бузький природний коридор;
3. Дніпровський природний коридор. Головною функцією природного коридору та сполучних територій є забезпечення підтримання процесів розмноження, обміну генофондом, міграції видів, поширення видів на суміжні території, переживання ними несприятливих умов, переховування, підтримання екорівноваги.

Прибережно-морський природний коридор Азово-Чорноморський прибережно-морський природний коридор є найважливішим природним коридором міжнародного значення України, розташований в межах 29 районів та міст 5 областей України. Загальна площа території, в якій розташований АЧПК складає 48,143 тис. кв. км, в тому числі 39,343 тис. кв. км у зазначених вище 5 областях. Довжина АЧПК перевищує 800 км. АЧПК є складовою частиною екомережі Європи і України. Західна частина Азово-Чорноморського прибережно-морського коридору починається з Кілійського району, включаючи Дунайський біосферний заповідник, і тягнеться вздовж узбережжя на схід, охоплюючи весь літоральний псамофітно-ракушняковий комплекс і ВБУ дельт річок, а також ділянки степів. Цей природний коридор через долини Дунаю і Дністра з Карпатами. Через долину Південного Бугу він з'єднується з Поділлям, а через долину Дніпра - з 10 лісостеповою зоною. В Приазов'ї коридор сусідить з Донецьким кряжем, і майже на всьому протязі, від Дунаю до Дону - межує із залишками Степу. Головною особливістю АЧПК в забезпеченні комплексного підходу до збереження біорізноманіття і створення необхідних умов для

збалансованого розвитку є його роль як одного з базових коридорів, який забезпечує: поєднання екомережі України на півдні з екомережами суміжних країн Чорного моря - Росії, Румунії, Республіки Молдова, шляхом створення спільних транскордонних елементів екомережі; об'єднання меридіанних природних коридорів, просторово обмежених долинами великих річок - Дунаю, Дністра, Південного Бугу, Дніпра, Сіверського Дінця - Дону. Ці коридори з'єднуються з АЧПК і виконують, зокрема, важливу роль для забезпечення міграції птахів та інших багатьох видів флори і фауни як регіонального, так і континентального масштабу. Одним з важливих критеріїв щодо розмірів АЧПК є шляхи міграції тварин. Зокрема, інтегруючими групами тварин, для існування яких необхідно саме такі розміри є птахи та риби. Азово-Чорноморське узбережжя лежить на перехресті кількох важливих пролітних шляхів, що з'єднують місця гніздування птахів у Євразії з місцями зимівлі в Африці та на Близькому Сході. У регіоні гніздиться майже 500 тисяч особин водно-болотних птахів. Понад 8 мільйонів птахів двічі на рік мігрують, зупиняючись, інколи на тривалий час, на водоймах коридору. Від 400 до 700 тисяч водоплавних птахів зимує на півдні України. Сотні видів рослин та тварин мають міжнародне значення і охороняються міжнародними конвенціями. В межах природного коридору розташовані 8 національних природних парків (НПП), 3 біосферних заповідники (БЗ), 2 природних заповідники (ПЗ), 2 регіональних ландшафтних парки (РЛП), 18 водно-болотних угідь міжнародного значення, що охороняються в рамках Рамсарської конвенції та багато інших об'єктів природно-заповідного фонду. Для птахів характерні значні перельоти в пошуках їжі, гніздування, зимівлі. Вони широко використовують лимани та дельти річок на узбережжі Азовського та Чорного морів для цих цілей. В пошуках їжі птахи пролітають сотні кілометрів вздовж узбережжя. Причому, певні види птахів знаходять корм тільки у одному, або декількох місцях на всьому узбережжі. Це викликано особливістю і неповторністю природних умов лиманів та інших ВБУ і можливістю розмноження та годівлі, гніздування, доступністю корму тільки в певних ВБУ. З огляду на це, збереження

потребують всі ВБУ в регіоні. Іншим інтегруючим елементом для території АЧПК є риби. Ключовими видами риб, які найбільш екосистемно значущі для підтримки біорізноманіття і стійкого функціонування прибережної екомережі України, вважаються (Сіохін, 2009): - види, які можуть бути не дуже численні, але популяції яких є характерними для прибережної зони моря і становлять особливу цінність для людини. До них відносяться прохідні риби (російський осетер, севрюга, білуга, оселедці, пузанки, чорноморський лосось і річковий вугор) і напівпрохідні риби (звичайний судак, морський судак, сом, лящ, жерех, шема, чехоня, вирезуб, плітка, рибець); - види, які є найчисленнішими в цій зоні моря, через популяції яких проходить основний потік речовини і енергії від нижчих трофічних рівнів (фіто-, зоопланктону, фіто- і зообентосу) до вищих (великі хижі риби, дельфіни, птахи). Серед них - тюлька, атеріна і декілька видів бичків. Для збереження популяцій риб необхідно забезпечити умови їх міграції вздовж узбережжя Азовського та Чорного морів, а також зберегти лимани, дельти та річки, куди вони заходять для нересту, нагулу та відгодівлі. З цією метою до АЧПК, окрім ВБУ необхідно включити всі річки, а також морський екокоридор, який представляє собою двокілометрову смугу моря вздовж всього узбережжя в Україні, і який поєднує лимани та всі річки, що впадають в Азовське і Чорне моря, в єдину природну екосистему і слугує екокоридором для міграції і проживання риб. В минулому цей регіон виконував роль своєрідного природного ("екологічного") коридору вздовж північного побережжя Чорного і Азовського морів, включаючи як сухопутні ділянки, так і морську акваторію. Очевидно, що ті види тварин, які мігрували з півночі, натикалися на природний бар'єр моря і змушені були або повертатися назад, або торувати шляхи вздовж побережжя. В значній мірі подібна ситуація спостерігалась і при розповсюдженні флори.

З іншого боку, морська фауна при міграції на північ також зустрічала на своєму шляху берег і змушена була змінювати напрям руху, продовжуючи рухатись вздовж узбережжя. При цьому, враховуючи унікальність природних екосистем прибережної смуги, значна кількість представників морської,

суходольної та літоральної флори і фауни знаходили в цьому регіоні свою еконішу і залишаються там тисячі років. Негативний вплив на стан морської та наземної біоти в прибережному регіоні Чорного й Азовського морів спричинила діяльність людини. Степові території тут значною мірою освоєні і представлені сільськогосподарськими землями, а деякі ВБУ перетворено на рибні ставки або об'єкти сільськогосподарського призначення (наприклад, рисові чеки). Багатьом ВБУ і морським екосистемам загрожує скорочення їх площ і забруднення. Негативні зміни у морській флорі і фауні зумовлюються також вселенням небезпечних немісцевих видів.

Серед рослин рідкісними стають зозулинцеві, лілійні, амарилісові, півникові, певні 6 види тонконогових, айстрових. Значна кількість популяцій дикорослих лікарських, технічних видів рослин внаслідок безконтрольного використання перебувають на межі виснаження. Для збереження популяцій риб необхідно забезпечити умови їх міграції вздовж узбережжя Азовського та Чорного морів, а також зберегти лимани, дельти та річки, куди вони заходять для нересту, нагулу та відгодівлі. З цією метою до АЧПК, окрім ВБУ необхідно включити всі річки, а також морський екокоридор, який представляє собою двокілометрову смугу моря вздовж всього узбережжя в Україні, і який поєднує лимани та всі річки, що впадають в Азовське і Чорне моря, в єдину природну екосистему і слугує екокоридором для міграції і проживання риб.

Д.3 Опис та оцінка впливу планованої діяльності на техногенне середовище

Реалізація проекту не створюватиме екологічно небезпечний вплив на промислові, сільськогосподарські та громадсько-житлові об'єкти, наземні та підземні пам'ятки архітектури, історії і культури та інші елементи техногенного середовища. Вплив на дане середовище у процесі планованої діяльності очікується в екологічно допустимих межах.

Ризики для здоров'я людей, об'єктів культурної спадщини та довкілля, у тому числі через можливість виникнення надзвичайних ситуацій Оцінка ризику впливу планованої діяльності на здоров'я населення від забруднення

атмосферного повітря проводиться за розрахунками ризику розвитку неканцерогенних і канцерогенних ефектів відповідно до методичних рекомендацій МР 2.1.12-142-2007 «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря», затверджених Наказом МОЗ України від 13.04.2007 р. № 184. Ризик розвитку неканцерогенних ефектів визначається шляхом розрахунків індексу небезпеки HI.

$$HI = \sum HQ_i ,$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих речовин.

$$HQ_i = C_i / (Rf \times C_i)$$

де C_i – розрахункова середньорічна концентрація i -тої речовини на межі житлової забудови, мг/м³; $Rf \times C_i$ – референтна (безпечна) концентрація i -тої речовини, мг/м³. Оцінка неканцерогенного ризику здійснюється у відповідності до критеріїв, приведених у таблиці Д.3.1.

Таблиця Д.3.1 – Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик шкідливих ефектів дуже малий	Менше 1
Гранична величина прийнятого ризику	1
Ймовірність розвитку шкідливих ефектів збільшується пропорційно збільшенню HQ	Більше 1

Згідно даних таблиці, розрахункові коефіцієнти небезпеки для забруднюючих речовин не перевищують встановленої граничної величини прийнятого ризику. Ризик розвитку неканцерогенних шкідливих ефектів характеризується як дуже малий. Рівень загального ризику розвитку неканцерогенних ефектів (HI загальний), при сумарній дії вищевказаних забруднюючих речовин, для розрахункових локацій складає: – Запорізький

річковий порт - 0,04128; – Дніпропетровський річковий порт - 0,02683; – Херсонський річковий порт - 0,03225; – Херсонський морський порт - 0,02241; – Миколаївський морський порт (БДЛК) - 0,02158. Ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів (ICRi) від речовин, яким властива канцерогенна дія (згідно переліку додатка до п. 4.3.2 МР 2.1.12-142-2007), розраховується за формулою:

$$ICRi = Ci \times URi$$

Де URi – одиничний канцерогенний ризик і-тої речовини, мЗ/мг.

$$URi = SFi \times 1/70 \times 20 ,$$

де SFi – фактор нахилу, (мг/(кг*добу))⁻¹, визначається у відповідності з додатком до п. 4.3.2 МР 2.1.12-142-2007; 70 – стандартна величина маси тіла людини, кг; 20 – добове споживання повітря людиною, мЗ. Оцінка канцерогенних ризиків здійснюється у відповідності до критеріїв, наведених у таблиці Д.3.2.

На підставі отриманого значення ризику планованої діяльності для здоров'я людини приймається рішення про прийнятність такої діяльності. Розрахунок величини канцерогенного ризику не виконувався, оскільки планована діяльність не передбачає викидів забруднюючих речовин, яким властива канцерогенна дія. Соціальний ризик планованої діяльності визначається як ризик для групи людей, на яку може вплинути впровадження об'єкту господарської діяльності, та особливостей природно-техногенної системи. Оціночне значення соціального ризику (Rs) визначається за формулою:

Таблиця Д.3.2 – Критерії канцерогенних ризиків

Рівень ризику	Ризик упродовж життя
Неприйнятний для професійних контингентів і населення	Більше 10-3
Прийнятний для професійних контингентів і неприйнятний для населення	10-3 – 10-4
Умовно прийнятний	10-4 – 10-6
Прийнятний	Менше 10-6

$$R_s = C_{Ra} \times V_u \times N / T \times (1 - N_p)$$

де R_s – соціальний ризик, чол./рік; C_{Ra} – канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферу; V_u – уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, визначається відношенням площі, віднесеної під об'єкт господарської діяльності, до площини об'єкта з санітарно-захисної зони (СЗЗ), частки одиниці; N – чисельність населення для розрахунку визначається: а) за даними мікрорайону розміщення об'єкта, якщо такі є у населеному пункті; б) за даними усього населеного пункту, якщо немає мікрорайонів, або об'єкт має містоутворююче значення; в) за даними населених пунктів, що знаходяться в зоні впливу об'єкта проектування, якщо він розташований за їх межами; T – середня тривалість життя (визначається для даного регіону або приймається 70 років), осіб/рік; N_p – коефіцієнт, що визначається як відношення кількості додаткових робочих місць до чисельності населення для розрахунку (N). Для нового будівництва об'єкта

$$N_p = \Delta N_p / N,$$

де ΔN_p – кількість нових робочих місць. Оцінка рівня соціального ризику планованої діяльності здійснюється у відповідності до класифікації рівнів соціального ризику, приведених в таблиці М. Д.3.3.

Таблиця М Д.3.3 – Класифікація рівнів соціального ризику

Рівень ризику	Ризик упродовж життя
Неприйнятний для професійних контингентів і населення	Більше 10 ⁻³
Прийнятний для професійних контингентів і неприйнятний для населення	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴
Умовно прийнятний	10 ⁻⁴ – 10 ⁻⁶
Прийнятний	Менше 10 ⁻⁶

На основі отриманого значення соціального ризику приймається рішення про прийнятність планованої діяльності. Якщо здійснення планованої діяльності не передбачає викидів забруднюючих речовин, яким властива канцерогенна дія, розрахунок оціночного значення соціального ризику може не виконуватися.

При виконанні планової діяльності доцільно враховувати, що потрібно здійснювати заходи, які не допускають виникнення аварійних ситуацій у процесі провадження діяльності. Ці заходи передбачають наступне.

Загальні заходи з охорони праці людей на судні.

Заходи, що забезпечують безпечне використання суден.

Заходи безпеки під час несприятливих погодних умов.

Заходи під час плавання суден у льодових умовах.

Заходи під час виконання швартовних операцій судна:

Заходи з підготовки судна до виконання навантажувальних робіт.

Заходи у місцях проведення вантажно-розвантажувальних операцій.

Заходи з виконання приймально-навантажувально-розвантажувальних робіт.

Заходи щодо зменшення впливу на довкілля автоспецтехнікою у процесі перевантажувальних операцій.

Заходи щодо запобігання шкідливому впливу на довкілля при здійсненні перевантажувальних операцій з/в залізничні цистерни-судно (танкер зливу/наливу).

Заходи, що забезпечують безаварійні і безпечні умови експлуатації і ремонту перевантажувального обладнання.

Заходи у випадку розливу вантажу (рослинна олія).

Заходи щодо запобігання забрудненню внутрішніх водних шляхів України.

Заходи щодо запобігання забрудненню ґрунту нафтопродуктами та водного середовища.

Заходи поводження з відходами.

Запобігання забрудненню внутрішніх водних шляхів стічними водами із суден.

Заходи щодо впливу на архітектурну, археологічну та культурну спадщину.

В разі виявлення на території планованої діяльності або поблизу Червонокнижних об'єктів необхідно дотримуватися вимог Закону України «Про Червону книгу України».

Заходи з охорони природних рослинних угруповань, занесених до Зеленої книги.

Заходи спрямовані на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на екологічні мережі.

Заходи спрямовані на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на атмосферне повітря.

Заходи спрямовані на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного шуму.

Заходи спрямовані на запобігання, відвернення, уникнення, зменшення, усунення значного негативного впливу на здоров'я населення.

Ресурсозберігаючі заходи.

Опис очікуваного значного негативного впливу діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю проєкту до ризиків надзвичайних ситуацій, заходів запобігання чи пом'якшення впливу надзвичайних ситуацій на довкілля та заходів реагування на надзвичайні ситуації.

У даному додатку приведені узагальнені результати аналізу можливих причин і факторів, що сприяють виникненню та розвитку аварійних і надзвичайна ситуація у процесі здійснення планованої діяльності. Крім того, наведено

основні організаційні заходи в умовах НС та ліквідації їх наслідків. Кодексом цивільного захисту України від 02.10.2012 року № 5403-VI визначається поняття аварії та або надзвичайної ситуації.

Аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище;

Надзвичайна ситуація – обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.

Надзвичайні ситуації класифікуються за характером походження, ступенем поширення, розміром людських втрат та матеріальних збитків. Залежно від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України, визначаються такі види надзвичайних ситуацій:

- 1) техногенного характеру;
- 2) природного характеру;
- 3) соціальні;
- 4) воєнні.

НС техногенного характеру:

– транспортні аварії (зіткнення судна, транспорту, перекидання тощо);

- пожежа, вибух на судні, спеціальному автотранспорті чи залізничній цистерні;
- розлив нафтопродуктів/паливно-мастильних матеріалів.

НС природного характеру:

- геофізичні небезпечні явища;
- землетрус; - метеорологічні небезпечні явища;
- зливи (інтенсивністю 30 мм/годину і більше), снігопади (випадання снігу товщиною 20 мм за 24 години), сильні вітри (швидкість вітру 20 м/с), град (діаметром більше 20 мм), сильні тумани.

У залежності від обсягів заподіяних надзвичайною ситуацією наслідків, обсягів технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для їх ліквідації, визначаються такі рівні надзвичайних ситуацій: державний; регіональний; місцевий; об'єктовий.

Порядок класифікації надзвичайних ситуацій за їх рівнями встановлюється Кабінетом Міністрів України. Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій визначаються центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту. У разі виникнення надзвичайної ситуації за рішенням відповідно Кабінету Міністрів України, обласних, Київської міських державних адміністрацій для єдиної державної системи цивільного захисту у повному обсязі або частково для окремих її територіальних підсистем тимчасово встановлюється режим надзвичайної ситуації. Відповідно до Кодексу Цивільного захисту режим надзвичайної ситуації встановлюється у повному обсязі, частково або тимчасово для окремих територій чи у межах території, на якій введено правовий режим надзвичайного стану відповідно до Закону України «Про правовий режим надзвичайного стану». З метою запобігання виникненню надзвичайних ситуацій необхідно вжити комплекс правових, соціально-економічних, політичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів, спрямованих на регулювання техногенної та природної безпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на

загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків.

Реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків передбачає скоординовані дії суб'єктів забезпечення цивільного захисту, що здійснюються відповідно до планів реагування на надзвичайні ситуації, уточнених в умовах конкретного виду та рівня надзвичайної ситуації, і полягають в організації робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, припинення дії або впливу небезпечних факторів, викликаних нею, рятування населення і майна, локалізації зони надзвичайної ситуації, а також ліквідації або мінімізації її наслідків, які становлять загрозу життю або здоров'ю населення, заподіяння шкоди території, навколишньому природному середовищу або майну. У процесі ліквідації наслідків надзвичайної ситуації вживається комплекс заходів, що включає аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, які здійснюються у разі виникнення надзвичайної ситуації і спрямовані на припинення дії небезпечних факторів, рятування життя та збереження здоров'я людей, а також на локалізацію зони надзвичайної ситуації.

Для запобігання надзвичайним ситуаціям, а також для мінімізації наслідків і нестандартних, надзвичайних або аварійних ситуацій система заходів безпеки включає:

- підвищені вимоги до якості технологічного обладнання, що застосовується, а також робочої техніки;
- постійний нагляд та контроль за станом технологічного обладнання та робочої техніки, що використовується в процесі експлуатації;
- дотримання та виконання вимог щодо технічної дисципліни та техніки безпеки;
- наявність на території об'єкту пожежних постів з вогнегасниками та набором необхідного пожежного інвентарю, відповідно до вимог пожежної безпеки, суворе дотримання правил пожежної безпеки;

- забезпечення виконання заходів у сфері цивільного захисту;
- забезпечення у відповідності до законодавства працівників засобами колективного та індивідуального захисту;
- розміщення інформації про заходи безпеки та відповідну поведінку у разі виникнення аварій;
- організація та здійснення під час виникнення НС евакуаційних заходів щодо працівників та майна;
- розроблення плану локалізації та наслідків аварій на об'єкті;
- забезпечення безперешкодного доступу осіб органів державного нагляду, працівників аварійно-рятувальних служб, з якими будуть укладатися відповідні угоди про аварійно-рятувальне обслуговування для проведення обстежень на відповідність протиаварійних заходів планам локалізації та ліквідації наслідків аварій на об'єкті, сил цивільного захисту для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у разі виникнення надзвичайної ситуації;
- створення матеріальних резервів для запобігання та ліквідації наслідків НС;
- розроблення заходів щодо забезпечення пожежної безпеки;
- забезпечення виконання вимог законодавства у сфері техногенної та пожежної безпеки, а також виконання вимог приписів, постанов та розпоряджень ЦОБВ, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки;
- утримання у справному стані засобів цивільного та протипожежного захисту, недопущення їх у використання не за призначенням;
- своєчасне інформування відповідних органів та підрозділів цивільного захисту про несправність протипожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг і проїздів на відповідній території.

До основних причин аварій і НС у процесі даної планованої діяльності можна віднести:

- порушення правил безпеки руху, правил експлуатації автоспецтехніки, суден;
- порушення правил пожежної безпеки;

- фізичне зношення деталей судна, автоспецтранспорту, залізничних цистерн;
- порушення регламенту ведення приймально-навантажувально-перевантажувальних операцій;
- причини природного характеру – землетрус, злива, снігопад, сильний вітер, туман. НС в процесі планованих робіт можуть виникнути внаслідок забруднення нафтопродуктами (паливно-мастильними матеріалами) Виникнення аварійних ситуацій внаслідок витoku або розливу нафтопродуктів (НП) на землю/грунт/залізобетонне покриття виробничої площадки чи водне середовище без вжиття відповідних заходів може завдати відчутної шкоди екосистемі та призвести до негативних екологічних, економічних та соціальних наслідків.

Екологічні наслідки – порушення природних процесів, істотна зміна умов проживання всіх видів живих організмів. Для очищення поверхні від НП всі роботи необхідно провести у найкоротші терміни. Перші заходи повинні бути спрямовані на локалізацію плям з метою уникнення розповсюдження подальшого забруднення нових ділянок, і зменшення площі забруднення. Приймально-навантажувально-перевантажувальні роботи вантажу рослинної олії в танкери необхідно проводити лише закритим способом (через шланг). Екіпаж танкера зливу зобов'язаний постійно стежити за станом шлангів і їх з'єднань з вантажним трубопроводом танкера наливу.

Д.4 Стислий зміст програми моніторингу та контролю щодо впливу на довкілля під час провадження планованої діяльності, а також (за потреби) планів післяпроектного моніторингу

Атмосферне повітря:

- контроль показників якості атмосферного повітря у приміщеннях виділених для зберігання миючих і дезінфікуючих засобів з періодичністю один раз на місяць;
- контроль вентиляційного обладнання приміщень, де зберігаються миючі і дезінфікуючі засоби з періодичністю один раз на місяць;

- контроль герметичності тари, в якій зберігаються миючі та дезінфікуючі засоби з нанесенням відповідного маркування;
- забезпечення мікроклімату у виробничих приміщеннях відповідно до санітарних норм;
- контроль рівня забруднюючих речовин у повітряному середовищі вантажного відділення/танка/цистерни шляхом виконання заміру концентрації шкідливих речовин за допомогою робочих переносних газоаналізаторів, перед відвідуванням вантажних приміщень суден працівниками.

Замір концентрації шкідливих речовин в повітрі виконується спеціально навченими і підготовленими членами екіпажу з дотриманням всіх заходів техніки безпеки. Вміст кисню повинен складати не менше 20 % після вивантаження вантажу рослинної олії.

Водне середовище:

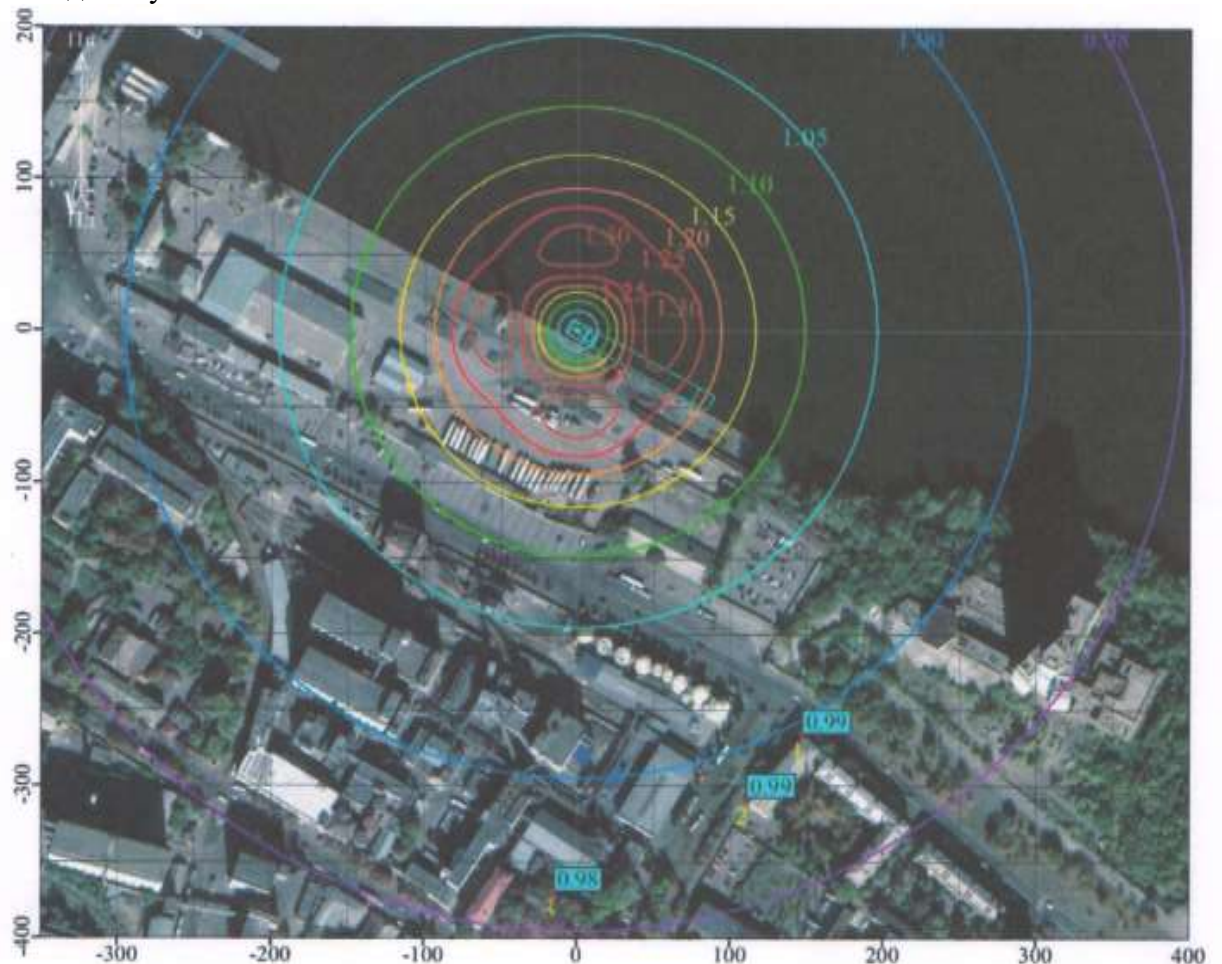
- контроль та організація постійного спостереження за водною поверхнею навколо судна, яке перебуває в порту (біля причалу, на рейді тощо);
- забезпечення чіткого дотримання графіків оглядів та ремонтів обладнання і систем судна, несправність яких може призвести до забруднення ВВШУ;
- проведення огляду танкера судна та розроблення технології вантажних операцій з урахуванням необхідності надзвичайних водозахисних заходів у випадку прибуття технічно несправного судна в пункт навантаження/розвантаження та в разі виникнення загрози аварійного розливу вантажу або витоку нафтопродуктів/палива (ПММ);
- контроль та періодичний огляд справності систем і цистерн для збирання та накопичування нафтовмісних і стічних вод, а також змінними контейнерів для сміття.

Спостереження за безпечним поведінням з відходами:

- своєчасна передача судових відходів, накопичених на судні під час рейсу, відстою або ремонту, відповідно до вимог чинного законодавства України у сфері охорони довкілля;

- контроль за розміщенням відходів у спеціально відведених місцях, контейнерах для сміття;
- забезпечення судна необхідною кількістю поліетиленових мішків або контейнерів для сміття та харчових відходів (здачу в міру накопичення);
- забезпечення на обмінних контейнерах розпізнавальних написів, які визначають, для якого виду сміття вони призначені ("Побутові відходи", "Харчові відходи", "Пластик" тощо);
- забезпечення класифікації відходів, відповідного маркування згідно класу небезпеки та контроль щодо роздільного зберігання.

Діоксид азоту



Група сумачі №31

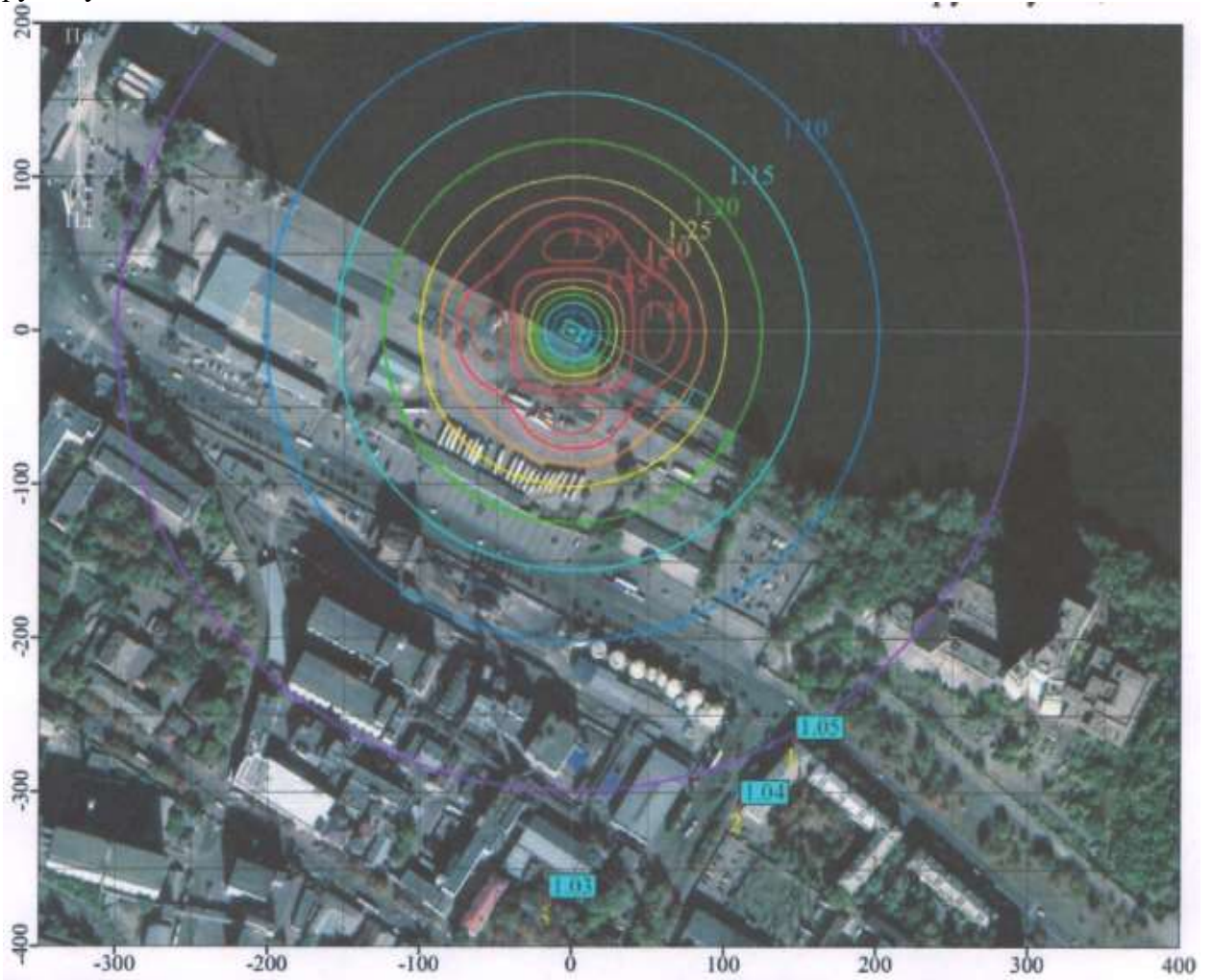


Рис. Д.4.1 – Ситуаційні карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин (з урахуванням фону) на розрахунковому майданчику Дніпропетровський річковий порт



Рис. Д.4.2 – Миколаївський морський порт

Пропоную попередню рис Д.4.2, який якийсь ніякий, замінити на наступні три

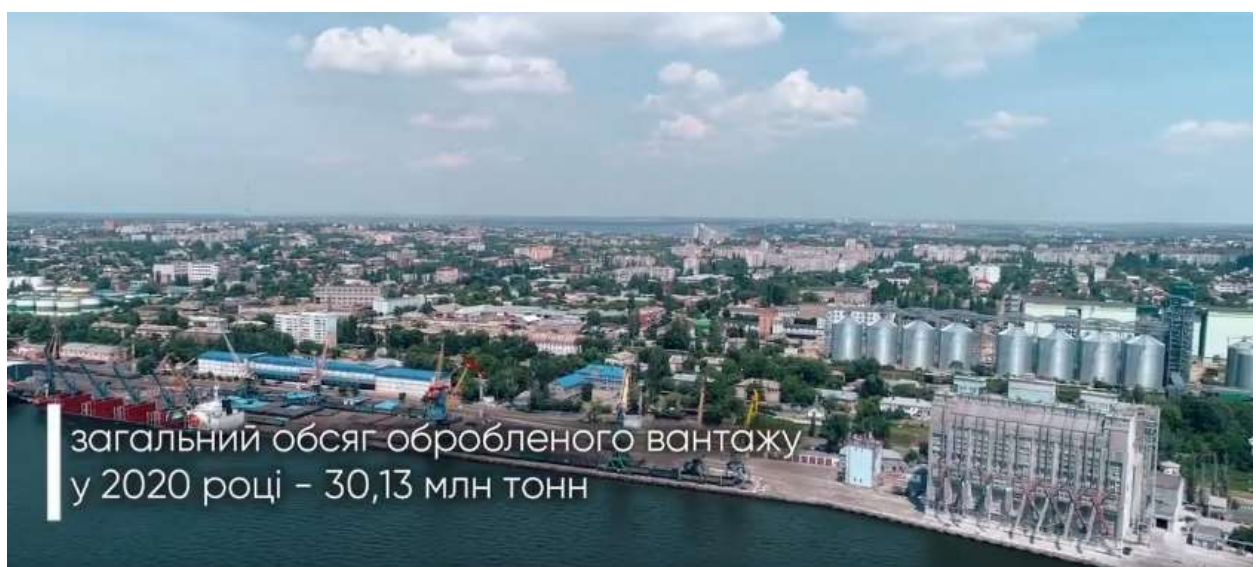
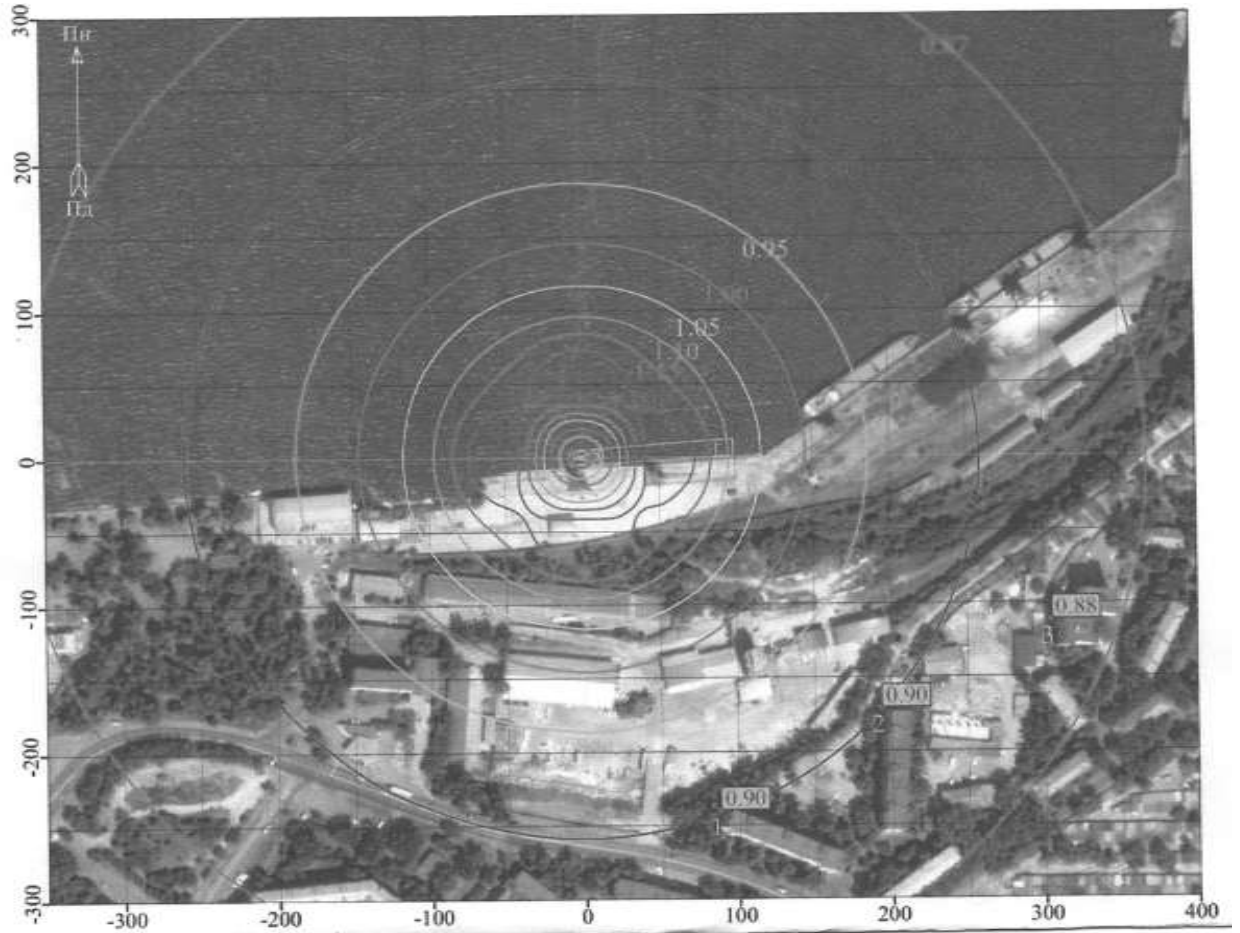


Рис. Д.4.2 – Миколаївський морський порт

Ще наступні дві картинки, жаль було вилучити.

На одну сторінку вміщуються три картинки, то може із 5-ти картинок вибрати якісь інші три.





Д.4.2 – Запорізький річковий порт

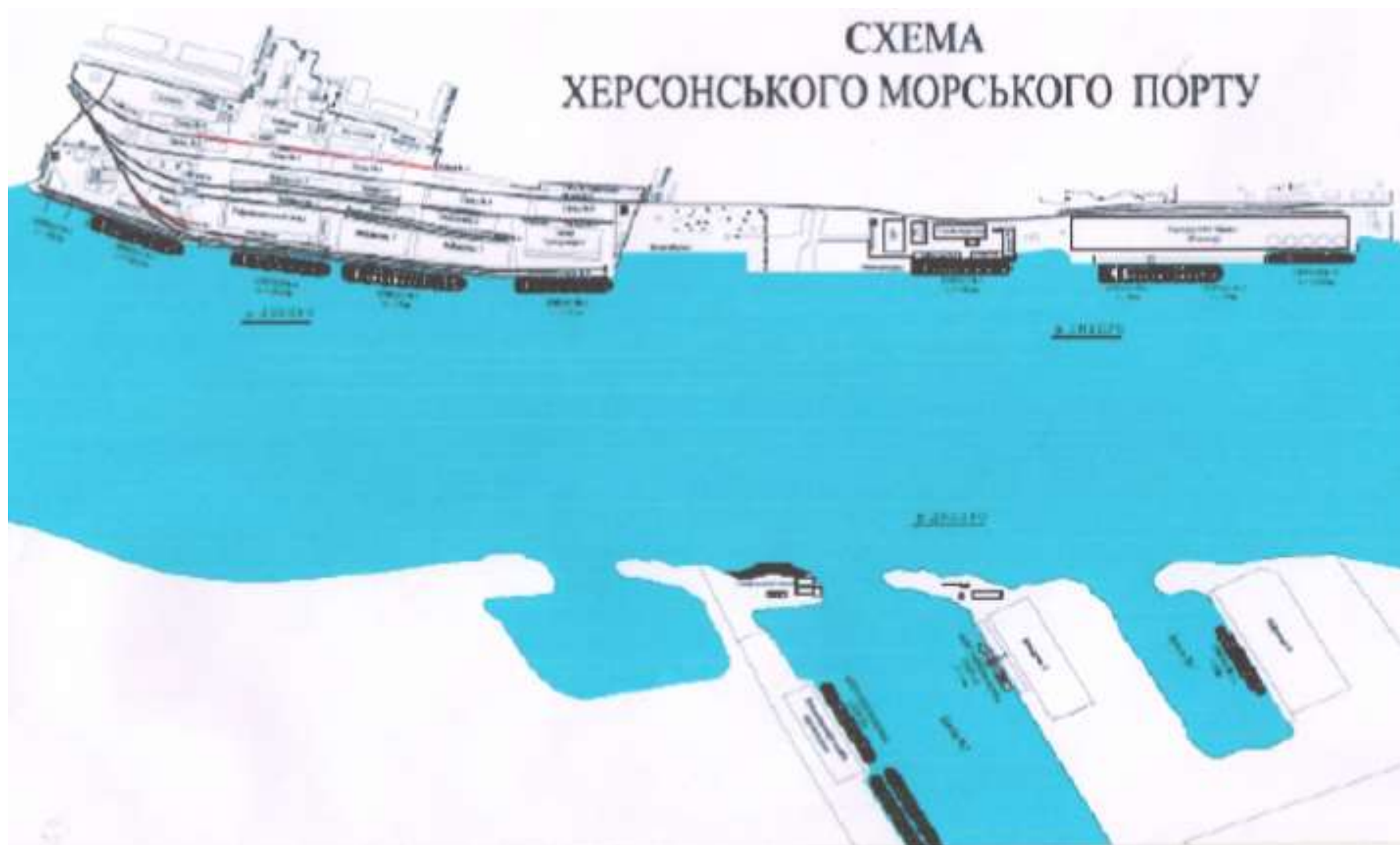


Рис.Д.4.3 – Схема території Херсонського морського порту

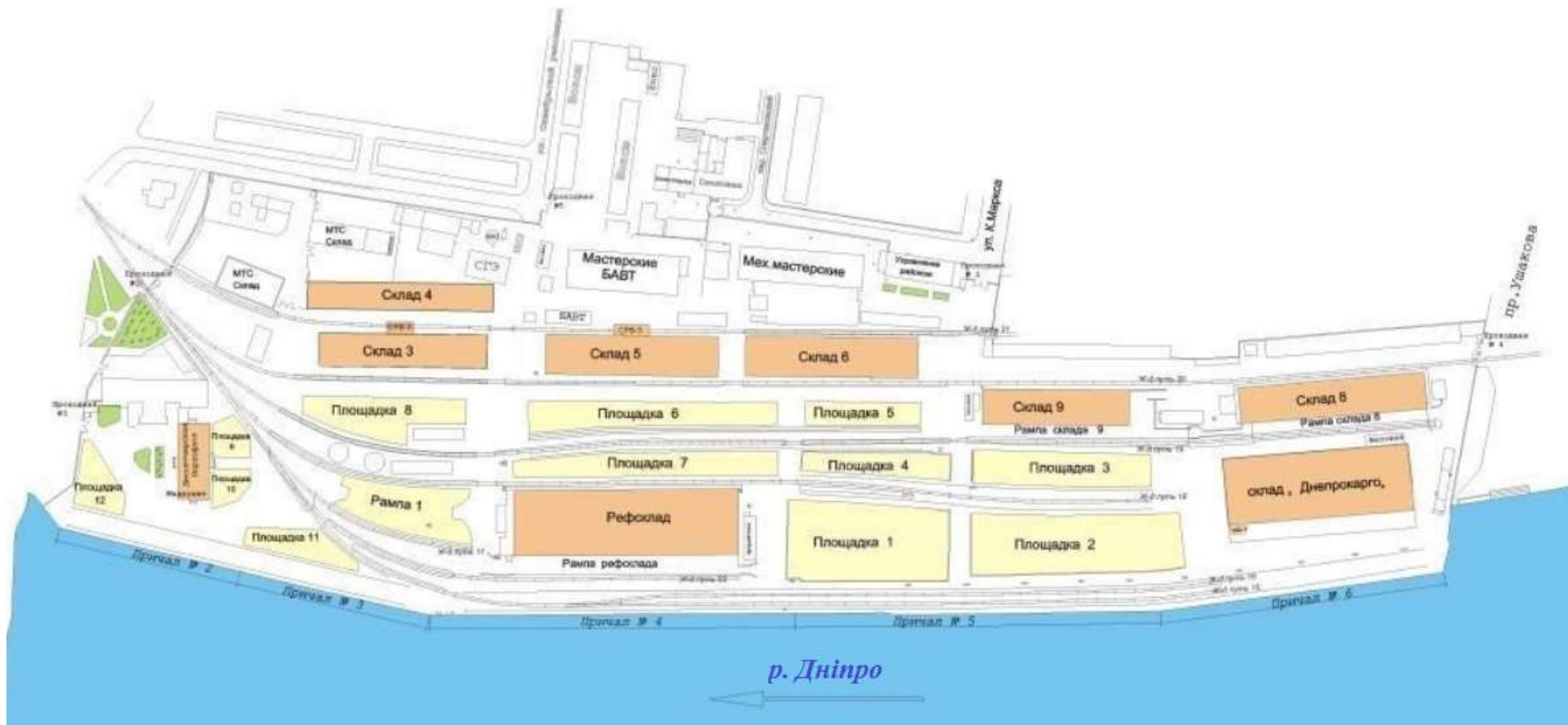
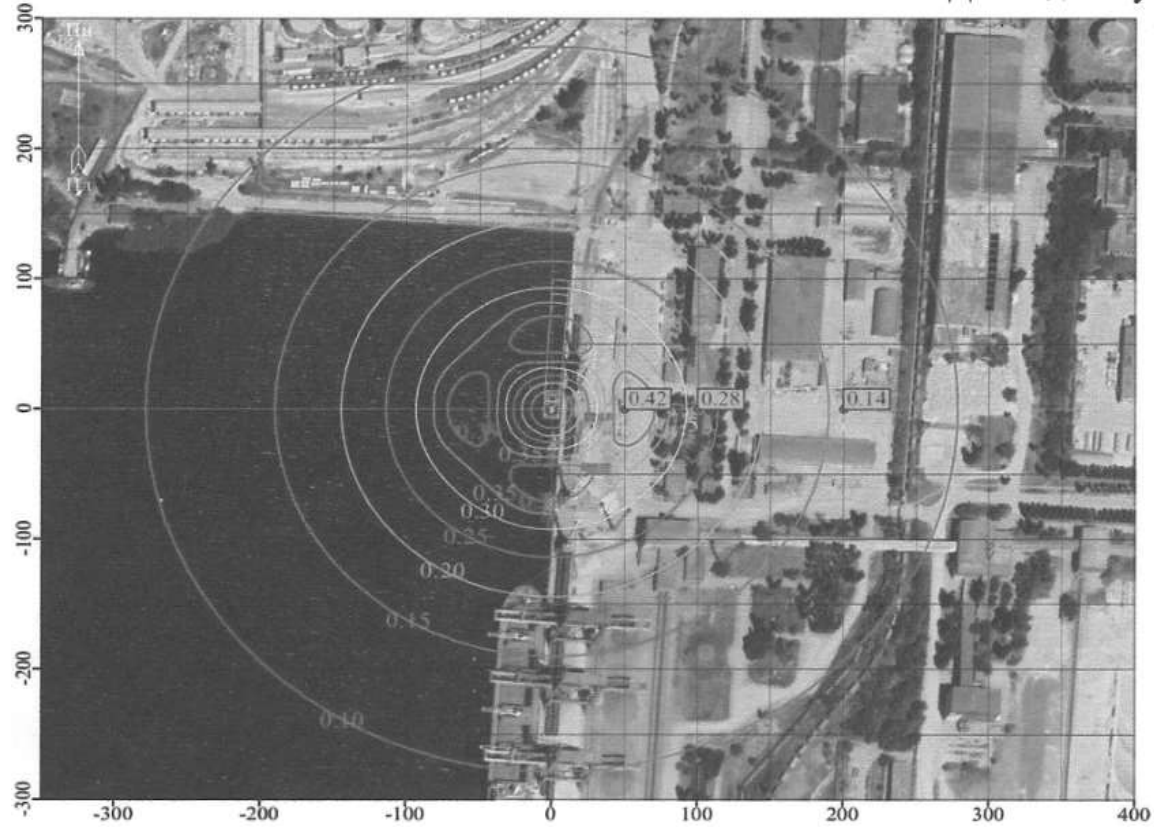


Рис. Д.4.3 – Схема території Херсонського морського порту

Діоксид азоту



Група сумачі №31

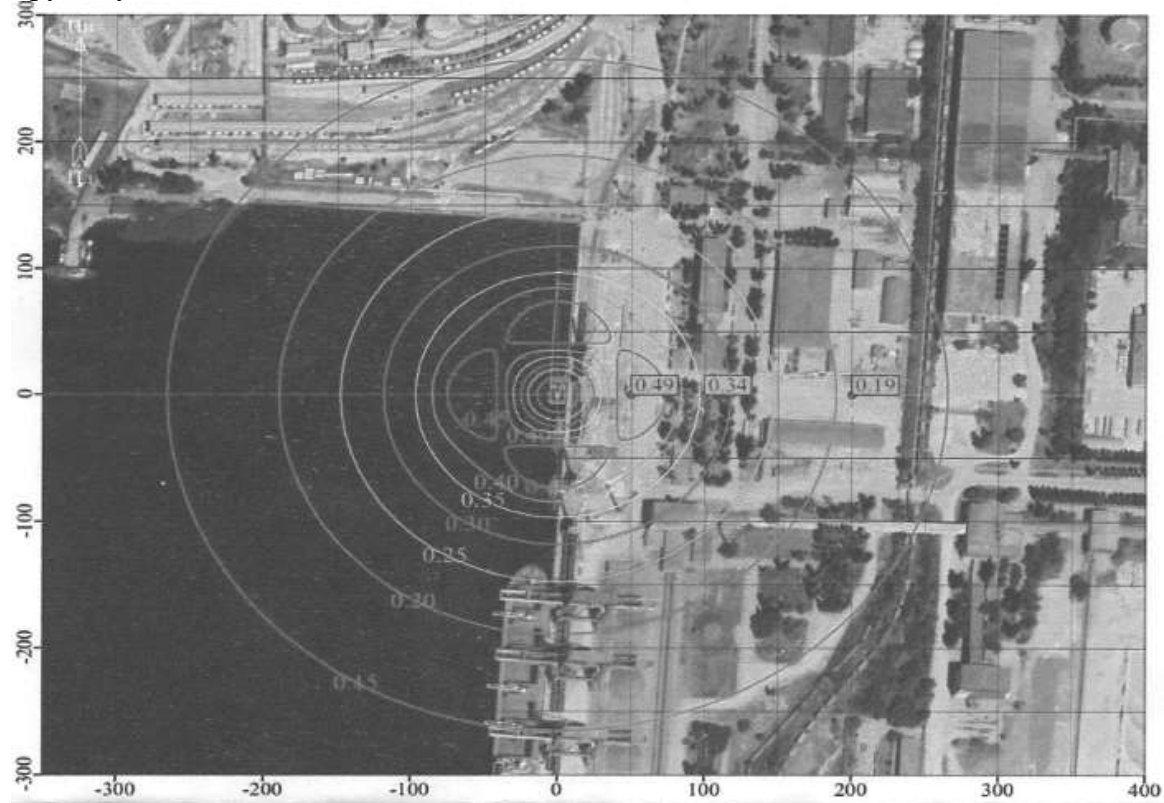
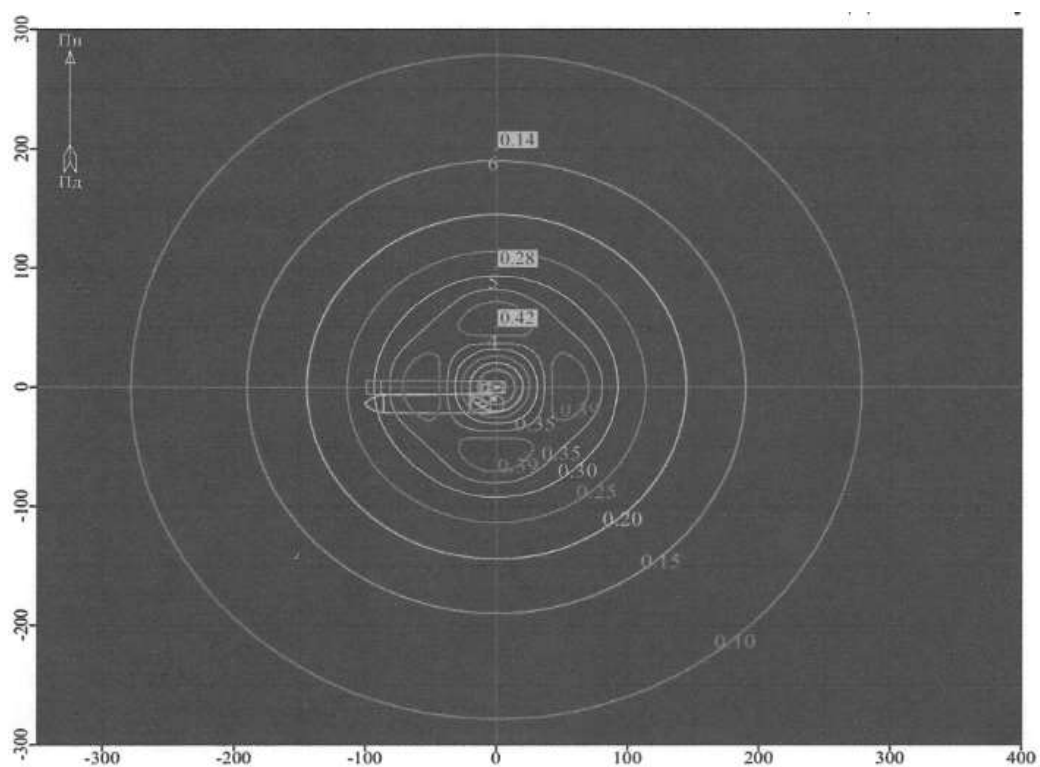


Рис. Д.4.4 – Дніпро-Бузький морський порт

Діоксид азоту



Група сумачі №31

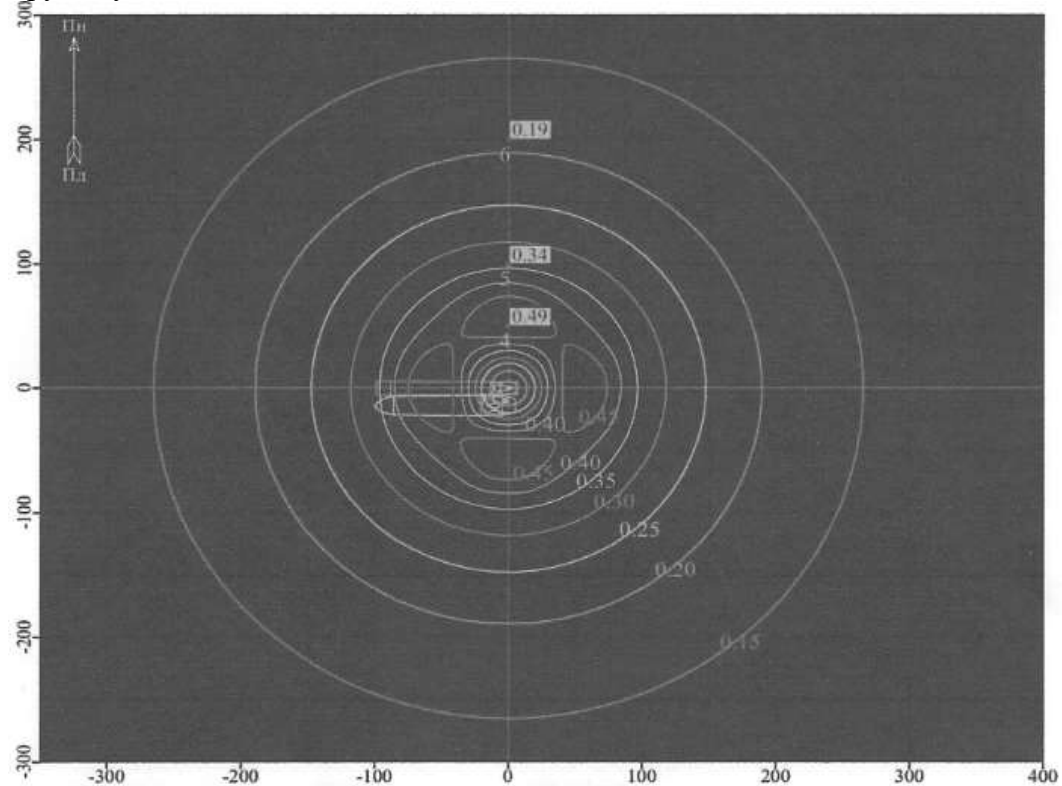
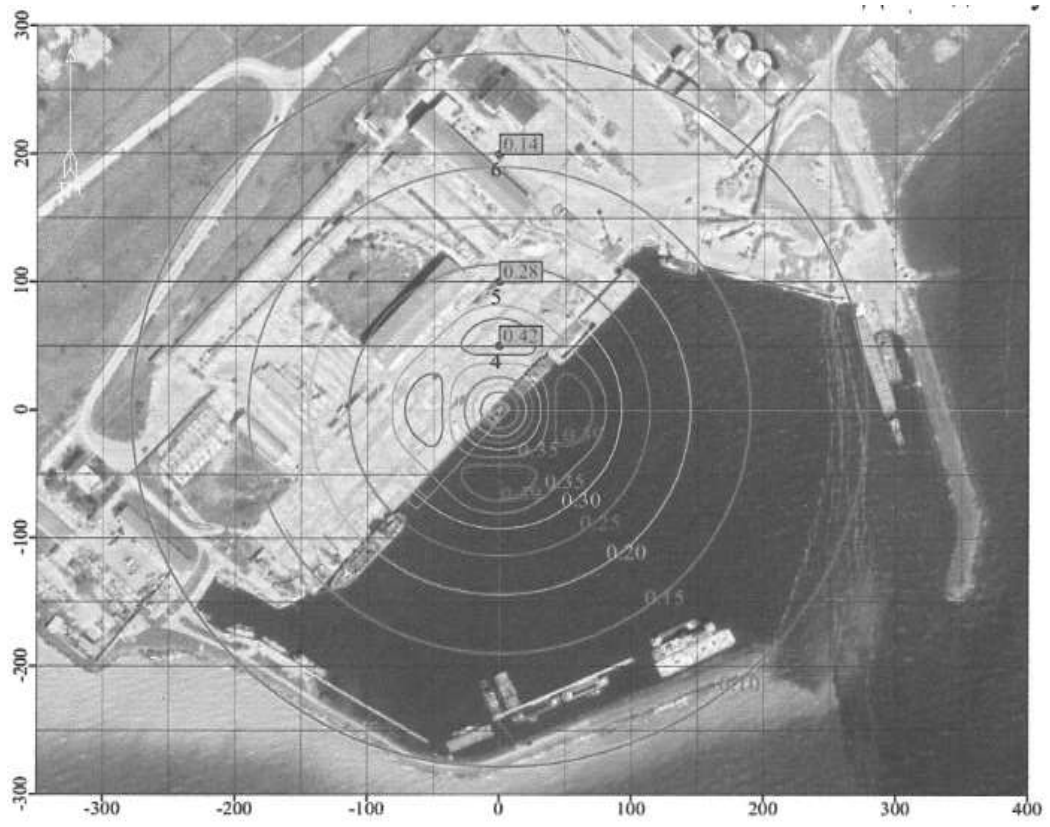


Рис. Д.4.5 – Ситуаційні карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин (з урахуванням фону) на розрахунковому майданчику Рейдова стоянка «банк Трутаєва-359-а якійна стоянка Діоксид азоту



Група сумачі №31

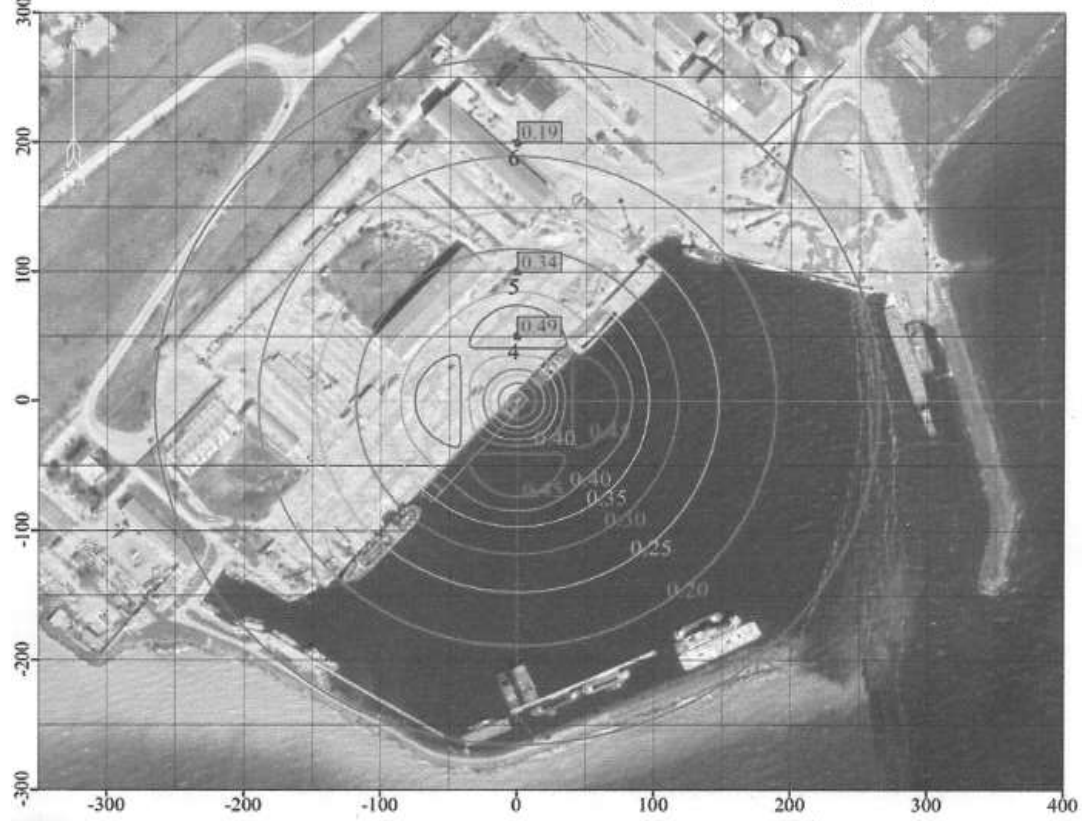
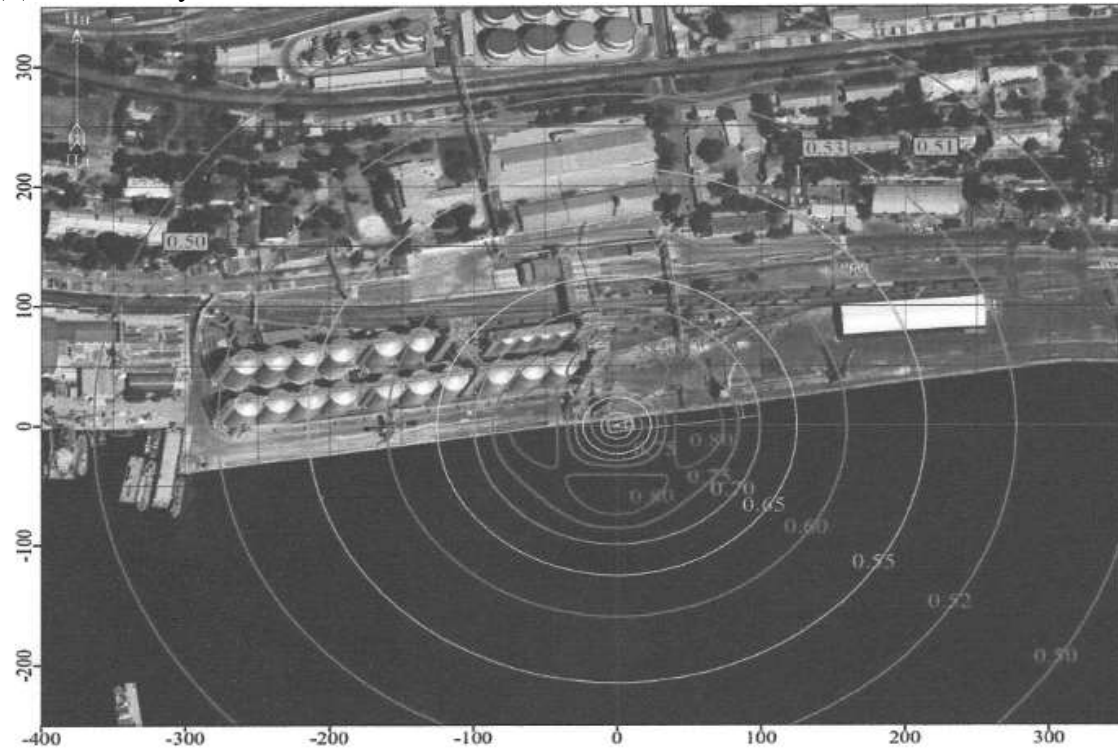


Рис. Д.4.6 – Очаківський морський порт

Діоксид азоту



Група сумачі №31

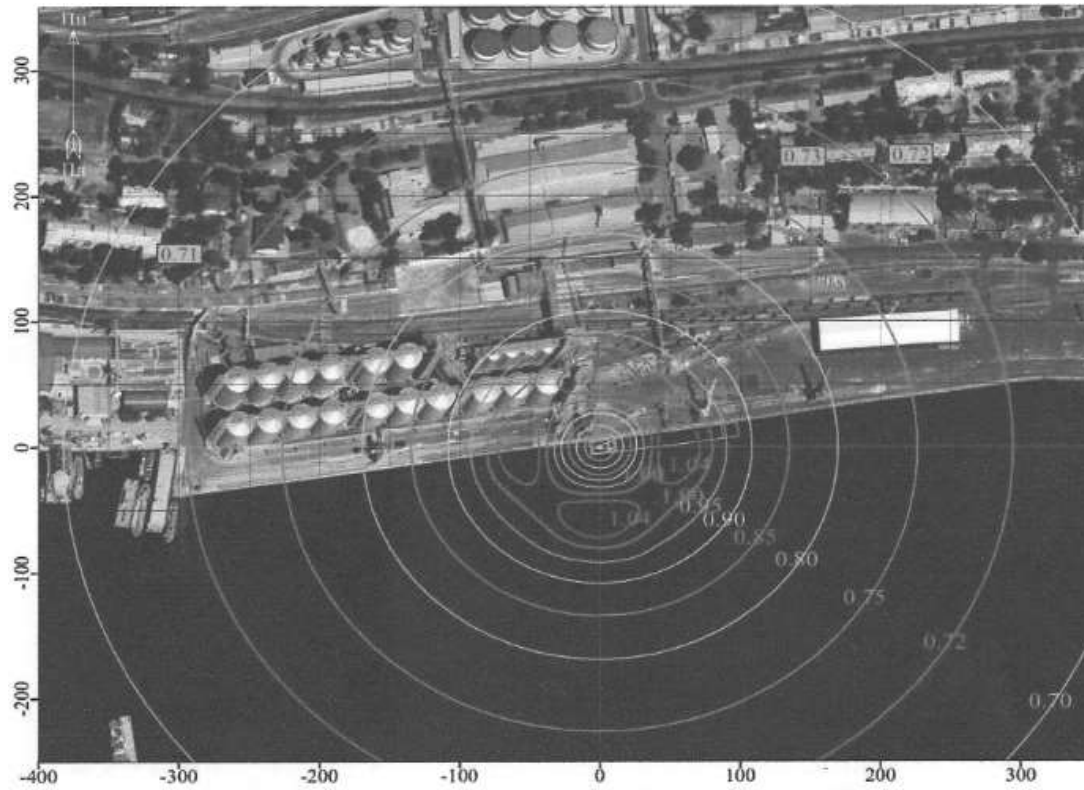


Рис. Д.4.7 – Ситуаційні карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин (з урахуванням фону) на розрахунковому майданчику Миколаївський морський порт



Рис. Д.4.8 – Карту-схему використано з офіційного сайту Морського спеціалізованого порту Ніка-Тера



Рис. Д.4.8 – Карта-схема Морського спеціалізованого порту Ніка-Тера
(використано з офіційного сайту: <http://nikatera.com/map/>)

Опис позначень до Рис. Д.4.8 – Карта-схема

Морського спеціалізованого порту Ніка-Тера

1 Причальна вантажна техніка

Порт оснащений 4 вантажними машинами продуктивністю 1000-1500 т / ч, 6 порталними кранами вантажопідйомністю 16-36 т, а також 3 мобільними кранами вантажопідйомністю 24-64 т.

2 Причальний фронт

Порт оснащений 7 причалами загальною довжиною близько 1600 метрів з глибинами від 10,5 до 11,75 метрів. У 2016 році «Ніка-Тера» отримала нагороду «Золотий причал» за будівництво в роки незалежності України найбільшого в країні причального фронту.

3 Операційна акваторія

Площа підхідного каналу та операційної акваторії порту становить 67,4 га. Порт приймає судна з осадкою до 10,3 м.

4 Криті склади

6 складів підлогового зберігання, з яких 5 складів використовуються для зернових культур, загальним обсягом одноразового зберігання до 125 тисяч тонн і 1 склад призначений для мінеральних добрив обсягом 40 тисяч тон.

5 Склади відкритого зберігання

Склади відкритого зберігання для насипних вантажів із загальною місткістю близько 170 тисяч тонн в залежності від номенклатури вантажів (глина, вугілля, тріска, генеральні вантажі).

6 Олійноперевалювальний комплекс

Олійноперевалювальний комплекс, який спеціалізується виключно з перевалки наливних вантажів, що складається з 3 технологічних парків, 18-ти резервуарів з обсягом одночасного роздільного або загального зберігання 33 тис. тон.

7 Силоси

18 силосів ємністю 160 тисяч тонн. В якості додаткової опції на зерновому комплексі надається можливість доопрацьовувати зерно, а саме: виконувати роботи з очистки та сушки для підвищення кондиції зернових вантажів.

8 Зернова лабораторія

Власна сертифікована зернова лабораторія, візіровочний та ваговий комплекс.

9 Служба малої механізації

Кількість спецтехніки малої механізації терміналу налічує 58 одиниць вантажопідйомністю 1,5-35т. Штат водіїв і машиністів забезпечує роботу всього комплексу різноманітної техніки. Поточні та більшість післягарантійних ремонтів виконуються силами ремонтної дільниці служби малої механізації.

10 Заїзд вантажного транспорту

11 Залізничний комплекс

Залізничний комплекс включає в себе виставкові, під'їзні та внутрішні залізничні колії загальною довжиною більше ніж 22 км і 8 локомотивів з правом виїзду на залізничні колії «Укрзалізниці».

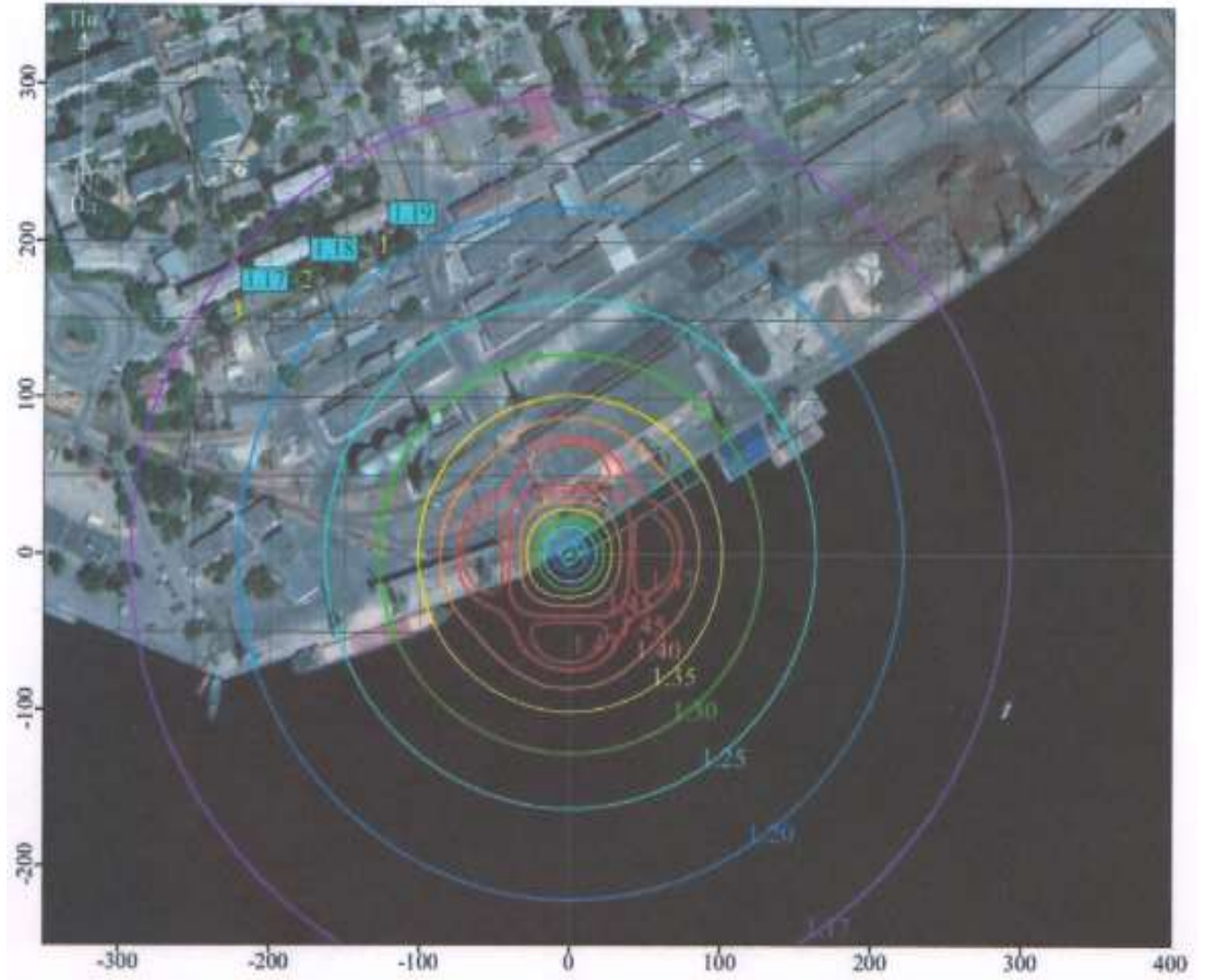
12 Стоянка вантажного транспорту

Зовнішня і внутрішні стоянки здатні приймати близько 180 вантажних автомобілів.

13 Адміністративна будівля

Відділ з адміністративної роботи Тел.:+380 (512) 67 08 60 , +380 (512) 67-44-98.

Діоксид азоту



Група сумації №31

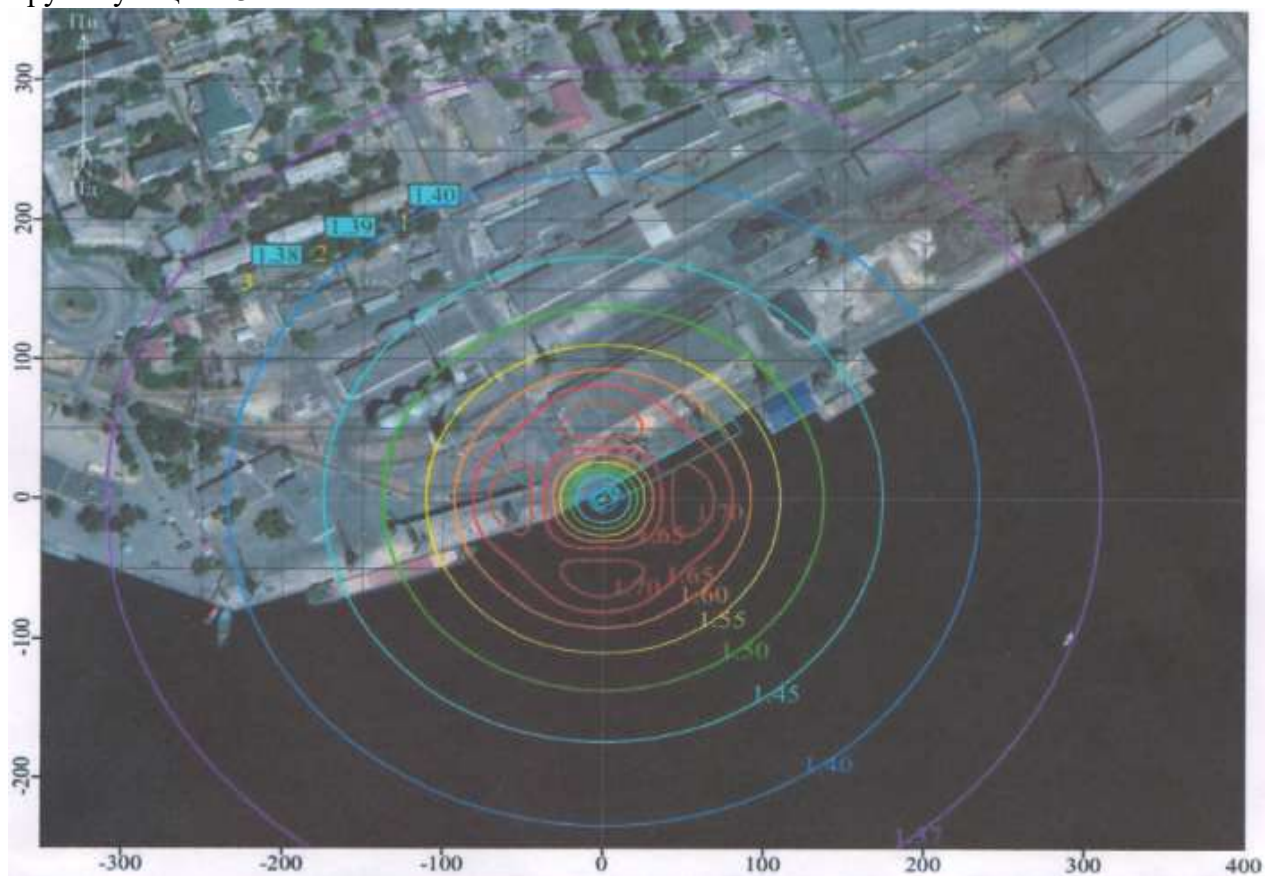
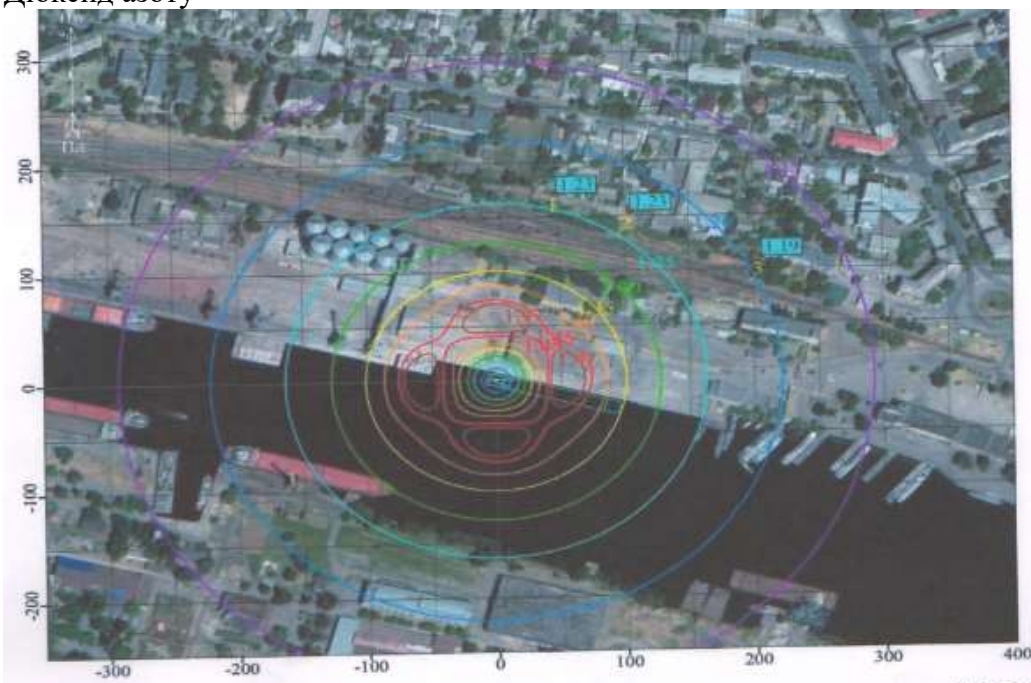


Рис. Д.4.9 – Ситуаційні карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин (з урахуванням фону) на розрахунковому майданчику Херсонський морський порт

Діоксид азоту



Група сумарної №31

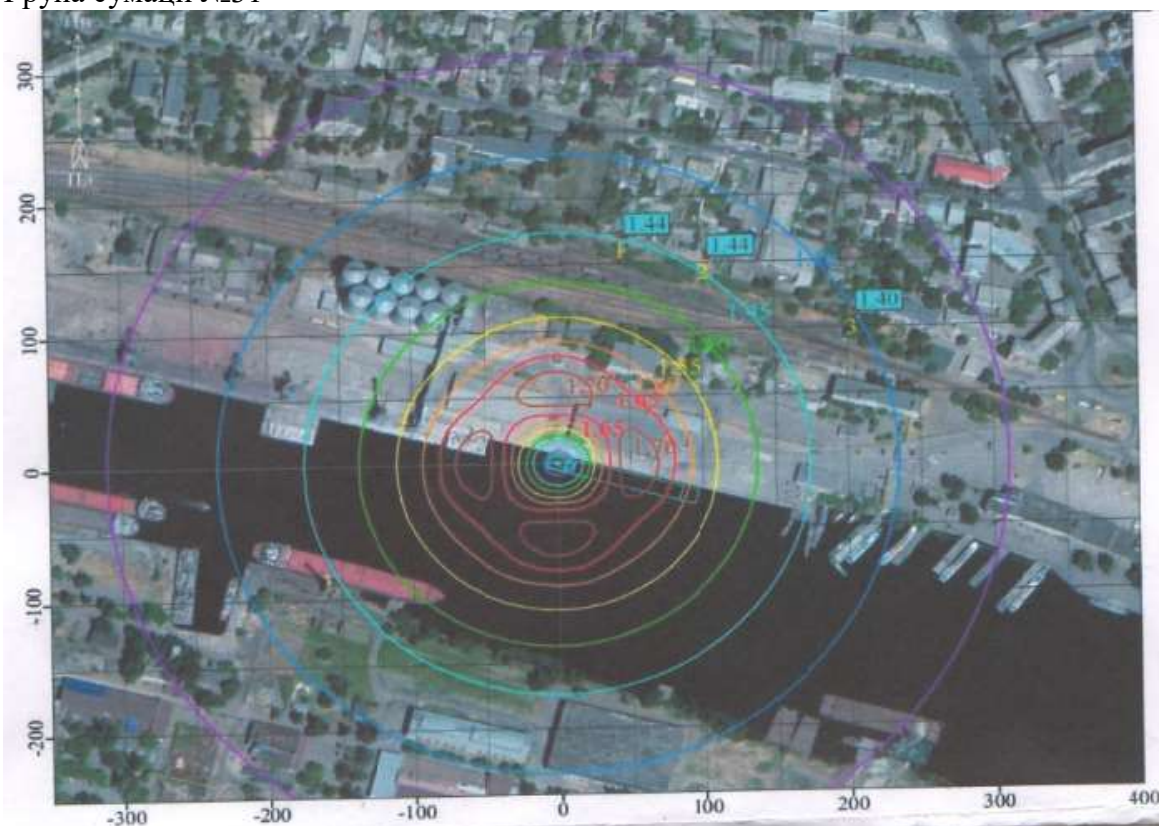


Рис. Д.4.10 – Ситуаційні карти-схеми розподілу концентрацій забруднюючих речовин (з урахуванням фону) на розрахунковому майданчику Херсонський річковий порт

ДОДАТОК Ж

**КЛАСИФІКАТОР ЗАВДАНЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ ЕКОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В
АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ**

Таблиця Ж.1 – Рубрикатор екологічних завдань для оцінювання стану навколишнього природного середовища, природних ресурсів та антропогенного впливу з використанням з космічних систем ДЗЗ

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
А. ГЕОЛОГІЯ І РЕСУРСИ НАДР (в т.ч. підземні води)			1.
А1. СТРУКТУРНА ГЕОЛОГІЯ			1.1.
1.	Трансрегіональні диз'юнктиви.	Виявлення трансрегіональних лінеаментів, розривних порушень	1.1.1.1
		Виявлення зон планетарної тріщинності	1.1.1.2
		Виявлення кільцевих структур різних рангів і типів(мега-, макро-мезоструктури, полігенні, моногенні тощо).	1.1.1.3
2.	Структурно формаційні підрозділи.	Уточнення структурного каркасу території, у тому числі виділення тектонічних блоків різного ступеню переробки (внаслідок кливажування, розсланцювання, зім'яття в складки тощо).	1.1.2.1
		Виявлення структур, уточнення контурів виявлених структур і зон різних типів (синклінорії, антиклінорії, мікститові, сутурні комплекси тощо).	1.1.2.2
3.	Регіональні диз'юнктиви.	Виявлення регіональних лінеаментів, розривних порушень різних видів та елементів їх будови.	1.1.3.1
		Виявлення ареалів різних типів тріщинності (паралельні, радіальні, віялоподібні, концентричні, конусоподібні та ін.).	1.1.3.2
4.	Неотектонні (сучасні ендегенні процеси).	Виявлення зон новітньої ендегенної активності і динаміки зміни параметрів теплових аномалій (рифтові, сейсмогенні та ін.).	1.1.4.1
		Виявлення ділянок локальних структур, активних в новітній час (дрібних розривів, тріщинності, структур просідання, зміщення, активізації вулканів та їх елементів, fumarol та ін.).	1.1.4.2
5.	Складчасті комплекси (зони) і структури.	Виявлення і уточнення меж регіональних структур різних типів (лінійно-складчасті, покровноскладчасті, зім'яло, меланжеві, міжбрилові дислокації, вали і тому подібне), для відкритих територій, розшифровка їх внутрішньої будови.	1.1.5.1
		Виявлення і уточнення меж великих складок і структур (синкліналі, антикліналі,	1.1.5.2

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		брахіструктури, горст-антиклиналі, горст-синклиналі, граніто-гнейсові куполи, вали і тому подібне), для відкритих територій, розшифровка їх внутрішньої будови.	
6.	Локальні структурні елементи.	Виділення розривів локального класу : дрібні оперяючі розломи, елементи динамопар, ділянки тріщинності, катаклаза, зв'язані з диз'юнктивами та ін.	1.1.6.1
		Виділення дрібних складок і їх груп, замкових частин великих складок, структурних носів, диапиров лінійних і куполовидних, соляних куполів та ін.	1.1.6.2
A2. ПОРОДНІ КОМПЛЕКСИ			1.2.
1.	Стратифіковані утворення.	Виділення і уточнення контурів стратифікованих утворень (товщі, комплекси, пачки та ін.).	1.2.1.1
		Дослідження по протяжності мар керуючих (опорних) горизонтів, шарів серед однорідних порід.	1.2.1.2
2.	Магматичні утворення.	Виділення регіональних площ розвитку інтрузивних утворень (інтруз. комплекси, батоліти, штоки, поліхронні масиви та ін.), дослідження їх меж.	1.2.2.1
		Виділення регіональних площ розвитку вулканічних утворень(вулк. комплекси, складно побудовані лавові, туфові і лахарові поля, вулканоплутони, стратовулкани, кальдеро-вулкани, моногенні вулкани, щитові будови та ін.), дослідження їх меж.	1.2.2.2
		Виділення локальних площ розвитку інтрузивних утворень (фазні тіла, акмоліти, бісмаліти, інтрузивні куполи, конічні поклади, лаколіти, лополіти, штоки та ін.), виявлення їх внутрішньої будови, в межах відкритих територій дослідження меж, отримання інформації про речовий склад геологічних тіл.	1.2.2.3
		Виділення площ розвитку нестратифікованих вулканічних утворень (вулк. підкомплекси, лавові і туфові покриви, каскади, маари, вулканічні конуси, куполи, діатреми, сілли, сомми, великі екструзиви та ін.), на відкритих територіях, виявлення їх внутрішньої будови, дослідження контурів.	1.2.2.4
		Виділення малих інтрузій, лінійно витягнутих малих інтрузій неправильної форми та ін.), оконтурювання їх полів і штокверкових жильних зон.	1.2.2.5
		Виділення локальних вулканічних і палеовулканічних тіл (лавові і лахарові потоки, паразитичні кратери, жерловини, вулканічні голки, некки, екструзиви, трубки вибуху, туфові і туффізитові дайки та ін.), дослідження їх меж і по протяжності.	1.2.2.6
3.	Метаморфічні утворення.	Виділення площ розвитку метаморфічних утворень (метаморфічні і метасоматичні підкомплекси, ділянки, зони приконтактних, приразломних метасоматичних порід та ін.),	1.2.3.1

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		для відкритих територій, виявлення елементів їх внутрішньої будови, дослідження меж.	
4.	N - Q освіти.	Дешифрування N - Q відкладень, визначення їх генетичних типів, співвідношень, форм речового складу.	1.2.4.1
5.	Похоронені утворення.	Виявлення і геометризація похоронених (що неглибоко залягають) частин геологічних тіл і тектонічних порушень.	1.2.5.1
A3. МІНЕРАГЕНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ			1.3.
1.	Мінерагенічне районування.	Уточнення меж мінерагенічних підрозділів (мінерагенічних зон, поясів, басейнів тощо).	1.3.1.1
		Уточнення меж мінерагенічних підрозділів (рудоносних районів, площ, вузлів, полів тощо), для відкритих територій виявлення елементів внутрішньої будови.	1.3.1.2
		Уточнення меж структур, з якими пов'язані родовища вугілля, нафти, газу, (стратиформного та ін. генетичних типів), для відкритих територій виявлення елементів їх внутрішньої будови.	1.3.1.3
2.	Рудоконтрольовані структури та комплекси.	Отримання додаткових критеріїв для уточнення закономірностей розміщення корисних копалин, локалізації потенційно рудоносних об'єктів, перспективних ділянок (рудоконтролюючих розломів, їх зчленувань, перетинів, зон дроблення, тріщинності, складок і їх замкових частин, сприятливих породних комплексів тощо).	1.3.2.1
A4. ГІДРОГЕОЛОГІЯ			1.4.
1.	Гідрогеологічне районування.	Гідрогеологічне районування по межах породних комплексів, вододілах, потоках і тому подібне (гідрогеол. регіони, райони, басейни 3 і 4 порядків та ін.).	1.4.1.1
		Уточнення меж водогосподарських підрозділів (водогосп. регіони, райони, басейни 1 і 2 порядки і тому подібне).	1.4.1.2
2.	Природні ресурси підземних вод (ПРПВ).	Уточнення меж територій оцінки ПРПВ (стокові басейни в межах артезіанських басейнів, структурно-літологічні бар'єри та ін.).	1.4.2.1
		Виявлення непрямих ознак і виявлення ділянок місця розташування ґрунтових вод, оконтурювання водоносних шарів.	1.4.2.2
		Виявлення ділянок розвантаження (розкриття) ґрунтових вод на поверхні.	1.4.2.3
A5. ГЕОМОРФОЛОГІЯ І СУЧАСНІ РЕЛЬЄФОУТВОРЮЮЧІ ПРОЦЕСИ			1.5.
1.	Генетичні категорії рельєфу.	Визначення генетичного типу рельєфу для території (водної ерозії, абразії і акумуляції, водно-льодовикової ерозії і акумуляції; вітрової ерозії і акумуляції; вулканічної діяльності і їх різновиду) .	1.5.1.1
		Виділення схилів і визначення їх генезису (обвальні-осипні, зсувні, соліфлюкційні,	1.5.1.2

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		делювіальні, ерозійні, алювіально-терасні, тектонічні, поверхні лавових потоків та ін.).	
2.	Морфографічні категорії рельєфу.	Визначення морфографічної категорії рельєфу території (рівнинний, горбистий, гірський).	1.5.2.1
		Визначення морфографічного типу рельєфу (хвилястий, горбистий, гривастий, западинний, балочний, яр, предгірний, високогірний та ін.).	1.5.2.2
		Визначення морфографічного типу схилу (опуклий, ввігнутий та ін.).	1.5.2.3
		Визначення морфографічного типу річкової долини (U-подібна, V-подібна, така, що терасує, безрусельно-деллева та ін.).	1.5.2.4
3.	Морфометричні категорії рельєфу.	Визначення морфометричного типу рельєфу по густині розчленування.	1.5.3.1
		Виділення територій з різним типом розчленування (структурно-денудація, структурно-ерозійне та ін.).	1.5.3.2
		Виділення морфометричного типу рельєфу по глибині розчленування.	1.5.3.3
		Виявлення ділянок аномальних ухилів подовжнього профілю тальвегів-потоків.	1.5.3.4
4.	Форми рельєфу.	Виділення елементів, що обмежують форми рельєфу (схил, вершина, брівка, сідловина, уступ, вододіл, тиловий шов та ін.).	1.5.4.1
5.	Карстово-суффізійні процеси і просадки ґрунту.	Виділення ділянок виходу на поверхню карстових порід.	1.5.5.1
		Виявлення форм прояву карстово-суффізійних процесів.	1.5.5.2
		Виділення масивів з проявом карстово-суффізійних процесів.	1.5.5.3
		Визначення типів малюнків, густини і характерних розмірів карстових і суффізійних депресій в межах масиву, що виділяється.	1.5.5.4
		Виявлення зв'язаності форм прояву карстово-суффізійних процесів з елементами ерозійної мережі.	1.5.5.5
		Визначення стадії розвитку форм прояву карстово-суффізійних процесів і виділення усередині виділеного масиву ділянок поширення форм прояву карстово-суффізійних процесів, що знаходяться на різних стадіях розвитку.	1.5.5.6
		Визначення дій що посилюють розвиток карстово-суффізійних процесів.	1.5.5.7
6.	Геокріологічні явища.	Виділення термокарстових озерних масивів, аласів і хасирів, визначення щільності форм і їх характерного малюнка.	1.5.6.1
		Виділення ділянок схилів з розвитком процесів солефлюкції.	1.5.6.2
		Виділення курумних полів.	1.5.6.3
		Виявлення таликів.	1.5.6.4
		Визначення стадії розвитку кріогенних процесів і виділення масивів поширення форм	1.5.6.5

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		прояву криогенних процесів, що знаходяться на різних стадіях розвитку.	
		Виявлення і типізація ділянок прогресуючої деградації ММП.	1.5.6.6
		Визначення чинників, стимулюючих розвиток криогенних процесів.	1.5.6.7
7.	Ерозійні процеси.	Виявлення масивів з проявом площинного змиву.	1.5.7.1
		Виявлення ярів.	1.5.7.2
		Визначення масивів, схильних до процесів яро утворення.	1.5.7.3
		Визначення характерного малюнка, розмірів, густини форм прояву процесів лінійної і площинної ерозії.	1.5.7.4
		Виявлення зв'язаності форм прояву лінійної ерозії із структурно-тектонічною будовою.	1.5.7.5
		Виділення ділянок берегів потоків, що активно руйнуються.	1.5.7.6
		Визначення чинників стимулюючих розвиток ерозійних процесів.	1.5.7.7
		Визначення стадії розвитку форм (окремих частин форм) прояву ерозійних процесів і виділення ділянок поширення ерозійних процесів, що знаходяться на різних стадіях розвитку.	1.5.7.8
8.	Процеси переформовування берегової зони озер і водосховищ.	Виявлення типів абразійних форм (кліфи, бенчі, укоси, кекури, абразійні дуги та ін.).	1.5.8.1
		Виявлення ділянок узбережжя з проявом термоабразійних процесів.	1.5.8.2
		Виділення типів акумулятивних берегів і форм берегової акумуляції.	1.5.8.3
		Визначення форм берегової акумуляції (тераси і пляжі, коси, перейми, томболо, пересипи, пляжі, лагуни, мілини і осушення літоралі).	1.5.8.4
		Виділення ділянок формування потоків наносів.	1.5.8.5
		Визначення міри активності руйнування берегів і виділення ділянок з різною мірою активності процесів руйнування берегів.	1.5.8.6
		Визначення режиму берегової акумуляції (інтенсивність і сезонність побережного і поперечного переміщення наносів і річкового твердого стоку).	1.5.8.7
9.	Гравітаційні процеси.	Виділення ділянок схилів із зсувними деформаціями.	1.5.9.1
		Виділення осипів і обвалів.	1.5.9.2
		Виділення делювіально-пролювіальних конусів винесення.	1.5.9.3
		Визначення стадії розвитку форми прояву і її елементів.	1.5.9.4
		Виділення масивів з проявом гравітаційних процесів і виділення ділянок усередині виділеного масиву з формами, що знаходяться на різних стадіях розвитку.	1.5.9.5
10.	Еолові процеси.	Виявлення піщаних масивів.	1.5.10.1

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		Визначення типів і внутрішньої структури піщаних масивів.	1.5.10.2
		Визначення міри закріпленої піщаних масивів рослинним покривом.	1.5.10.3
		Виявлення вогнищ прояву дефляції і визначення дій що посилюють її розвиток.	1.5.10.4
11.	Болота і заболочені території.	Виділення великих болотяних масивів.	1.5.11.1
		Визначення типу болотяних масивів – ефтрофні (низинні), мезотроні (перехідні) і оліготрофні (верхові).	1.5.11.2
		Виділення внутрішньої структури елементів болотяного масиву - гряди, мочарини, озера, потоки, топи та ін.	1.5.11.3
		Визначення стадії розвитку болота (потужність торф'яної товщі).	1.5.11.4
		Визначення характеру водного живлення болота.	1.5.11.5
		Розпізнавання шляхів руху води у болоті.	1.5.11.6
Б. ГІДРОЛОГІЯ І ПОВЕРХНЕВІ ВОДНІ РЕСУРСИ			2.
Б1. ГІДРОЛОГІЯ СУШІ			2.1.
1.	Гідрографія річок.	Виділення річкової мережі.	2.1.1.1
		Визначення характерного малюнка річкової мережі.	2.1.1.2
		Виділення улоговин стоку і лощин.	2.1.1.3
		Виділення річкової долини та її елементів (бровка схил, дно, заплава тераси та ін.).	2.1.1.4
		Виділення вододілів річкових систем (оконтурювання річкових басейнів).	2.1.1.5
		Визначення типу річки по джерелу живлення.	2.1.1.6
		Виділення і типізація пригирлових ділянок (дельта, естуарій) та його елементів.	2.1.1.7
		Виявлення сліпих гирл річок (висячих дельт).	2.1.1.8
2.	Гідрографія озер.	Виділення озер.	2.1.2.1
		Визначення типу озера за характером водообміну (стічні, безстічні, проточні, тимчасово стічні та ін.).	2.1.2.2
		Визначення генетичного типу озерної улоговини.	2.1.2.3
		Розрізнення прісних і мінеральних (солоних) озер .	2.1.2.4
		Визначення типу мінеральних озер (самосадові, сухі та ін.).	2.1.2.5
		Виявлення основних частин озер і водосховищ і їх елементів (береговий схил, узбережжя, берегова мілина).	2.1.2.6
		Визначення лінії урізання води озер та водосховищ.	2.1.2.7

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		Виділення прибережної рослинності і визначення міри заростання і ступеню заростання озер і водосховищ.	2.1.2.8
		Виявлення цвітіння озер і водосховищ.	2.1.2.9
3.	Руслові процеси річок.	Виявлення елементів будови заплав великих річок(закрути, меандри, фурки, стариці та ін.).	2.1.3.1
		Виділення і типізація русла річки, ті, що міандриують та ін.).	2.1.3.2
		Визначення типу міандрування русла.	2.1.3.3
		Виявлення і типізація великих руслових форм і їх елементів(гряди, перекати, плеса, затони та ін.).	2.1.3.4
		Виявлення структури молодих заплавноїх утворень (острови, мілини, коси, відмостки, та ін.).	2.1.3.5
		Визначення типу руслового процесу.	2.1.3.6
		Визначення розподілу каламутності по руслу річки.	2.1.3.7
		Виявлення суспензії твердого стоку річок в гирло річок та її розподіл.	2.1.3.8
4.	Гідрометрія річок і озер.	Визначення коефіцієнта звивистості річки.	2.1.4.1
		Визначення густини річкової мережі.	2.1.4.2
		Визначення довжини і порізаності берегової лінії озер і водосховищ.	2.1.4.3
		Визначення температури водної поверхні великих водойм.	2.1.4.4
5.	Оцінка льодової обстановки морів, озер, річок і водосховищ.	Встановлення віку льодів і визначення вікового складу льодів в зоні.	2.1.5.1
		Виявлення початкових видів льодів.	2.1.5.2
		Виявлення форм нерухомого льоду (припай, підошва припая, лід на березі, та ін.).	2.1.5.3
		Виявлення і оцінка просторів чистої води серед льоду (розводдя, ополонка, промоїна та ін.)	2.1.5.4
		Виявлення і оцінка льодів (льодовитість, згуртованість та ін.), що дрейфують.	2.1.5.5
		Визначення характеристик крижаної поверхні (засніженість, забрудненість льоду та ін.).	2.1.5.6
		Оцінка стадії танення льодів.	2.1.5.7
		Виявлення нерівномірності сходу льоду на річках (розкриття).	2.1.5.8
		Виявлення льодових заторів на річках, ділянок русла з течією води поверх льоду та ін.	2.1.5.9
6.	Паводки і повені.	Виявлення меж затоплених територій.	2.1.6.1
		Виявлення меж зон затоплення.	2.1.6.2
		Виявлення причин затоплення заплави (льодових заторів, заломів та ін.).	2.1.6.3
7.	Сніговий покрив.	Виявлення меж областей стійкого снігового покриву.	2.1.7.1
		Визначення стану снігу.	2.1.7.2

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		Виявлення межі сходу снігового покриву.	2.1.7.3
8.	Льодовики.	Виявлення і типізація льодовиків.	2.1.8.1
		Виявлення області живлення і стоку льодовика.	2.1.8.2
		Виявлення поверхневих і бічних льодовика.	2.1.8.3
В. ЛІСОВІ РЕСУРСИ І РОСЛИННИЙ ПОКРИВ			3.
В1. ГЕОБОТАНІКА			3.1.
1.	Ліси.	Типізація лісових співтовариств.	3.1.1.1
2.	Степи.	Виділення і типізація ділянок із степовою рослинністю.	3.1.2.1
3.	Степові пожежі.	Оперативне спостереження за степовими пожежами.	3.1.3.1
		Визначення міри і швидкості відновлення степового рослинного покриву.	3.1.3.2
4.	Лугова рослинність.	Виділення і типізація лугов заплавних терас.	3.1.4.1
		Виділення і типізація лугов гольців і підгольців.	3.1.4.2
5.	Болотяна рослинність.	Виділення і типізація рослинності заболочених днищ річкових долин.	3.1.5.1
		Виділення і типізація рослинності верхових боліт.	3.1.5.2
		Виділення і типізація рослинності боліт.	3.1.5.2
6.	Кущі.	Виділення і типізація кущів.	3.1.6.1
		Виділення ділянок з кедровим стлаником.	3.1.6.2
7.	Рослинність гір.	Виділення і типізація рослинності гірської флори.	3.1.7.1
		Виділення і типізація рослинності полониної флори.	3.1.7.2
8.	Сезонні зміни рослинного покриву.	Визначення індексів вегетації рослинного покриву.	3.1.8.1
В2. ЛІСОВІ РЕСУРСИ			3.2.
1.	Запаси лісу.	Визначення меж лісів і лісистості територій.	3.2.1.1
		Оцінка порідного складу деревостою.	3.2.1.2
		Оцінка зімкнутої запони.	3.2.1.3
		Виділення масивів старих лісів.	3.2.1.4
		Оцінка вікової структури і продуктивності лісів.	3.2.1.5
		Виділення масивів рідколісся, вітровалу.	3.2.1.6
		Виявлення вогнищ розвитку ентомопаталогій (для великих вогнищ).	3.2.1.7
2.	Лісові пожежі і післяпожежна	Оцінка пожежонебезпеки пожежонебезпечних лісів.	3.2.2.1
		Визначення координат ділянок займання і оперативне спостереження за лісовими	3.2.2.2

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
	інвентаризація лісу.	пожежами.	
		Виділення гару і визначення віку пожежі.	3.2.2.3
		Оцінка стану відновлення вигорілих ділянок лісу.	3.2.2.4
Г. ВПЛИВИ НА ДОВКІЛЛЯ			4.
Г1. НАДРА			4.1.
1.	Впливи, промислових, енергетичних підприємств гірничодобувних і інженерних споруд.	Виявлення відкритих кар'єрних розробок, шламонакопичувачів, відстійників промислових вод, полігонів драг, кущів бурових свердловин.	4.1.1.1
		Виявлення внутрішньої структури об'єктів надрокористування.	4.1.1.2
		Визначення стану об'єктів надрокористування (стадії проведення робіт).	4.1.1.3
		Визначення меж порушення ліцензійних ділянок при веденні відкритих розробок III.	4.1.1.4
		Виявлення ділянок сучасних, антропогенно-стимульованих, і омолоджених ЕкП і визначення ступеню їх активізації.	4.1.1.5
		Виявлення інженерних споруд що зазнають впливу ЕкП і визначення ступеню дії впливу.	4.1.1.6
		Виділення територій з різним ступенем перетвореності (порушеності) геологічного середовища.	4.1.1.7
Г2. ЛІСИ			4.2.
1.	Впливи під час проведення лісозаготівель.	Визначення освоєності лісових масивів рубками.	4.2.1.1
		Визначення типу рубок (освітлення і проріджування, прохідні, суцільні, вибіркові).	4.2.1.2
		Визначення площі лісосіки.	4.2.1.3
		Виявлення порушень меж відведення лісосік.	4.2.1.4
		Виявлення порушень норм по ширині і напрямку лісосік і рубки (проти пануючого напрямку вітрів).	4.2.1.5
		Виявлення недотримання встановленої ширини насінних смуг і куртин.	4.2.1.6
		Оцінка стану місць рубок і виявлення порушень (знищення підросту і надґрунтового покриву на площі, що перевищує допустиму, недотримання протипожежних вимог та ін.).	4.2.1.7
		Виявлення ділянок знищення лісового покриву в межах водозахисних зон великих потоків (водозахисних лісів).	4.2.1.8
		Виявлення ділянок лісозаготівель в межах територій (заказники, заповідники, нац. парки), що особливо охороняються.	4.2.1.9
		Виявлення порушення правил рубок на схилах і порушення рослинного і ґрунтового покриву, що виконує функції інженерного захисту ґрунтів.	4.2.1.10

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
Г3. ЗЕМЛІ			4.3.
1.	Оцінка порушення земель.	Виявлення ділянок пасовищної дигресії в степовій зоні (худоби).	4.3.1.1
		Виявлення масивів ґрунтового покриву з ознаками деградації.	4.3.1.2
		Виділення ділянок з різним ступенем рослинного покриву.	4.3.1.3
		Виявлення ділянок розвитку процесів дефляції і масивів пісків, що пересуваються.	4.3.1.4
		Виявлення процесів на ділянках нераціональної меліорації.	4.3.1.5
		Виявлення ділянок.	4.3.1.6
		Виявлення солончаків масивів та їх структури.	4.3.1.7
		Виділення усередині масиву ділянок з різною мірою засолення.	4.3.1.8
		Визначення причин процесів засолення ґрунтів.	4.3.1.9
		Визначення ступеню виявлення чинників.	4.3.1.10
		Виявлення ділянок і локалізація джерел забруднення земель нафтою, нафтопродуктами та ін. (44.5).	4.3.1.11
	Визначення видів використання земель.	4.3.1.12	
2.	Дорожньо-комунікаційні об'єкти	Виявлення комунікаційних об'єктів, їх ранжирування (продуктопроводи, дороги, ЛЕП і тому подібне).	4.3.2.1
		Виявлення наслідків будівництва і експлуатації доріг і комунікацій.	4.3.2.2
Г4. ЛАНДШАФТИ			4.4.
1.	Оцінка стійкості природних і антропогенних систем.	Ранжування ділянок природно-антропогенних систем за ступенем стійкості до антропогенних дій.	4.4.1.1
		Виділення площ з ознаками структурних і функціональних змін і їх оцінка.	4.4.1.2
		Виявлення господарської діяльності у межах ООПТ.	4.4.1.3
Г5. СЕЛІТЕБНІ ТЕРИТОРІЇ			4.5.
1.	Екологічні проблеми міст.	Виявлення об'єктів розміщення відходів виробництва і споживання.	4.5.1.1
		Виявлення несанкціонованих місць розміщення відходів виробництва і споживання.	4.5.1.2
		Виявлення несанкціонованих забудов, зміни планування міст і сіл.	4.5.1.3
		Оцінка густини забудови і озеленення міст.	4.5.1.4
		Визначення забруднення снігового покриву навколо міст.	4.5.1.5
Г6. ВОДНІ ОБ'ЄКТИ			4.6.
1.	Впливи на берегову зону.	Виявлення гідротехнічних споруд.	4.6.1.1
		Виявлення промислових об'єктів, що знаходяться у безпосередній близькості від берегової	4.6.1.2

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		зони великих водойм та їх інфраструктури.	
		Визначення ділянок берегової зони, що випробовують дію селітебних і промислових об'єктів і знаходяться різною мірою перетворюваності.	4.6.1.3
2.	Дія на акваторію.	Виявлення на поверхні водойм ділянок, забруднених поверхнево-активними речовинами (аварійних скидів і розливів забруднюючих речовин) і визначення джерел забруднення.	4.6.2.1
		Виявлення ділянок водойм, забруднених мінеральними суспензіями (аварійних скидань і розливів забруднюючих речовин) і визначення джерел забруднення.	4.6.2.2
		Виділення ділянок водойми з різною мірою забруднення, визначення їх розмірів і ранжирування.	4.6.2.3
		Визначення площі і ступеню (рівня) забруднення водосховищ ГЕС деревиною.	4.6.2.4
		Прогноз поширення забруднюючих речовин по акваторії в межах водного басейну.	4.6.2.5
Г7. ПОВІТРЯНЕ СЕРЕДОВИЩЕ			4.7.
1.	Аерозольно-димові забруднення.	Визначення джерел аерозольно-димових забруднень.	4.7.1.1
		Визначення площ поширення і рівня аерозольно-димових забруднень.	4.7.1.2
Д. ТВАРИННИЙ СВІТ			8.
1.	Місце існування тваринного світу.	Оцінка стану (якості) місця існування мисливських та інших видів тварин.	8.1.1.1
Ж. АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ			9.
Ж1. АТМОСФЕРНА ЦИРКУЛЯЦІЯ			9.1.
1.	Радіаційний баланс.	Вивчення атмосферної циркуляції.	9.1.1.1
		Побудова профілю вологості атмосфери.	9.1.1.2
		Побудова температурного профілю атмосфери.	9.1.1.3
2.	Хімія атмосфери.	Вимір концентрації газів, що викликають парниковий ефект.	9.1.2.1
		Вимір вмісту атмосферного озону.	9.1.2.2
		Вимір змісту аерозолів в атмосфері.	9.1.2.3
Ж2. ХМАРНІСТЬ			9.2.
1.	Розподіл хмарного покриву.	Оцінка розподілу хмарного покриву для прогнозування погоди.	9.2.1.1
		Визначення типу хмарності, розміру хмарних утворень.	9.2.1.2
		Оцінка циклонної діяльності для прогнозування погоди та попередження надзвичайних ситуацій.	9.2.1.3

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
2.	Характеристики хмар.	Вимірювання висоти верхньої межі хмар.	9.2.2.1
		Вимірювання температури і тиску на верхній межі хмар.	9.2.2.2
ЖЗ. АНТРОПОГЕННІ ВПЛИВИ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ			9.3.
1.	Аерозольно-димові забруднення.	Оцінка глобального рівня аерозольно-димових забруднень.	9.3.1.1
		Виявлення регіональних закономірностей розсіювання аерозольно-димових забруднень та їх циркуляції.	9.3.1.2
		Виявлення джерел аерозольно-димових забруднень.	9.3.1.3
		Оцінка просторово-часових змін вмісту забруднюючих речовин в атмосфері над містами і промисловими підприємствами.	9.3.1.4
		Виявлення транскордонного перенесення аерозольно-димових забруднень.	9.3.1.5
3. АТМОСФЕРНІ ОПАДИ І СНІГОВИЙ ПОКРИВ			10.
1.	Атмосферні опади.	Вимірювання водоемності хмар для прогнозування атмосферних опадів.	10.1.1.1
		Вимірювання розміру і фазового стану складених часток хмар для прогнозування атмосферних опадів.	10.1.1.2
		Виявлення зон випадання атмосферних опадів.	10.1.1.3
2.	Сніговий покрив.	Виявлення меж областей стійкого снігового покриву.	10.1.2.1
		Моніторинг межі сходу снігового покриву.	10.1.2.2
		Визначення характеристик снігового покриву (потужність, вологість).	10.1.2.3
		Вивчення динаміки встановлення і сходу снігового покриву.	10.1.2.4
І. КОМУНІКАЦІЙНІ ОБ'ЄКТИ			11.
1.	Експлуатація комунікаційних об'єктів.	Виявлення комунікаційних об'єктів, їх ранжування(продуктопроводи, дороги, ЛЕП тощо).	11.1.1.1
		Оцінка стану і пропускної спроможності доріг.	11.1.1.2
		Оцінка стану комунікацій і виявлення передаварійних ділянок.	11.1.1.3
		Вивчення транспортних зон.	11.1.1.4
		Виявлення наслідків будівництва і експлуатації доріг і комунікацій.	11.1.1.5
2.	Будівництво комунікаційних об'єктів.	Вибір трас для проектування і будівництва нових доріг.	11.1.2.1
		Оцінка ходу будівництва автомобільних шляхів та залізниць.	11.1.2.2
		Оцінка ходу будівництва ЛЕП, продуктопроводів.	11.1.2.3
К. СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО			12.
1.	Площі сільськогосподарських	Ідентифікація та облік площ посівів сільськогосподарських культур.	12.1.1.1
		Визначення площі пару.	12.1.1.2

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
	угідь.	Визначення площі пасовищ.	12.1.1.3
		Оцінка площі збирання врожаю сільськогосподарських культур.	12.1.1.4
2.	Стан сільськогосподарських угідь.	Виявлення осередків підвищеної засміченості зернових культур.	12.1.2.1
		Виявлення осередків ураження сільськогосподарських культур внаслідок стихійних явищ (град, зливи, урагани, посуха, пожежі).	12.1.2.2
		Оцінка площ сільськогосподарських культур потерпілих від хворобу і шкідників.	12.1.2.3
		Виявлення деградації природних кормових угідь.	12.1.2.4
3.	Прогнозування врожайності.	Оцінка схожості сільськогосподарських культур.	12.1.3.1
		Прогноз врожайності сільськогосподарських культур.	12.1.3.2
		Оцінка ступеню стиглості сільськогосподарських культур.	12.1.3.3
		Оцінка сезонної продуктивності пасовищ.	12.1.3.4
		Оцінка об'ємів збору продукції рослинництва.	12.1.3.5
4.	Агротехнічні заходи.	Визначення площі пари, що вимагає проведення протибур'янових заходів.	12.1.4.1
		Визначення ділянок добрив, що вимагають внесення, і отрутохімікатів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.	12.1.4.2
		Визначення термінів і якості проведення агротехнічних заходів.	12.1.4.3
5.	Агрокліматичні умови.	Агрокліматичне районування.	12.1.5.1
		Розпізнавання і контроль розвитку посухи.	12.1.5.2
Л. ВИКОРИСТАННЯ І РОЗВИТОК ТЕРИТОРІЙ			13.
1.	Територіальне планування.	Визначення зон з особливими умовами використання територій.	
		Визначення територій, схильних до ризику виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.	
		Визначення зон негативного впливу об'єктів капітального будівництва у разі розміщення таких об'єктів.	
2.	Містобудівне зонування.	Визначення функціональних зон (житлових, суспільно-ділових, виробничих зон, зон інженерної і транспортної інфраструктури, зон сільськогосподарського використання, зон рекреаційного призначення, зон розміщення військових об'єктів і інші види територіальних зон).	13.1.2.1
		Виділення у складі житлових зон: зон забудови індивідуальними, малоповерховими, середньо поверховими, багатоповерховими житловими будинками і зон житлової забудови інших видів.	13.1.2.2

№з/п	ТЕМА	НАЙМЕНУВАННЯ ЗАВДАННЯ	ПУНКТ
		Виявлення несанкціонованих забудов, змін планування міст і сільських поселень.	13.1.2.3
		Оцінка густини забудови і озеленення міст.	13.1.2.4
3.	Планування територій.	Виділення елементів планувальної структури (кварталів, мікрорайонів, інших елементів).	13.1.3.1
		Виявлення меж земельних ділянок, на яких розташовані лінії електропередачі, лінії зв'язку(у тому числі лінійно-кабельні споруди), трубопроводи, автомобільні дороги, залізничні лінії і інші подібні споруди.	13.1.3.2
		Встановлення меж забудованих земельних ділянок і меж незабудованих земельних ділянок.	13.1.3.3
		Встановлення меж земельних ділянок, на яких розташовані об'єкти капітального будівництва.	13.1.3.4
		Встановлення меж зон планованого розміщення об'єктів соціально-культурного і комунально- побутового призначення, інших об'єктів капітального будівництва.	13.1.3.5
		Виявлення земельних ділянок, розміри яких перевищують встановлені містобудівним регламентом граничні (мінімальні і(чи) максимальні) розміри земельних ділянок.	13.1.3.6
4.	Земельний кадастр.	Визначення видів використання земель.	13.1.4.1
		Оцінка стану земель.	13.1.4.2
		Оцінка якості земель (у тому числі показники стану родючості).	13.1.4.3
		Виявлення об'єктів нерухомого майна, міцно пов'язаних із земельною ділянкою.	13.1.4.4

Таблиця Е.2. – Характеристики екологічних завдань, що вирішуються за допомогою космічних систем ДЗЗ

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність зміння
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
ГЕОЛОГІЯ І РЕСУРСИ НАДР (в т.ч. підземні води)											
	Транс-регіональні диз'юнктиви.	1.1.1.1	1000-2507030	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III	Держгеологкарта, тектонічна, континентальних розломів	Глобальні розломи, мегакомплекси	1:500000	1:100000	1:25 000 - 1:50 000	1 раз/рік
		1.1.1.2	1000-2507030	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III	Держгеологкарта, тектонічна, континентальних розломів	Зони планетарної тріщинуватості	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/рік
		1.1.1.3	250-703010	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Кільцевих структур, тектонічна	Мега-, макро-, мезокільцеві структури	1:500000	1:100000	1:25 000 - 1:50 000	1 раз/рік
	Структурно-формаційні підрозділи	1.1.2.1	250-703010	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Держгеолкарта, структурно-тектонічна	Структурні поверхи, тектонічні блоки, розривні порушення	1:200000	1:100000	1:20 000 - 1:10 000	
		1.1.2.2	250-7030	0.4-1.1 1.55-1.75	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS,	Держгеолкарта, структурно-	Структурні	1:500000	1:100000	1:25 000 - 1:50 000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
			10	2.0-3.0 10.4-12.6	HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	тектонічна, прогнозу на нафту і газ	підрозділи, їх межі, регіональні розломи			000	рік
	Регіональні диз'юнктиви.	1.1.3.1	250-70 30 10	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Держгеолкарта, структурно-тектонічна, прогнозу на нафту і газ	Регіональні розломи, структурні елементи	1:500 000	1:100 000	1:25 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
		1.1.3.2	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ALI, ASTER, HRG Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird., EROSA/B	Держгеолкарта, тектонічна, розривних порушень, підземних вод, прогнозу на нафту і газ	Ареали і зони тріщиноватості	1:500 000	1:100 000	1:25 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
	Неотектонічні (сучасні ендегенні процеси)	1.1.4.1	250-70 30 10	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, HRG	Держгеолкарта, неотектонічна, тектонічна, четвертинних утворень	Рифтові, сейсмогенні структури, розломи, структури	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
	.	1.1.4.2	30 10	0.4-1.1 1.55-1.75	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+,	Держгеолкарта, неотектонічна,	Розломи, ділянки	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 -	1 раз/

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
			2-1	2.0-3.0 10.4-12.6	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, GeoEye, EROS-A/B	тектонічна, четвертинних утворень	тріщинуватості, локальні структури			1:50 000	рік
	Складчасті комплекси (зони) і структури.	1.1.5.1	250-70 30 10	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Держгеолкарта, тектонічна	Складчасті пояси, зони, покривні структур, пакети шар'яжних структур	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
		1.1.5.2	250-70 30 10	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, HRG, LISS-IV (PAN)	Держгеолкарта, тектонічна	Складчасті форми, структури	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
	Локальні структурні елементи	1.1.6.1	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2,	Держгеолкарта, тектонічна, розломи, ділянки тріщунуватості	Розломи, ділянки тріщинуватості катаклаза	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B						
		1.1.6.2	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Держгеолкарта, тектонічна, катаклазу	Складки, локальні структури	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
	Стратифіковані утворення.	1.2.1.1	250-70 30 10	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Держгеолкарта, сертифіковані шари, комплекси, межі підрозділів.	Стратифіковані товщі, комплекси, межі підрозділів	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
		1.2.1.2	250-70 30 10	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS, HRVPAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, літологічна	Маркуючі горизонти, межі маркерів, літологія	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
	Магматичні утворення.	1.2.2.1	250-70 30 10	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER,	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, інтрузивних	Вулканогенні утворення,	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	утворень.	вулканічні структури				
		1.2.2.2	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, вулканічних утворень та структур	Вулканогенні утворення, вулканічні структури	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
		1.2.2.3	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Держгеолкарта, чвертинних відкладів, інтрузивних утворень.	Малі вулканічні тіла і структури, поля малих тіл	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
		1.2.2.4	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, інтрузивних утворень.	Метаморфічні підрозділи, елементи внутрішньої будови	1:1 000 000	1:200 000	1:100 000 - 1:50 000	1 раз/ рік
		1.2.2.	70	0.4-1.1	HRV-PAN/XS,	Держгеолкарта,	Видалені	1:1 000	1:200	1:100	1

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		5	30 15-5	1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	четвертинних відкладів, інтрузивних утворень.	утворення, тектонічні порушення	000	000	000 - 1:50 000	раз/рік
		1.2.2.6	250 70 30-15	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, інтрузивних утворень.	Мінерагенічні підрозділи, елементи внутрішньої будови	1:1 000 000	1:200 000	1:50 000 - 1:10 000	1 раз/ рік
	Метаморфічні утворення.	1.2.3.1	70 30 15-5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, корисних копалин	Метасоматичні синрудні утворення, рудоконтролюючі структури, перспективні ділянки	1:500 000	1:100 000	1:50 000 - 1:10 000	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність змінання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	N - Q освіти.	1.2.4.1	70 30 15-5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, схеми відношень N – Q утворень.	N -Q освіти, літологія	1:500 000	1:100 000	1:50 000 - 1:10 000	1 раз/ рік
	Вилучені утворення.	1.2.5.1	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Держгеолкарта, четвертинних відкладів, тектонічних порушень	Похоронені утворення, тектонічні порушення	1:500 000	1:100 000	1:50 000 - 1:10 000	1 раз/ рік
	Мінерагенічне районування.	1.3.1.1	250 70 30-15	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion	Корисних копалин та закономірностей їх розміщення, мінерагенічного районування, розміщення прогнозних ресурсів	Мінерагенічні підрозділи	1:500 000	1:100 000	1:50 000 - 1:10 000	1 раз/ рік
		1.3.1.2	70 30 15-5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion	Корисних копалин та закономірностей їх розміщення, мінерагенічного	Мінерагенічні підрозділи, елементи	1:500 000	1:100 000	1:50 000 - 1:10 000	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність змінання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
						районування, розміщення прогнозних ресурсів	внутрішньої будови				
		1.3.1.3	70 30 15-5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion	Корисних копалин та закономірностей їх розміщення, мінерагенічного районування, розміщення прогнозних ресурсів	Межі родовищ	1:50000	1:100000	1:50 000 - 1:10 000	1 раз/рік
	Рудоконтрольовані структури та комплекси.	1.3.2.1	70 30 15-5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 10.4-12.6	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, HRG, LISS-IV (PAN)	Корисних копалин та закономірностей їх розміщення, мінерагенічного районування, розміщення прогнозних ресурсів	Метасоматичні синрудні утворення, рудоконтрольовані структури, перспективні ділянки	1:200000	1:50 000	1:10 000 - 1:5 000	1 раз/рік
	Гідрогеологічне	1.4.1.1	250-70 30-20	0.4-1.1 1.55-1.75	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM,	Гідрогеологічного районування,	Гідрогеологічне	1:100000	1:50000	1:10 000 - 1:5	2 раз/

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	районування.		10-5	2.0-3.0 2.4-7.0 см	ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	гідрогеологічна, районування за умовами формування режиму підземних вод.	райони 1 порядку, 2 порядки, гідролог, області, межі гідролог. регіонів, районів, басейнів 3 і 4 порядків			000	рік
		1.4.1. 2	250-70 30-20 10-5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 2.4-7.0 см	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, IRS-PAN, LISSIV (PAN), HRG Ресурс-ДК, ENVISAT, RADARSAT-1/2, ERS-1/2, ALI, Hyperion, TERRASAR-X, ALOS	Гідрогеологічна	Водогосподарські регіони, басейни 1 порядку, басейни 2 порядки, їх межі.	1:1000 000	1:500 000	1:10 000 - 1:5 000	2 раза/ рік
		Природні ресурси підземних вод (ПРПВ).	1.4.2. 1	250-70 30-20 10-5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 2.4-7.0 см	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, IRS-PAN, LISSIV (PAN), HRG Ресурс-ДК,	Гідрогеологічна підземних вод	Території оцінки ПРПВ, їх межі та ін.	1:500 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	2 раза/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					ENVISAT, RADARSAT-1/2, ERS-1/2, ALI, Hyperion, TERRASAR-X, ALOS						
		1.4.2.2	30 15-5 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 2.4-7.0 см	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Гідрогеологічна підземних вод	Ділянки локалізації ґрунтових вод, водоносні пачки і шари	1:500 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	2 раза/ рік
		1.4.2.3	30 15-5 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 2.4-7.0 см	Ресурс-ДК, RADAR- SAT-1/2, ERS-1/2, ENVISAT, TERRASAR-X, ALOS, ALI, Hyperion	Гідрогеологічна підземних вод	Місця розвантаження ґрунтових вод	1:500 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	2 раза/ рік
	Генетичні категорії рельєфу.	1.5.1.1	250 70 30-20	0.4-1.1	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG RADARSAT-1/2, ERS1/2, ENVISAT, TERRASAR-X, ALOS	Геоморфологічна	Генетичні типи рельєфу, межі палеогеографічних обстановок, межі генетично однорідн	1:500 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							их комплексів				
		1.5.1.2	30 10 2-1	0.4-1.1	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG RADARSAT-1/2, ERS1/2, ENVISAT, TERRASAR-X, ALOS	Геоморфологічна	Генетичні однорідні форми рельєфу, межі генетично однорідних комплексів	1:500000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	1 раз/рік
	Морфографічні категорії рельєфу.	1.5.2.1	30 10 2-1	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III	Геоморфологічна, четвертинних відкладів, інженерно-геологічна	Морфографічні типи рельєфу	1:200000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	1 раз/рік
		1.5.2.2	30 10 2-1	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, TM, ETM+, HRVIRMONO/XI, LISS-III ASTER, ALI, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG, QuikBird, Ресурс-ДК, Ikonos-2, EROS-A/B	Геоморфологічна, четвертинних відкладів, інженерно-геологічна	Морфографічні типи схилів	1:200000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	1 раз/рік
		1.5.2.3	30 10	0.4-0.7, 2.4-7.0	HRV-PAN/XS, TM, ETM+, HRVIRMONO/XI, LISS-III	Геоморфологічна, четвертинних	Типи долин	1:200000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
			2-1	см	ASTER, ALI, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG, QuikBird, Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView3, WorldView-1/2, EROS-A/B	відкладів, інженерно-геологічна				000	рік
		1.5.2.4	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2	Геоморфологічна, четвертинних відкладів, інженерно-геологічна	Схили із зсувними деформаціями	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	1 раз/ рік
	Морфометричні категорії рельєфу.	1.5.3.1	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG, Ikonos-2, Ресурс-ДК, OrbView-3, QuikBird, EROS-A/B	Інтенсивності розчленування рельєфу	Форми рельєфу: ділянкові, лінійні, позамасштабні, геоморфологічні пам'ятники	1:100 000	1:50000	1:5 000 - 1:2 000	1 раз/ рік
		1.5.3.2	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER,	Інтенсивності розчленування рельєфу	Ділянки аномальних ухилів	1:100 000	1:50000	1:5 000 - 1:2 000	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шаробработки	оглядова	основний	детальний	
					ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B, IRS-P5 21.3. Выявление курумных полей Геоморфологическая, инженерногеологическая, районирования по интенсивности проявления ЭГП, регистрационная карта объектов с ЭГП Курумы Обз-500 Осн-200 Дет-50 70 30-20 10-5 0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0 AWIFS, HRV-PAN/XS		подовженого профілю				
		1.5.3.3	20-155 1-0.5	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, EROS-A/B, IRS-P5	Глибини розчленування рельєфу	Районування по глибині розчленування рельєфу	1:100000	1:50000	1:5 000 - 1:2 000	1 раз/рік
		1.5.3.4	20-155	0.4-1.1 1.55-1.75	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-	Топографічна, геоморфологічна	Генетично	1:100000	1:50000	1:5 000 - 1:2 000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність зміння
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
			1-0.5	2.0-3.0	IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B		однорідні форми рельєфу, межі генетично однорідних комплексів			000	рік
	Форми рельєфу.	1.5.4.1	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Геоморфологічна, четвертинних відкладів	Форми рельєфу: ділянкові лінійні, позаштабні, геоморфологічні пам'ятники	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	1 раз/ рік
	Карстово-суфозійні процеси і просадки ґрунту.	1.5.5.1	20-15	0.4-1.1	HRV-XS, HRVIR-XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2	Інженерно-геологічна, умов розвитку екзогенних геологічних процесів	Карстово-суфозійні форми (воронки, провали та ін.)	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	2 рази / рік
		1.5.5.2	5 1-0.5	1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM,	Інженерно-геологічна,	Масиви карстово-	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5	2 рази

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B, IRS-P5	геоморфологічна, реєстраційна об'єктів екзогенних геологічних процесів	суфозійних процесів			000	/ рік
		1.5.5.3	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Інженерно-геологічна, геоморфологічна, еколого-геологічна, реєстраційна об'єктів екзогенних геологічних процесів	Схили схильні до процесів	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	1 раз/ рік
		1.5.5.4	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B, IRS-P5	Інженерно-геологічна, геоморфологічна, інтенсивності прояву екзогенних геологічних процесів, екзогеодинамічного районування	Характеристики територіального розподілу форм прояву	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	2 рази / рік
		1.5.5.	70	0.4-1.1	HRV-PAN/XS,	Умови розвитку	Форми	1:200	1:50000	1:10 000	2

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		5	30-20 10-5	1.55-1.75 2.0-3.0	HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B, IRS-P5	екзогенних геологічних процесів	прояву ерозійних процесів, ділянки розвитку ерозійних процесів	000		- 1:5 000	рази / рік
		1.5.5. 6	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B, IRS-P5	Районування за інтенсивності прояву (враженості) населених пунктів та господарських об'єктів впливу екзогенних геологічних процесів	Чинники (об'єкти) стимулюючі розвиток ерозійних процесів	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	2 рази / рік
		1.5.5. 7	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B, IRS-P5	Умови розвитку екзогенних геологічних процесів	Зсуви, осипи і обвали	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5 000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	Геокріологічні явища.	1.5.6.1	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, IRS-PAN, LISS-IV, HRG, Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B, IRS-P5	Держгеокарта, кріологічних явищ, інженерно-екологічна	Льодовик и та креолові поля	1:50000	1:100000	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
		1.5.6.2	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, IRS-PAN, LISS-IV, HRG, Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B, IRS-P	Держгеокарта, кріологічних явищ, інженерно-екологічна	Зони вічної мірзлоти, фірнові поля	1:100000	1:200000	1:50 000 - 1:10000	1 раз/рік
		1.5.6.3	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B, IRS-P5	Держгеокарта, кріологічних явищ, інженерно-екологічна	Інженерної стійкості ґрунтів	1:100000	1:200000	1:50 000 - 1:10000	1 раз/рік
		1.5.6.4	30 10 2-1	0.4-1.1 1.55-1.75 2.0-3.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER,	Держгеокарта, кріологічних явищ, інженерно-	Небезпечні кріоявищ	1:100000	1:200000	1:50 000 - 1:10000	2-3 раз.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність зміння
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), IRS-P5, HRG, Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, EROS-A/B, WorldView-1/2,	екологічна	а				
		1.5.6.5	30 10 2-1	0.4-1.1	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, EROS-A/B, PAN (IRS), Ikonos-2, Kompsat-2, Ресурс-ДК	Держгеокарта, кріологічних явищ, інженерно-екологічна	Температурні градієнти	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
		1.5.6.6	30 10 2-1	0.4-1.1	Formosat-2, EROS A/B, Kompsat-2, OrbView-3, WorldView-1, Ikonos-2, QuickBird, Ресурс-ДК	Держгеокарта, кріологічних явищ, інженерно-екологічна	Шари льоду	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
		1.5.6.7	30 10 2-1	0.4-1.1	TM, LISS-III, LISS-IV, HRVIR, HRV, HRG, ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2, Ikonos-2, Ресурс-ДК, и др.	Держгеокарта, кріологічних явищ, інженерно-екологічна	Екологічна характеристика льоду	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
	Ерозійні процеси.	1.5.7.1	30 10-5 2-1	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2,	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна, геоморфологічна	Ділянки розвитку площинного змиву	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					EROS-A/B						
		1.5.7.2	30 10-5 2-1	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна, геоморфологічна	Яри	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	1 раз/ рік
		1.5.7.3	30 10 2-1	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна, геоморфологічна	Форми прояву ерозійних процесів, ділянки розвитку ерозійних процесів	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
		1.5.7.4	30 10 2-1	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, HRVPAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна, геоморфологічна	Схильні ерозії ділянки берега	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
		1.5.7.5	30 10 2-1	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER,	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна,	Ділянки берега з процесам и абразії,	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	геоморфологічна	абразійні форми				
		1.5.7.6	30 10 2-1	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна, геоморфологічна	Форми прояву ерозійних процесів, ділянки розвитку ерозійних процесів	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
		1.5.7.7	30 10-5 2-1	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна, геоморфологічна	Ділянки берега з процесами форми	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
		1.5.7.8	30 10 2-1	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, HRVPAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Інженерно-екологічна, інженерно-геологічна, геоморфологічна	Ділянки з процесами форми	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік
	Процеси переформування берегово	1.5.8.1	30 10 2-1	0.4-0.8	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN,	Гідрогеологічна, гідрографічна, інженерно-екологічна	Основних морфологічні елементи берега	1:1000 000	1:20000 0	1:50 000 - 1:10000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	ї зони озер і водосховищ.				LISS-IV (PAN), HRG						
		1.5.8.2	30 10 2-1	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Гідрогеологічна, гідрографічна, інженерно-екологічна	Ділянки формування потоків зважених наносів	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	2 рази / рік
		1.5.8.3	70 30-20 10-5	0.4-0.7	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Гідрогеологічна, гідрографічна, інженерно-екологічна	Ділянки активного руйнування берегів	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	2 рази / рік
		1.5.8.4	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1 2.4-7.5 см	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Гідрогеологічна, гідрографічна, інженерно-екологічна	Форми берегової акумуляції	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	2 рази / рік
		1.5.8.5	30 10 2-1	0.4-1.1 2.4-7.5 см	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN,	Гідрогеологічна, гідрографічна, інженерно-екологічна	Схили із зсувними деформаціями	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність зміння
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B						
		1.5.8.6	30	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Гідрогеологічна, гідрографічна, інженерно- екологічна	Форми прояву ерозійних процесів, ділянки розвитку ерозійних процесів	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	
		1.5.8.7	10 2-1		HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Гідрогеологічна, гідрографічна, інженерно- екологічна	Форми прояву ерозійних процесів, ділянки розвитку ерозійних процесів	1:200 000	1:50000	1:10 000 - 1:5000	2 рази / рік
	Гравітаційні процеси.	1.5.9.1	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1 2.4-7.5 см	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Геофізична, гравіметрична, топографічна, фізико- географічна, інженерно- геологічна,	Схили із зсувними деформаціями	1:500 000	1:20000	1:100 000 - 1:50000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
						інженерно-екологічна					
		1.5.9.2	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1 2.4-7.5 см	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Геофізична, гравіметрична, топографічна, фізико-географічна, інженерно-геологічна, інженерно-екологічна	Осипи і обвали	1:500 000	1:20000	1:100 000 - 1:50000	2 рази / рік
		1.5.9.3	70 30-20 10-5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion	Геофізична, гравіметрична, топографічна, фізико-географічна, інженерно-геологічна, інженерно-екологічна	конуси винесення, полого похилі передгірні рівнини, сухі дельти	1:500 000	1:20000	1:100 000 - 1:50000	2 рази / рік
		1.5.9.4	20-15 5 1-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion	Геофізична, гравіметрична, топографічна, фізико-географічна, інженерно-геологічна,	Форми на різних стадіях розвитку	1:500 000	1:20000	1:100 000 - 1:50000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
						інженерно-екологічна					
		1.5.9.5	20-15 10-5 1-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion	Геофізична, гравіметрична, топографічна, фізико-географічна, інженерно-геологічна, інженерно-екологічна	Районування по інтенсивності і активності і прояву	1:500 000	1:20000	1:100 000 - 1:50000	
	Еолові процеси.	1.5.1 0.1	30-20 15-5 2-0.5	0.4-1.1	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, HRG, LISS-IV (PAN)	Геофізична, топографічна, геологічна, еколого-геологічна.	Піщані масиви	1:200 000	1:10000	1:50 000 - 1:10000	1 раз/рік
		1.5.1 0.2	70 30-20 15-5	0.4-1.1	AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Геофізична, топографічна, геологічна, еколого-геологічна.	Бархани, гряди	1:200 000	1:10000	1:50 000 - 1:10000	1 раз/рік
		1.5.1 0.3	70 30-20 15-5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Геофізична, топографічна, геологічна, еколого-геологічна.	Ділянки піщаних масивів	1:200 000	1:10000	1:50 000 - 1:10000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		1.5.1 0.4	70 30-20 15-5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, HRG, LISS-IV (PAN)	Геофізична, топографічна, геологічна, еколого- геологічна.	Ділянки з проявом процесів дефляції	1:200 000	1:10000	1:50 000 - 1:10000	1 раз/ рік
	Болота і заболочені території	1.5.1 1.1	70 30-20	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Гідрографічна, топографічна, еколого- геологічна	Болота	1:100 000	1:50000	1:10 000 - 1:2000, 1:500	1 раз/ рік
		1.5.1 1.2	70 30-20 15-5	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Водно-болотних угідь	Болота різних типів	1:100 000	1:50000	1:10 000 - 1:2000, 1:500	1 раз/ рік
		1.5.1 1.3	30-20 10-5 2-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN,	Меліоративна, торфових родовищ	Структура болотного масиву	1:100 000	1:50000	1:10 000 - 1:2000, 1:500	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					LISS-IV (PAN), HRG						
		1.5.1 1.4	30-20 10-5 2-0.5	0.4-1.1 2.4-7.5 см	MODIS, AWIFS, HRVPAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Водно-болотних угідь.	Зразкова потужність відкладень	1:100 000	1:50000	1:10 000 - 1:2000, 1:500	1 раз/ рік
		1.5.1 1.5	30-20 10-5 2-0.5	0.4-1.1 2.4-7.5 см	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Ґрунтово-міліоративна	Характер водного живлення болота	1:100 000	1:50000	1:10 000 - 1:2000, 1:500	1 раз/ рік
		1.5.1 1.6	30-20 10-5 2-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Інженерно-геологічна, екзогеодинамічного районування	Шляхи руху води болотного масиву	1:100 000	1:50000	1:10 000 - 1:2000, 1:500	2 рази / рік
ГІДРОЛОГІЯ І ПОВЕРХНЕВІ ВОДНІ РЕСУРСИ											
	Гідрографія річок.	2.1.1. 1	30-20 10-5 2-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III	Топографічна, гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	Річкова мережа	1:200 000	1:10000	1:2000- 1:500	2 рази / рік
		2.1.1.	30-20	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, HRV-	Топографічна,	Річкова	1:200	1:10000	1:2000-	2

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		2	10-5 2-0.5		PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III	гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	мережа	000		1:500	рази / рік
		2.1.1. 3	30-20 10-5 2-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, HRV- PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	Елементи річкової мережі	1:200 000	1:10000	1:2000- 1:500	1 раз/ рік
		2.1.1. 4	30-20 10-5 2-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV- PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	Річкові долини і їх елементи	1:200 000	1:10000	1:2000- 1:500	1 раз/ рік
		2.1.1. 5	15 5 2-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV- PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	Межі ділянок типів земель водного фонду, уточнені межі басейнів річок і	1:200 000	1:10000	1:2000- 1:500	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							водних об'єктів				
		2.1.1.6	15 5 2-0.5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	Річки різних типів живлення	1:200 000	1:10000	1:5000	2 рази / рік
		2.1.1.7	70 30 5-15	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ALI, ASTER, HRG Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird., EROSA/B	Топографічна, гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	Дельти, естуарії та ін.	1:200 000	1:10000	1:5000	2 рази / рік
		2.1.1.8	250-70 30 15-5 1	0.4-1.1 2.4-7.0 см	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, HRG	Топографічна, гідрографічна, річного та поверхневого стоку, річкових долин	Сліпі гирла річок	1:200 000	1:10000	1:5000	2 рази / рік
	Гідрографія озер.	2.1.2.1	70-30 30 5-15	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird,	Топографічна, гідрографічна	Озера	1:500 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	2 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					WorldView1/2, GeoEye, EROS-A/B						
		2.1.2.2	30 5-15 1	0.4-1.1 2.4-7.0 см	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна	Озера різних типів	1:500 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	1 раз/рік
		2.1.2.3	500-70 30 15-10	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, HRG, LISS-IV (PAN)	Топографічна, гідрографічна	Озерні улоговини різних генетичних типів	1:500 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На вимогу
		2.1.2.4	500-70 30 15-10	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Топографічна, гідрографічна	Озера прісні і мінеральні (солоні)	1:500 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На вимогу
		2.1.2.5	500-70 30 15-10	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна	Мінеральні озера різних типів	1:500 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На вимогу

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B						
		2.1.2.6	500-7030 15-10	0.4-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна	Розподіл каламутності по руслу річки	1:500000	1:100000	1:10000 - 1:5000	1 раз/рік
		2.1.2.7	30 15-10 5	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, HRVPAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна	Береговий схил, узбережжя, берегова мілина та ін.	1:500000	1:100000	1:10000 - 1:5000	1 раз/рік
		2.1.2.8	500-7030 5-15	0.7-1.1	MODIS, AWIFS HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG	Топографічна, гідрографічна	Значення характеризують густину річкової мережі	1:500000	1:100000	1:10000 - 1:5000	1 раз/рік
		2.1.2.9	500-7030 15-10	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК,	Топографічна, гідрографічна	Значення температури водної поверхні і	1:500000	1:100000	1:10000 - 1:5000	На виміру

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B		їх динаміки				
	Руслові процеси річок.	2.1.3.1	70-500 30 15	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Песуц-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Геоморфологічна, руслових процесів	Елементи будови заплав	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	1 раз/рік
		2.1.3.2	500	0.4-0.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Песуц-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Геоморфологічна, руслових процесів	Русла річок різних типів	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	2 рази / рік
		2.1.3.3	500 70-30 15-10	0.4-0.6	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Песуц-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView1/2, EROS-A/B	Геоморфологічна, руслових процесів	Меандри різних типів	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На виміру
		2.1.3.4	500 70-30	0.4-0.7	Песуц-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3,	Геоморфологічна, руслових процесів	Руслові форми і	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На виміру

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
			15-10		WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК		їх елементи				огу
		2.1.3.5	250-70 30 15-10	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Геоморфологічна, руслових процесів	Заплавні утворення	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На вим огу
		2.1.3.6	30 15 2.5	0.4-1.1 2.4-7.0 см	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Геоморфологічна, руслових процесів	Характеристики типу руслового процесу	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На вим огу
		2.1.3.7	1000 30 15	3.6 -4.0 8.3 - 13.4	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Геоморфологічна, руслових процесів	Заплавні утворення	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На вим огу
		2.1.3.8	30 10 5	0.4-0.8	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Геоморфологічна, руслових процесів	Урізи води	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	На вим огу
	Гідрометрія річок і озер.	2.1.4.1	70 30 5	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Гідрографічна, топографічна	Температура поверхні моря	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	2-3 раз.
		2.1.4.2	70 30 5	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Гідрографічна, топографічна	Висота і напрямки руху хвиль	1:500 000	1:200 000	1:10000 0- 1:50000	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		2.1.4.3	70 30 5	0.4-0.7	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Гідрографічна, топографічна	Концентрація хлорофілу	1:500 000	1:200 000	1:10000 0- 1:50000	1 раз/ рік
		2.1.4.4	30 10 5	0.4-0.7	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Гідрографічна, топографічна	Флюоресценція хлорофілу	1:500 000	1:200 000	1:10000 0- 1:50000	1 раз/ рік
	Оцінка льодової обстановки морів, озер, річок і водосховищ.	2.1.5.1	30 10 5	0.4-0.7	MODIS, AWIFS, TM, TM+, LISS-III, HRV, HRVIR, ASTER, ALI, ERS-1/2, RADARSAT1/2, ENVISAT, ALOS, TERRASAR-X	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Льодова обстановка	1:50 000	1:10 000	1:1000- 1:500	1 раз/ рік
		2.1.5.2	30 5-15	0.4-1.1 2.4-7.0 см	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROSA/B, IRS-P5	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Заломи, затори, льодові греблі тощо	1:50 000	1:10 000	1:1000- 1:500	1 раз/ рік
		2.1.5.3	30 5-15 1	0.4-1.1 2.4-7.0 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2,	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні	Затоплені ділянки	1:50 000	1:10 000	1:1000- 1:500	На вим огу

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					EROS-A/B	карти та плани					
		2.1.5.4	30 5-15 1	0.4-1.1 2.4-7.0 см	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, EROS-A/B, IRS-P5	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Льодовики різних типів	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	На виміру
		2.1.5.5	30 5-15 1	0.4-1.1 2.4-7.0 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Області живлення і стоку льодовиків	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	На виміру
		2.1.5.6	250-70 30-15 10-5	0.4-1.1 2.4-7.0 см	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROSA/B, IRS-P5	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Льодовикові морени	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	Що міс.
		2.1.5.7	250-70 30-15 10-5	0.4-1.1 2.4-7.0 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3,	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні	Кількісні показники рівня води	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	Що міс.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	та топографічні карти та плани					
		2.1.5.8	30 10-5 2-1	0.4-1.1 2.4-7.0 см	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, EROS-A/B, IRS-P5	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Рух льодових мас	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	Навимогу
		2.1.5.9	500-70 30 10	0.4-1.1	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Кріолові процеси	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.
	Паводки і повені.	2.1.6.1	1000 - 10000	1.3 -8.0 3.8-7.0 см		Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Глибини та рівні	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	Що міс.
		2.1.6.2	500-70 30 10	0.4-0.7		Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні	Річкові та морські ординари	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	Що міс.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
						карти та плани					
		2.1.6.3	1000	8.0-12.0		Оперативні чергові гідрографічні, геоморфологічні та топографічні карти та плани	Критичні показники вод	1:50 000	1:10 000	1:1000-1:500	Що міс.
	Сніговий покрив.	2.1.7.1	1000 - 10000	1- 10 см 15-30 см		Гляцеологічна, топографічна, гідрометрична	Максимальний та мінімальний показник і снігового покриву за роками	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	Що міс.
		2.1.7.2	1000	0.6-0.8		Гляцеологічна, топографічна, гідрометрична	Фізико-хімічний стан снігу. Тривалість снігового покриву	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	Що міс.
		2.1.7.3	1000	0.6-0.8		Гляцеологічна, топографічна, гідрометрична	Кольорові показники	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	Що міс.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							и снігу. Середні рівні снігу				
	Льодовики.	2.1.8.1	10000 - 1000	0.4- 0.8		Гляцеологічна	Об'єми льоду	1:200000	1:100000	1:10000 - 1:5000	Що міс.
		2.1.8.2	10000 - 1000	1- 10 см		Гляцеологічна	Вектор руху льодовика	1:200000	1:100000	1:10000 - 1:5000	Що міс.
		2.1.8.3	10000 - 1000	1- 10 см		Гляцеологічна	Градiєнт танення льодовика	1:200000	1:100000	1:10000 - 1:5000	Що міс.
ЛІСОВІ РЕСУРСИ І РОСЛИННИЙ ПОКРИВ											
	Ліси.	3.1.1.1	10000 - 1000	1- 10 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Топографічна, геоботанічна, лісів	Лісистість	1:200000	1:100000	1:10000 - 1:5000	Що міс.
	Степи.	3.1.2.1	250-703010	0.4-1.12.4-30 см	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК,	Топографічна, геоботанічна	Класи лісів по порідному складу	1:200000	1:100000	1:10000 - 1:5000	Що міс.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Ikonos-2, OrbView-3 , QuikBird, WorldView-1/2, EROSA/B, IRS-P5						
	Степові пожежі.	3.1.3.1	250-70 30 10	0.4-1.1 2.4-30 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3 , QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Гідрографічна, геоморфологічна, геологічна, топографічна, геоботанічна, фауни	Ділянки і джерела загоряння	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	2-3 раз. доб.
		3.1.3.2	250-70 30 10	0.4-1.1 2.4-30 см	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3 , QuikBird, EROS-A/B, IRS-P5	Гідрографічна, геоморфологічна, геологічна, топографічна, геоботанічна, фауни	Наслідки степових пожеж.	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	2-3 раз. доб.
	Лугова рослинність.	3.1.4.1	250-70 30 10	0.4-1.1 2.4-30 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3 , QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Геоботанічна	Рослинність заплавлених луків	1:10 000	1:5 000	1:1000- 1:500	1 раз/рік
		3.1.4.2	250-70 30 10	0.4-1.1 2.4-30 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3 ,	Екосистем, екологічна, геоботанічна	Рослинність луків гольців і підгольці	1:200 000	1:100 000	1:10000 - 1:5000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B		в				
	Болотяна рослинність.	3.1.5.1	250-703010	0.4-1.12.4-30 см	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROSA/B, IRS-P5	Екосистем, екологічна, геоботанічна	Рослинність заболочених днищ річкових долин	1:200000	1:100000	1:10000-1:5000	1 раз/рік
		3.1.5.2	250-703010	0.4-1.12.4-30 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Екосистем, екологічна, геоботанічна	Рослинність верхових боліт	1:200000	1:100000	1:10000-1:5000	Що міс.
		3.1.5.2	250-703010	0.4-1.12.4-30 см	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, EROS-A/B, IRS-P5	Екосистем, екологічна, геоботанічна	Рослинність боліт в кріолітозоні	1:200000	1:100000	1:10000-1:5000	Що міс.
	Кущі.	3.1.6.1	30102-1	0.4-1.1	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК,	Екосистем, екологічна, геоботанічна	Типи чагарникової	1:1000	1:500	1:100	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B		рослинності				
		3.1.6.2	30 10 2-1	0.4-1.1	EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Екосистем, екологічна, геоботанічна	Масиви кедрового стланника	1:1000	1:500	1:100	1 раз/рік
	Рослинність гір.	3.1.7.1	30 15 5	0.6-0.8 2.4-7.0 см	WIFS, AWIFS, TM, ETM+, LISS-III/IV, HRVIR, HRV, HRG	Висотної поясності, флори та фауни, кліматична	Рослинність гірської флори	1:50000 0	1:10000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
		3.1.7.2	500-70 30 15-5	0.4-0.7	WIFS, AWIFS, TM, ETM+, LISS-III, LISS-IV, HRVIR, HRV, HRG, PAN (IRS), Formosat-2	Висотної поясності, флори та фауни, кліматична	Значення індексів вегетації	1:50000 0	1:10000 0	1:50000 - 1:10000	тижня нева
	Сезонні зміни рослинного покриву.	3.1.8.1	250 30 5-15	0.4-1.1 2.4-7.0 см	MODIS, WIFS, AWIFS, TM, ETM+, LISS-III, ASTER и др.	Геоботанічна, зоогеографічна	Вогнища пожеж > 30 м, площі пройдені вогнем	1:50000 0	1:10000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
	Запаси лісу.	3.2.1.1	30 15 5	0.6-0.8 2.4-7.0 см	LISS-III/IV, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	Геоботанічна, зоогеографічна, топографічна, екологічна	Гар різного віку	1:50000 0	1:20000 0	1:10000 0- 1:50000	1 раз/рік
		3.2.1.2	30 15	0.6-0.7 3.5-7.0	MODIS VEGETATION-1/2	Геоботанічна, зоогеографічна,	Ділянки з ознаками	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 -	

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
			5	см		топографічна, екологічна	пасовищної деградації			1:10000	
		3.2.1.3	20 10 5-2	0.4-0.8	LISS-III/IV, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Ресурс-ДК, Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	Геоботанічна, зоогеографічна, топографічна, екологічна	Ділянки захисних, експлуатаційних, резервних лісів	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	Що міс.
		3.2.1.4	15-10 4-2 1-0.5	0.4-0.8	TM, LISS-III/IV, ALI, HRVIR, HRV, ASTER, Hyperion, Formosat-2	Геоботанічна, зоогеографічна, топографічна, екологічна	Зони лісів з однорідними лісорослинними ознаками	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
		3.2.1.5	5 2 1-0.5	0.4-0.8	TM, ETM+, LISS-III/IV, HRVIR, HRV, ASTER, ALI, Hyperion	Геоботанічна, зоогеографічна, топографічна, екологічна	Типи лісових екосистем	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
		3.2.1.6	5 2 1-0.5	0.4-0.8	MODIS, TM, HRV, LISS-III/IV, HRVIR, , HRG, ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2	Геоботанічна, зоогеографічна, топографічна, екологічна	Лісистість	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	Що міс.
		3.2.1.7	1000 260-400	0.4-0.6	AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG	Геоботанічна, зоогеографічна, топографічна,	Класи лісів по порідном	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
						екологічна	у складу				
	Лісові пожежі і післяпожежна інвентаризація лісу.	3.2.2.1	1000 260-400	0.4-0.6	MODIS, AWIFS, ETM+, WIFS, TM, HRVIR, HRV, LISS-III	Гідрографічна, геоботанічна, інженерно-екологічна	Класи лісів по зімкнутій	1:100000 0	1:50000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
		3.2.2.2	1000 260-400	0.4-0.6	MODIS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III RADARSAT-1/2, ERS1/2, ENVISAT, TERRASAR-X, ALOS	Гідрографічна, геоботанічна, інженерно-екологічна	Масиви старовікових лісів	1:100000 0	1:50000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
		3.2.2.3	1000 300	0.4-0.9	AWIFS, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, HRG	Гідрографічна, геоботанічна, інженерно-екологічна	Ділянки захисних, експлуатаційних, резервних лісів, класи лісів по порідном у складу, вікові групи лісів	1:100000 0	1:50000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
		3.2.2.4	30 5-15	0.4-0.9 2-8 см 15-30 см	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER,	Гідрографічна, геоботанічна, інженерно-	Вогнища впливи шкідливи	1:100000 0	1:50000	1:10000 -1:5000	2-3 раз. доб.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність змін
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	екологічна, ґрунтова	х організмів, лісових пожеж, вітровалу, вирубування				
ВПЛИВИ НА ДОВКІЛЛЯ											
	Впливи, промислових, енергетичних підприємств	4.1.1.1	10 0.6-2	0.4-0.9 2 - 8 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Антропогенної зміни ландшафтів, еколого-геологічна, природно-техногенної безпеки	Території навколо промислових підприємств	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
	гірничових і інженерних споруд.	4.1.1.2	200 60 30	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROSA/B, IRS-P5	Антропогенної зміни ландшафтів, еколого-геологічна, природно-техногенної безпеки	Екологічний вплив навколо вугільних шахт	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	4 рази / рік
		4.1.1.3	200 60 30	0.4-1.1	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3,	Антропогенної зміни ландшафтів, еколого-геологічна,	Трансформації ландшафтів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	4 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	природно-техногенної безпеки					
		4.1.1.4	10-30	0.55-0.58 0.62-0.66 0.66-0.72 0.8-1.0	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, EROS-A/B, IRS-P5	Антропогенної зміни ландшафтів, еколого-геологічна, природно-техногенної безпеки	Флора і фауна навколо техногенних об'єктів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	4 рази / рік
		4.1.1.5	10-30	0.4 - 1.2 2.08-2.35 8-12 3 - 6 см 15-30 см	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Антропогенної зміни ландшафтів, еколого-геологічна, природно-техногенної безпеки	Викиди небезпечних отруйних речовин	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.
		4.1.1.6	1000	3-5 10-12	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	Антропогенної зміни ландшафтів, еколого-геологічна, природно-техногенної безпеки	Джерела впливу на довкілля	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.
		4.1.1.7	30 5-15	0.4-1.1	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG	Антропогенної зміни ландшафтів,	Техногенне	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	4 рази

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність зміння
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Formosat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	еколого-геологічна, природно-техногенної безпеки	навантаження на довкілля				/ рік
	Впливи під час проведення лісозаготівель.	4.2.1.1	30 5-15	0.4-1.1	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Площа лісових насаджень	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	4 рази / рік
		4.2.1.2	30 5-15	0.4-1.1	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Площа рубок	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.
		4.2.1.3	5-15	0.4-1.1	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Трансформація флори і фауни внаслідок рубок	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.
		4.2.1.4	30 5-15	0.4-1.1	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS),	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-	Зміна фізико-хімічних показників	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	економічна	в ґрунтів				
		4.2.1.5	30 5-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, PAN (IRS), RADARSAT-2	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Зміна фізико-хімічних показників в атмосфері	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.
		4.2.1.6	30 5-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, PAN (IRS), RADARSAT-2	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Зміна трафіків міграції птахів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	2-3 раз. доб.
		4.2.1.7	30 5-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, PAN (IRS), RADARSAT-2	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Засоленість ґрунтів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.2.1.8	30 5-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Грунтового покриву	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.2.1.9	30 5-15	0.4-1.1 2.0-3.0 10.4-	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна,	Якості ґрунту	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
				12.10 3-7 см	1/2	еколого-економічна					
		4.2.1. 10	170 30 15-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Лісів, ґрунтів, зоогеографічна, геоботанічна, еколого-економічна	Щільність ґрунту	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
	Оцінка порушеності земель.	4.3.1. 1	170 30 5-15	0.4-1.1	TM, LISS-III/IV, ALI, HRVIR, HRV, ASTER, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Гумус	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1. 2	170 30 5-15	0.4-1.1	TM, LISS-III/IV, ALI, HRVIR, HRV, ASTER, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Екологічний потенціал ґрунтів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1. 3	170 30 5-15	0.4-1.1	TM, LISS-III/IV, ALI, HRVIR, HRV, ASTER, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Екологічний стан земель, антропогенного порушення	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1. 4	170 30 5-15	0.4-1.1	TM, ETM+, LISS-III/IV, HRVIR, HRV, ASTER, ALI, Hyperion	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна,	Щільність ґрунтового	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
						екологічна, топографічна	о покриву				
		4.3.1.5	170 30 5-15	0.4-1.1	TM, ETM+, LISS-III/IV, HRVIR, HRV, ASTER, ALI, Hyperion	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Геоморфологічний стан	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1.6	170 30 5-15	0.4-1.1	TM, ETM+, LISS-III/IV, HRVIR, HRV, ASTER, ALI, Hyperion	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Інженерного (техногенного) навантаження на довкілля	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1.7	170 30 15	0.4-1.1	MODIS, TM, HRV, LISS-III/IV, HRVIR, , HRG, ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Зміна трансформаційних ознак середовища	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1.8	170 30 15	0.4-1.1	MODIS, TM, HRV, LISS-III/IV, HRVIR, , HRG, ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Геоботанічний потенціал	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1.9	170 30	0.4-1.1	MODIS, TM, HRV, LISS-III/IV, HRVIR, , HRG,	Ґрунтів, інженерно-	Забруднення	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
			5-15		ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2	геоморфологічна, екологічна, топографічна	ґрунтів				рік
		4.3.1.10	1000 500 250 30	0.58-0.68 0.7-1.0	MODIS, TM, HRV, LISS-III/IV, HRVIR, , HRG, ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Засолення ґрунтів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1.11	1000	3.55 - 3.93	MODIS, TM, HRV, LISS-III/IV, HRVIR, , HRG, ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Ботанічні властивості ґрунтів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	1 раз/рік
		4.3.1.12	170 30 20,10	0.4-1.1	MODIS, TM, HRV, LISS-III/IV, HRVIR, , HRG, ASTER, ALI, Hyperion, Formosat-2	Ґрунтів, інженерно-геоморфологічна, екологічна, топографічна	Зона і межі ґрунтових пластів	1:10000	1:5000	1:1000-1:500	4 раз/рік
	Дорожньо-комунікаційні об'єкти	4.3.2.1	30 5-15	0.4-1.1	ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Транспортної інфраструктури, плани міст, інженерно-топографічні	Водогони	1:1000	1:500	1:200	4 раз/рік
		4.3.2.2	170 30 5-15	0.4-1.1	ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView1,	Транспортної інфраструктури, плани міст, інженерно-	Автошляхи та вулично-дорожня	1:1000	1:500	1:200	4 рази / рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність змінання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Иkonos-2, Ресурс-ДК	топографічні	мережа				
	Оцінка стійкості природних і антропогенних систем.	4.4.1.1	170 30	0.4-1.1	ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Геосистемного навантаження	Природно-техногенне навантаження	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	3 рази / рік
		4.4.1.2	1000 170, 30 10-20	0.4-1.1	ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Стійкості екосистем	Техногенний вплив на оточуюче середовище	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	3 рази / рік
		4.4.1.3	250- 1000 170 30	0.4-1.1	ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Природно-техногенної безпеки	Рівні природно-техногенної небезпеки	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	3 рази / рік
	Екологічні проблеми міст.	4.5.1.1	30 5-15	0.4-1.1	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, (PAN), EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Інженерно-екологічні плани	Обмежувальні заходи	1:50000	1:10000	1:10000 -1:5000	4 рази / рік
		4.5.1.2	5-15 1	0.4-1.1 3.5 - 7 см	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, ALOS (PRIMS), IRS-	Інженерно-топографічні	Світлове та	1:50000	1:10000	1:10000 -1:5000	3 рази

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					P5 (PAN), Formosat-2, (PAN), EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК		звукове забруднення				/ рік
		4.5.1.3	170 30 15	0.4-1.1 3.5 - 7 см	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, (PAN), EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Інженерно-топографічні	Вміст атмосфери та гідросфери	1:50000	1:10000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
		4.5.1.4	170 30 15	0.4-1.1 3.5 - 7 см	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, (PAN), EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Інженерно-топографічні	Пункти спостережень за атмосферою	1:50000	1:10000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
		4.5.1.5	170 30 1	0.4-1.1	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, ALOS (PRIMS), IRS-P5 (PAN), Formosat-2, (PAN), EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Інженерно-топографічні	Екологічно-містобудівне забезпечення містобудування	1:50000	1:10000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
	Впливи	4.6.1.	30	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, TM,	Гідрографічні,	Ерозія	1:20000	1:10000	1:10000	1

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	на берегову зону.	1	5-15	3.5 - 7 см	ETM+, LISS-III, HRVXS, HRVIR-XI, ALI, ASTER, Hyperion	топографічні, кліматичні, геоморфологічні	берегів	0		-1:5000	раз/рік
		4.6.1.2	30 5-15	0.4-1.1	AIRS, ENVISAT, ERS-1/2, ENVISAT, RADARSAT-1/2, TERRASAR-X, ALOS	Гідрографічні, топографічні, кліматичні, геоморфологічні	Укріплення гравітаційних показників	1:20000 0	1:10000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
		4.6.1.3	30 5-15 1-4	0.4-1.1	SeaWifs, MODIS	Гідрографічні, топографічні, кліматичні, геоморфологічні	Ступінь стійкості	1:20000 0	1:10000	1:10000 -1:5000	1 раз/рік
	Дія на акваторію.	4.6.2.1	30 5-15 1-4	0.4-1.1	SeaWifs, MODIS	Фізико-географічні, гідрографічні, екологічні флори та фауни	Забруднення прибережної зони	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
		4.6.2.2	5-15 1-4	0.4-1.1	SeaWifs, MODIS	Фізико-географічні, гідрографічні, екологічні флори та фауни	Флора та фауна приморських районів	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
		4.6.2.3	5-15 1	0.4-1.1	SeaWifs, MODIS	Фізико-географічні, гідрографічні, екологічні флори	Фізико-хімічний стан води	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
						та фауни					
		4.6.2.4	5-15 1-4	0.4-1.1	SeaWifs, MODIS	Фізико-географічні, гідрографічні, екологічні флори та фауни	Фізико-географічні довкілля	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
		4.6.2.5	5-15 1	0.4-1.1	SeaWifs, MODIS	Фізико-географічні, гідрографічні, екологічні флори та фауни	Сезонні коливання показників	1:50000 0	1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
	Аерозольно-димові забруднення.	4.7.1.1	5-15 1	0.4-1.1	TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, HRG	Синоптичні, еколого-метеорологічні	Фізико-хімічний стан	1:00000 0	1:50000 0- 1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
		4.7.1.2	170 30 5-15	0.4-1.1 3.5 - 7см	MODIS AWIFS	Синоптичні, еколого-метеорологічні	Ареали розповсюдження елементів	1:00000 0	1:50000 0- 1:20000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік
ТВАРИННИЙ СВІТ											
	Місце існування тваринного світу.	8.1.1.1	30 5-15	0.4-1.1	TM, HRG, HRVIR, HRV, ASTER, ALI, LISS-III/IV	Зоогеографічні	Зоогеографічні ареали та зміни	1:00000 0	1:50000 0- 1:20000 0	1:50000 - 1:10000	4 рази / рік
АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ											
	Радіацій-	9.1.1.	30	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM,	Радіаційного	Рівні	1:50000	1:10000	1:2000-	3

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	ний баланс.	1	5-15		LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	забруднення	забруднення за часовими зрізами		-1:5000	1:1000	рази / рік
		9.1.1.2	30 5-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Природно-техногенної безпеки	Іонізуюче випромінювання	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000	1 раз. доб.
		9.1.1.3	30 5-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Інженерно-екологічні	Вплив на біоту	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000	3 рази / рік
	Хімія атмосфери.	9.1.2.1	30 5-15	0.4-1.1	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Метеорологічні	Зони концентрації небезпечних речовин	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.1.2.2	30 15	0.4-0.8	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Метеорологічні	Баричної синоптики	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.1.2.3	30	0.4-0.8	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Метеорологічні	Висотної топографії висотної синоптик	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							и				
	Розподіл хмарного покриву.	9.2.1.1	30 5-15	0.4-1.1 3.5 - 7 см	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG RADARSAT-1/2	Синоптичні		1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.2.1.2	30	0.4-1.1	КОМУНІКАЦІЙНІ ОБ'ЄКТИ	Синоптичні	Класифікація хмар	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.2.1.3	1000 - 10000	1.3 -8.0 0.1 - 10 см	WIFS, AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, PAN (IRS), RADARSAT-2	Синоптичні	Види	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
	Характеристики хмар.	9.2.2.1	1000 - 10000	1.3-8.0, 0.1 - 10 см	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, Formosat-2, EROS-A/B	Синоптичні	Градація впливу на хмари	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.2.2.2	10000 - 1000	1.3-8.0, 0.1-10 см	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B, OrbView-3, Komsat-2	Синоптичні	Температурний та баричний градієнт	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
	Аерозольнодимові забруднені	9.3.1.1	10000 - 1000	0.74-1.3, 0.1-10 см	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Formosat-2, Ресурс-ДК, EROS-A/B и др.	Висотної синоптики	Показник и забруднен	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність зміння
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	ння.						ня				
		9.3.1.2	10000 - 1000	0.74 -1.3	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Formosat-2, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1	Висотної синоптики	Показник и забруднення	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.3.1.3	10000 - 1000	0.74-1.3	TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Formosat-2, Ресурс-ДК, PAN (IRS), EROS-A/B	Висотної синоптики	Показник и забруднення	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.3.1.4	3000 - 250	0.74 -1.3	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B	Висотної синоптики	Показник и забруднення	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		9.3.1.5	3000 - 250	0.74 -1.3	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, Formo	Висотної синоптики	Показник и забруднення	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
АТМОСФЕРНІ ОПАДИ І СНІГОВИЙ ПОКРИВ											
	Атмосферні опади.	10.1.1.1	3000 - 250	0.74-1.3	sat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B, HRG	Висотної синоптики	Інтенсивність опадів	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		10.1.1.2	10000 - 1000	1.3-8.0	TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, LISS-III, PAN (IRS),	Висотної синоптики	Фізико-хімічний склад	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					RADARSAT-2, Formosat-2						
		10.1.1.3	10000 - 1000	1.3-8.0	ETM+, TM, ALI, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, LISS-III, ASTER	Висотної синоптики	Сезонність опадів	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
	Сніговий покрив.	10.1.2.1	1000 250	0.4-1.1	AIRS, MODIS, ENVISAT, ERS-1/2	Погодні	Аномальні показники	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	Архів. дані
		10.1.2.2	30 5-15	0.4-0.7	MODIS AWIFS	Погодні	Стан та вплив на біоту	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		10.1.2.3	30 5-15	0.4-0.7	AWIFS, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, HRG,	Погодні	Сезонність	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
		10.1.2.4	30 5-15	0.4-0.7	TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, HRG,	Погодні	Ступінь забруднення	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	2-3 раз. доб.
КОМУНІКАЦІЙНІ ОБ'ЄКТИ											
	Експлуатація комунікаційних об'єктів.	11.1.1.1	1000 - 100	0.7-1.3, 0.1-10 см	AIRS, MODIS	Інженерні плани	Коефіцієнт зношеності	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	1 раз/рік
		11.1.	1000	0.4-0.8	AIRS, MODIS, ENVISAT,	Інженерні плани	Вплив на	1:5 000	1:2000	1:5000-	1

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		1.2	500-25070		ERS-1/2		довкілля			1:1000	раз/рік
		11.1.1.3	1000500-25070	0.4-0.8	MODIS AWIFS	Інженерні плани	Конденсація	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	1 раз/рік
		11.1.1.4	250-10007030	0.4-1.1-1.757.0 см	MODIS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III RADARSAT-1/2, ERS1/2, ENVISAT, TERRASAR-X, ALOS	Інженерні плани	План заміни	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	1 раз/рік
		11.1.1.5	1000500-25070	0.4-0.8	HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Formosat-2, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1	Інженерні плани	Зони з особливими умовами використання територій	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	1 раз/рік
	Будівництво комунікаційних об'єктів.	11.1.2.1	25030	0.4-0.7	TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, Formosat-2, Ресурс-ДК, PAN (IRS), EROS-A/B	Інженерні плани	Функціональні зони поселень	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	1 раз/рік
		11.1.2.2	25030	0.4-0.7	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, HRG Formosat-2, ASTER,	Інженерні плани	Площі забудов	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B						
		11.1.2.3	250 30	0.4-0.7	ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, Formo	Інженерні плани	Площі забудов, зелені масиви	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	1 раз/рік
СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО											
	Площі сільськогосподарських угідь.	12.1.1.1	30 5-15	0.4-1.1 2.0-3.0 10.4-12.10	sat-2, ASTER, Ресурс-ДК, PAN (IRS), Ikonos-2, QuikBird, WorldView-1, EROS-A/B, HRG	Агрономічні, агроекологічні	Сільськогосподарські угіддя, сільськогосподарські культури, посівні площі	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.1.2	30 5-15	0.4-1.1 2.0-3.0 10.4-12.10	TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, LISS-III, PAN (IRS), RADARSAT-2, Formosat-2	Агрономічні, агроекологічні	Площі розміщення пари	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	2-3 раз. доб.
		12.1.1.3	30 5-15	0.4-1.1 2.0-3.0 10.4-12.10	ETM+, TM, ALI, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, LISS-III, ASTER	Агрономічні, агроекологічні	Площі пасовищ	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Щот ижд.
		12.1.1.4	30	0.4-1.1	AIRS, MODIS, ENVISAT,	Агрономічні,	Площі	1:5 000	1:2000	1:5000-	Щот

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		1.4	5-15	2.0-3.0 10.4-12.10	ERS-1/2	агроекологічні	пасовищ			1:1000	ижд.
	Стан сільськогосподарських угідь.	12.1.2.1	5-15 1-4	0.4-0.8	MODIS AWIFS	Агрономічні, агроекологічні	Характеристики засміченості	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.2.2	5-15 1-4	0.4-0.8	AWIFS, TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, HRG,	Агрономічні, агроекологічні	Ділянки поразки сільськогосподарських культур	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.2.3	30 5-15	0.4-1.1	TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, HRG,	Агрономічні, агроекологічні	Ділянки поразки сільськогосподарських культур	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.2.4	1- 10	0.4-1.1	TM, ETM+, LISS-III ASTER, ALI, Hyperion, HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, HRG	Агрономічні, агроекологічні	Стан пливу деградації на природні масиви	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.3.1	1- 10	0.4-1.1	AIRS, MODIS	Агрономічні, агроекологічні	Сільськогоспо-	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	врожайності.						дарські культури, посівні площі				дані
		12.1.3.2	5-15 1	0.4-1.1 2-7 см	AIRS, MODIS, ENVISAT, ERS-1/2	Агрономічні, агроекологічні	Значення врожайності в ц/га	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.3.3	1- 10	0.4-1.1	MODIS AWIFS	Агрономічні, агроекологічні	Міри стиглості сільсько-господарських культур	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.3.4	5-15 1	0.4-1.1	MODIS, HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III RADARSAT-1/2, ERS1/2, ENVISAT, TERRASAR-X, ALOS	Агрономічні, агроекологічні	Типи пасовищ, урожаї пасовищних ділянок, продукти вність	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.3.5	1- 10	0.4-1.1	AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG	Агрономічні, агроекологічні	Значення врожайності	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
	Агротех-	12.1.	1- 10	0.4-1.1	AWIFS, ETM+, TM, LISS-	Інженерно-	Площі	1:5 000	1:2000	1:5000-	Ар-

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
	нічні заходи.	4.1			III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG	сільськогосподарські	розміщення			1:1000	хів. дані
		12.1.4.2	30 5-15 1	0.4-1.1	AWIFS, ETM+, TM, LISS-III, HRVIR, HRV, ASTER, HRG, МСУ-Э	Інженерно--сільськогосподарські	Ділянки, що вимагають внесення добрив і отрутохімікатів	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Архів. дані
		12.1.4.3	30 5-15 1-4	0.4-1.1 2 - 4 см	EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Інженерно-сільськогосподарські	Ділянки, що вимагають внесення добрив і отрутохімікатів	1:5 000	1:2000	1:5000-1:1000	Щотижд.
	Агрокліматичні умови.	12.1.5.1	30 5-15	0.4-1.1	TM, ETM+, LISS-III, LISS-IV, HRVIR, HRV, HRG, EROS A/B, Formosat-2, Komsat-2, OrbView-3, QuickBird, WorldView-1, Ikonos-2, Ресурс-ДК, TERRASAR-X	Агрокліматичні	Агрокліматичні ресурси, кліматичні умови зростання окремих культур, продук-	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							тивність екосистем, зони стабільного землеробства				
		12.1.5.2	30 5-15 1-4	0.4-1.1	TM, ETM+ LISS-III, LISS-IV, HRVIR, HRV, HRG, Formosat-2, EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК, TERRASAR-X	Агрокліматичні	Індекси умов вегетації	1:1 000 000	1:50000 0	1:50000 - 1:10000	Щотижд.
ВИКОРИСТАННЯ І РОЗВИТОК ТЕРИТОРІЙ											
	Територіальне планування.	13.1.1.1	30 5-15 1-4	0.4-1.1	EROS-A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Зони з особливими умовами використання територій	1:20000 0	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/рік
		13.1.1.2	30 5-15	0.4-1.1	EROS-A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Ділянки можливої активізації екзогенних	1:20000 0	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	Щотижд.

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							процесів, заболочування, підтоплення та ін.				
		13.1.1.3	30 5-15 1-4	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Зони негативно го впливу об'єктів капітального будівництва у разі розміщення таких об'єктів	1:20000 0	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/ рік
	Містобудівне зонування.	13.1.2.1	30 5-15	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Функціональні зони поселень	1:20000 0	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/ рік
		13.1.2.2	30 5-15	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Площі забудов	1:20000 0	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/ рік
		13.1.	250-70	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B,	Територіального	Площі	1:20000	1:10000	1:2000-	1

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
		2.3	30 5-15		Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	планування, генплани	забудов	0	-1:5000	1:1000, 1:500	раз/рік
		13.1. 2.4	250-70 30 5-15	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Площі забудов, зелені масиви	1:20000 0	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/ рік
	Планування території.	13.1. 3.1	30 5-15 1-4	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Елементи планувальної структури (квартали, мікрорайони, інші елементи)	1:20000 0	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/ рік
		13.1. 3.2	250 30 5-15	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Дороги, вулиці, проїзди, лінії зв'язку, ін. об'єкти інженерної і транспортної	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/ рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							інфраструктур				
		13.1.3.3	30 5-15	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Межі забудованих земельних ділянок, незабудованих земельних ділянок	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/рік
		13.1.3.4	30 5-15	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Об'єкти капітального будівництва	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/рік
		13.1.3.5	30 5-15	0.4-1.1	Ресурс-ДК EROS A/B, Komsat-2, OrbView-3, WorldView-1, QuickBird, Ikonos-2, Ресурс-ДК	Територіального планування, генплани	Об'єкти соціально-культурного, комунального, побутового призначення, інші об'єкти ка-	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							підальног о будівницт ва				
		13.1. 3.6	30 5-15 1-4	0.4-1.1	MODIS, AWIFS, TM, TM+, LISS-III, HRV, HRVIR, ASTER, ALI, ERS-1/2, RADARSAT1/2, ENVISAT, ALOS, TERRASAR-X	Територіального планування, генплани	Межі земельни х ділянок	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000, 1:500	1 раз/ рік
	Земельний кадастр.	13.1. 4.1	1000 500 250	0.58-0.68 0.7-1.0	HRV-PAN/XS, HRVIRMONO/XI, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS- IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROSA/B, IRS-P5	Топографічні	Межі об'єктів земле- устрою, межі обмежени х у викорис- танні частин об'єкту зем- леустрою, об'єкти нерухомо сті	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000	1 раз/ рік
		13.1. 4.2	1000 170	0.58-0.68 0.7-1.0	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-	Топографічні	Види фактично	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000	1 раз/

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
					IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3 , QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B		го використання земель				рік
		13.1.4.3	170 30 5-15	0.4-1.1	HRV-PAN/XS, HRVIR-MONO/XI, TM, ETM+, LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3 , QuikBird, EROS-A/B, IRS-P5	Топографічні	Ділянки порушених земель, земель, схильних до водної і вітрової ерозії, селям, підтопленню, заболочуванню, вторинному засоленню, висушенню, забрудненню відходам	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000	1 раз/рік

№ з/п	Напрямок досліджень	Пункт завдання	Характеристики до матеріалів ДЗЗ			Результат рішення		Масштабний ряд			Періодичність знімання
			роздільна здатність, м	спектральні діапазони	Аналог апаратури	Тематична карта	шар обробки	оглядова	основний	детальний	
							и виробництва і споживання, радіоактивними і хімічними речовинами				
		13.1.4.4	170 30 5-15	0.4-1.1	LISS-III, ASTER, ALI, Hyperion, IRS-PAN, LISS-IV (PAN), HRG Ресурс-ДК, Ikonos-2, OrbView-3, QuikBird, WorldView-1/2, EROS-A/B	Топографічні	Долі з ознаками деградації земель, частка гумусу	1:50000	1:10000 -1:5000	1:2000- 1:1000	1 раз/рік

ДОДАТОК К**ЗАСТОСУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ
УПРАВЛІННІ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПЛАНОВАНОЇ
ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕГРОВАНИХ
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ**

Застосування аерокосмічних технологій при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем у дослідженні екологічних ситуацій дозволить отримувати повну і співставну інформацію, яка є необхідною основою для розроблення і впровадження програм щодо запобігання надзвичайних екологічних ситуацій і ліквідації наслідків цих ситуацій, а також скоординувати існуючі на відомчому рівні інформаційні потоки з надзвичайних екологічних ситуацій і забезпечить інформаційний обмін на єдиній методологічній основі.

Методологія оцінки екологічного ризику в екосистемі.

Схема аналізу ризику включає широкий спектр взаємопов'язаних проблем і різних етапів: ідентифікація факторів ризику, оцінка ризику, управління ризиком.

Ідентифікація факторів ризику.

Першим кроком оцінки ризику є виявлення найбільш суттєвих джерел небезпеки (факторів ризику) та їх ранжування з метою визначення реальної загрози для людей та навколишнього середовища на основі побудови карт ризику; визначення порогів стійкості технічних і екологічних систем; використання імітаційного моделювання. Тут велику роль відіграють наукові дослідження. Саме представники фундаментальної науки звернули увагу широкої громадськості на такі глобальні екологічні проблеми, як можливість зміни клімату й озонового прошарку, значні генетичні наслідки антропогенного впливу на природу та людей.

Для ідентифікації небезпеки важливі прийоми апробації, відбору, моделювання поведінки різних хімічних сполук у середовищі, моніторингу та діагностики. При цьому першим постає питання - що являє собою ця небезпека, а при

розрахунку ризику - яка його величина? Як правило, при характеристиці причин техногенних або екологічних катастроф виділяють фактори технічного, технологічного й організаційного характеру. Особлива увага приділяється людському фактору. Однак проблему ідентифікації факторів ризику слід розробити глибше. Причини катастроф варто шукати не тільки на мікро-, а й на макрорівні, аналізуючи весь комплекс протиріч, які виникають у господарській діяльності та пов'язані з глибокою кризою в економіці, що супроводжується практично в усіх сферах життя суспільства - екологічній, політичній, соціальній і духовній.

Рекомендації щодо оцінки ризику в екосистемі.

Для оцінки ризику насамперед необхідно конкретизувати саме поняття «ризик». Під оцінкою ризику вважається комплекс дій, спрямованих не лише на оцінку, а й аналіз та ідентифікацію механізмів виникнення явищ, які виявляють сильний вплив на спосіб життя та стан здоров'я людини, з метою запобігання відхилень, загроз, збитків, втрат тощо або запобіганню їх виникненню. Формальний опис ризику, як уже зазначалося, спирається на теоретико-ймовірний підхід.

В оцінці ризику можна виділити чотири основних напрямки. Перший - інженерний. Зазвичай, цей підхід є розрахунком імовірностей аварій. Основні зусилля спрямовуються на збирання статистичних даних про аварії та пов'язані з ними викиди токсичних сполук у навколишнє середовище.

Другий - модельний. Розробляються математичні моделі процесів, які призводять до небажаних наслідків для людини та навколишнього середовища при використанні шкідливих хімічних сполук.

Третій - експертний. При використанні перших двох підходів для оцінки ризику часто зустрічаються випадки, коли недостатньо статистичних даних або не зовсім зрозумілі деякі принципові залежності. Тоді єдине джерело даних - експерти. Перед ними постає завдання ймовірнісної оцінки тих чи інших подій, пов'язаних із аналізом ризику.

Четвертий - соціологічний. За допомогою цього методу визначають сприйняття населенням і його окремими групами того чи іншого ризику. Широко відомі дослідження, в яких визначалась оцінка ризику для різних видів діяльності, що пропонувалася респондентам під час соціологічного опитування.

При розгляді означених чотирьох підходів оцінки ризику слід зауважити, що вони мають різні галузі застосування та не позбавлені недоліків.

Оцінка ризику, тобто прогнозування технологічних і екологічних катастроф у регіонах, - ключова ланка визначення рівня екологічної безпеки. Попередня робота в цьому напрямку має низку переваг порівняно з іншими методами оцінки безпеки держави. По-перше, цілком реально отримати кількісну оцінку очікуваного збитку; по-друге, є можливість порівняти та врахувати ризик від усіх можливих факторів, а також дати комплексну оцінку ризику.

Особливості управління ризиком в екосистемі.

Стратегія управління ризиком може ґрунтуватися на виборі рівня ризику в межах від мінімального (який вважається досить малим) до максимально допустимого. Так, у Нідерландах при плануванні промислової діяльності, разом із географічними, економічними та політичними картами, використовуються й карти ризику для території країни. Щоб побудувати промислове підприємство та ввести його в експлуатацію, конструкторам необхідно кількісно визначити рівень ризику від його експлуатації і обґрунтувати його прийнятність. При ліцензуванні нового підприємства додатково вимагається карта ризику району, де розташовується це підприємство. На цій карті мають бути позначені замкнуті лінії однакового ризику, кожна з яких відповідає числовим значенням ймовірності смерті індивідуума протягом року: 10-5, 10-6, 10-7. Цим досягається мінімізація збитку і досягається компроміс між необхідністю витрат на підвищення екологічної безпеки й очікуваними перевагами.

Із концепції ризику можна виокремити декілька стратегій управління екологічною безпекою:

- запобігання причинам виникнення катастроф аж до відмови від продукції небезпечних виробництв, закриття аварійних об'єктів і т. ін.;
- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій у випадку, коли неможливо відвернути причини катастрофи (будівництво захисних споруд, дамб, будівництво підземних об'єктів, завчасна евакуація населення тощо);
- пом'якшення наслідків катастрофи, впровадження стабілізаційних і компенсаційних заходів.

Найбільш придатною, з точки зору головної мети управління безпекою навколишнього середовища, є мінімізація ризику, тобто реалізація першої та другої стратегій. Однак на практиці це не завжди можливо здійснити. Найбільш ймовірним є поєднання всіх трьох видів стратегій.

Розроблення нормативних актів - законів, постанов, інструкцій сприяє реалізації запланованих заходів щодо екологічної безпеки, який є необхідним правовим елементом управління, і сприяє зниженню ризику.

Науково-практичні рекомендації щодо використання космічних технологій спостереження Землі для дослідження стану навколишнього середовища при управлінні екологічною безпекою планованої діяльності.

Одним з найбільш популярних і широко використовуваних програмних пакетів для обробки даних ДЗЗ є ERDAS Imagine. Завдяки своїм широким функціональним можливостям він дозволяє максимально автоматизувати роботу з обробки даних при відсутності навичок програмування в ядрі. Тому підбір матеріалів космічної зйомки є важливим етапом проведення класифікації для моніторингу навколишнього середовища. Розглянемо процедури тематичного дешифрування і створення цифрових карт місцевості (лісові масиви) з використанням комічних знімків з супутника Landsat 5,7. Знімки були отримані в 2019 році.

Розташування космічних знімків з супутника Landsat-5 на досліджувану територію (Київська область) показано на рис.Д.1.

Технологічно процес дешифрування можна розділити на два основних етапи: машинна класифікація; візуальне дешифрування. Машинна класифікація

дозволяє автоматизувати процес дешифрування. Метою класифікації є отримання тематичної інформації із знімка. Існує два шляхи класифікації: з неконтрольованим процесом; з контрольованим процесом Класифікація без процесу (Unsupervised classification). Алгоритм, який використовується для цієї класифікації, базується на кластерному аналізі. Для формування кластерів використовується формула мінімального спектрального відстані. Кластеризація починається з довільно заданих значень. Після віднесення всіх можливих точок до одного класу, центри класів зсуваються, і процес повторюється знову (наступна ітерація). Процес повторюється до того часу поки не буде досягнуто максимальну кількість ітерацій або досягнута межа збіжності (convergence threshold).

На рис. Д.2-Д.6 представлений процес проведення класифікації без процесу.

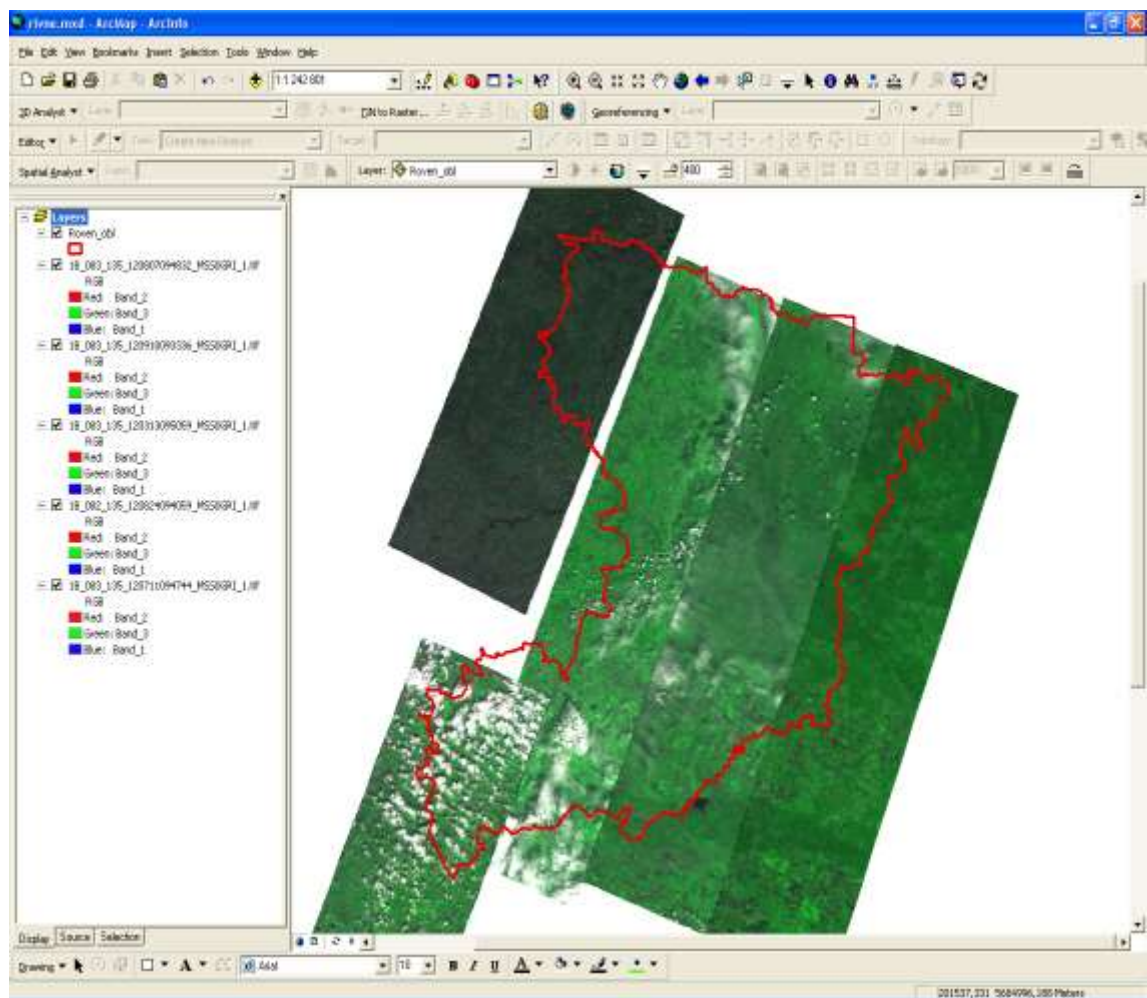
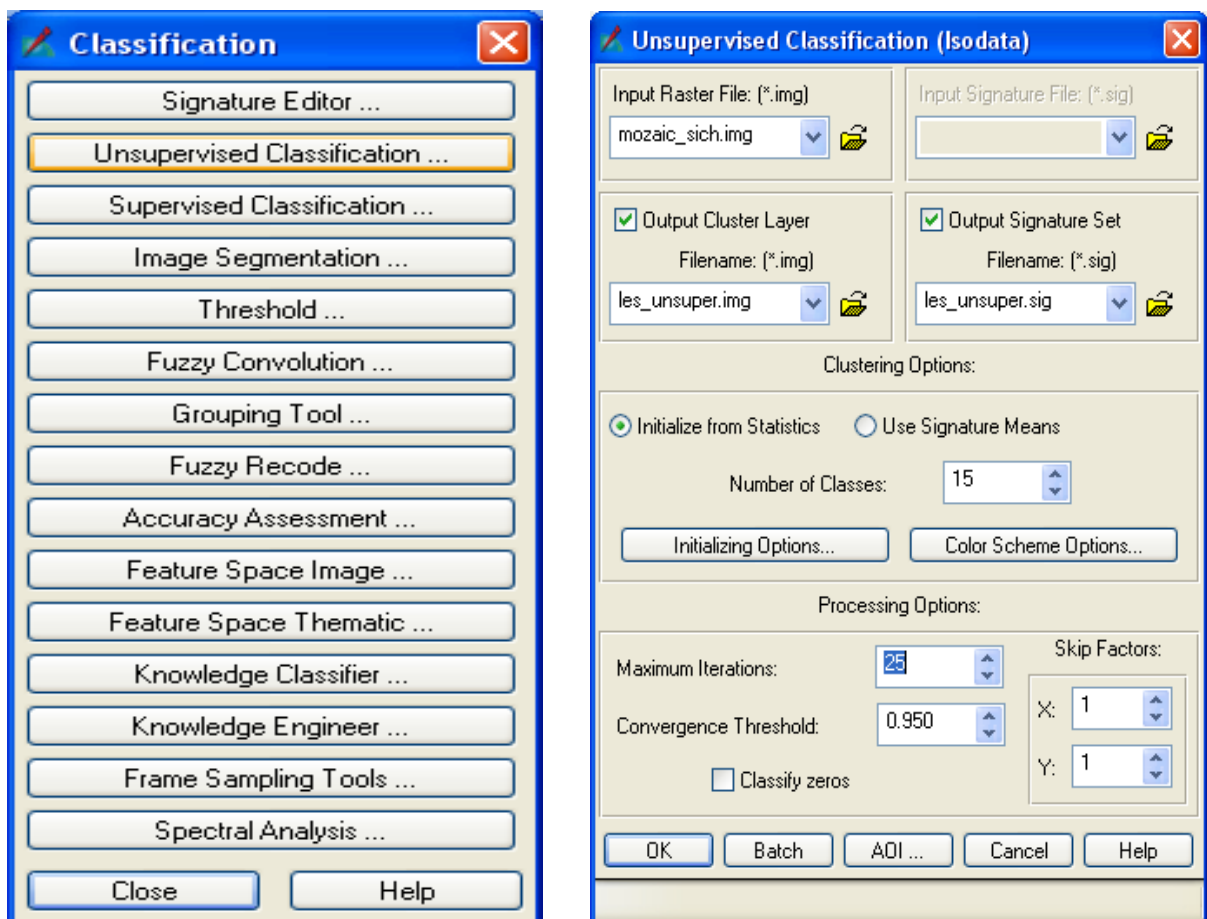


Рис. Д.1 – Розташування космічних знімків з супутника Landsat-5 на досліджувану територію (Київська область)

Після закінчення процесу класифікації необхідно провести перекодування класів для подальшого аналізу отриманих результатів.

Для перевірки та аналізу класів застосовувався метод непрозорості, коли всім вихідним класів для параметра Opacity присвоюється значення «0». Потім по черзі кожному з обраних класів встановлюється значення «1» в результаті чого на екрані відображається тільки цей клас (рис. Д.2.7). Перевірка отриманих результатів виявила неякісне зображення об'єктів на космічному знімку.



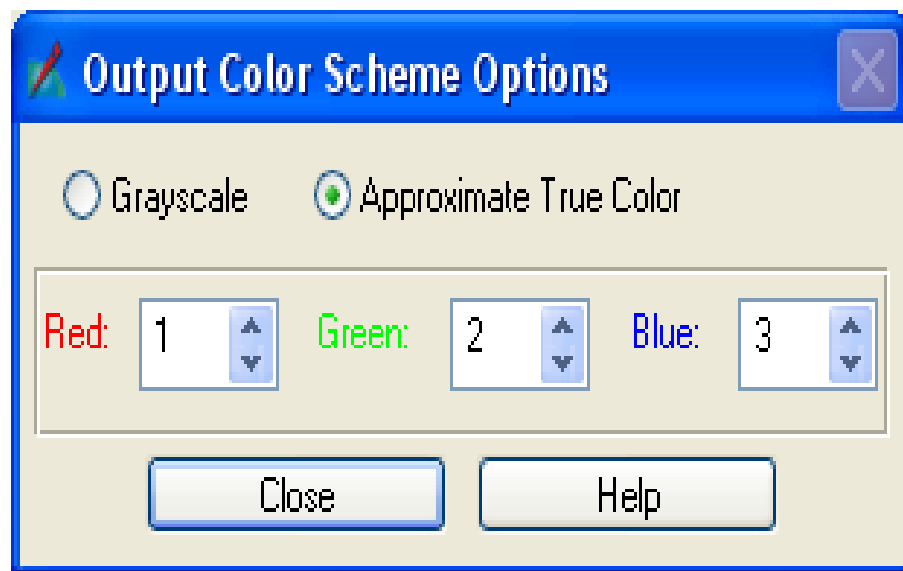
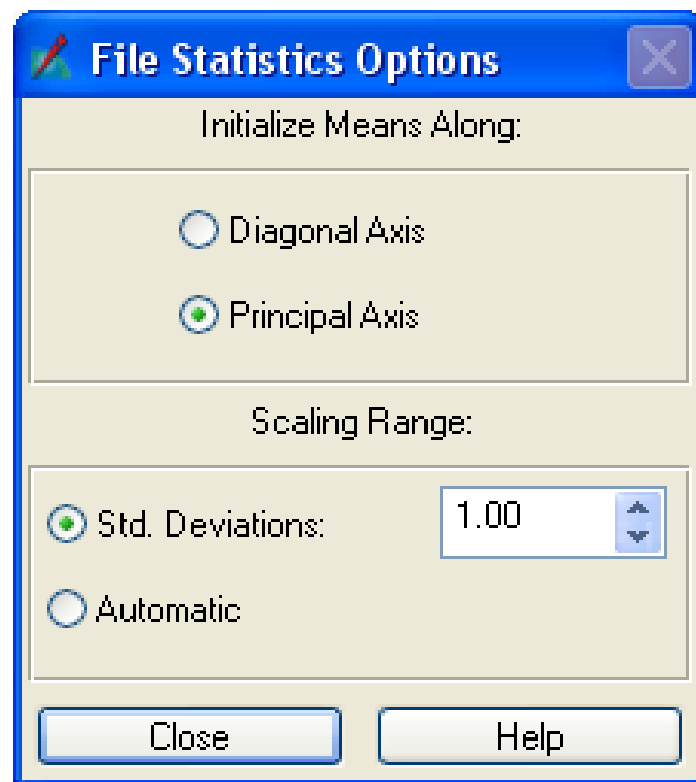
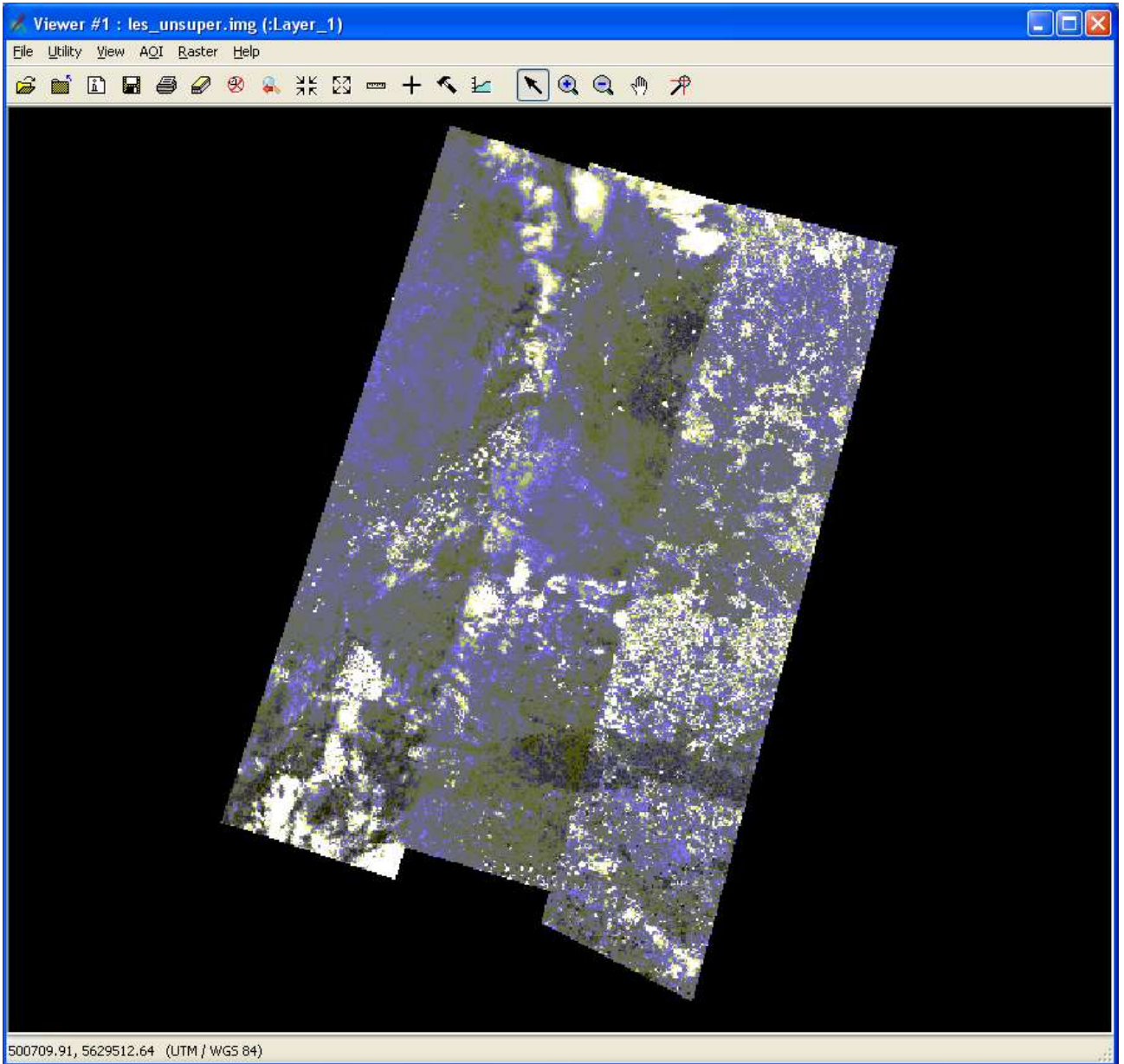


Рис. Д.2 – Встановлення початкових параметрів кластеризації



Raster Attribute Editor - les_unsuper.img(:Layer_1)

File Edit Help

Layer Number: 1

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	Class_Names
0	436374923			0	0	0	0 Unclassified
1	4730141		0.15	0.14	0		1 Class 1
2	12665435		0.31	0.33	0.04		1 Class 2
3	18269390		0.2	0.19	0.25		1 Class 3
4	39446125		0.29	0.28	0.43		1 Class 4
5	32250702		0.38	0.42	0.18		1 Class 5
6	85313812		0.42	0.43	0.35		1 Class 6
7	85687566		0.42	0.42	0.5		1 Class 7
8	63931774		0.41	0.4	0.68		1 Class 8
9	15820788		0.49	0.42	1		1 Class 9
10	49470853		0.56	0.56	0.53		1 Class 10
11	13781654		0.67	0.84	0.3		1 Class 11
12	29363126		0.75	0.71	0.69		1 Class 12
13	18865895		0.98	0.92	0.88		1 Class 13
14	12863085		1	1	0.44		1 Class 14
15	11981432		1	1	1		1 Class 15

Рис. Д.3 - Результуючий класифікований знімок і таблиця з переліком тематичних класів

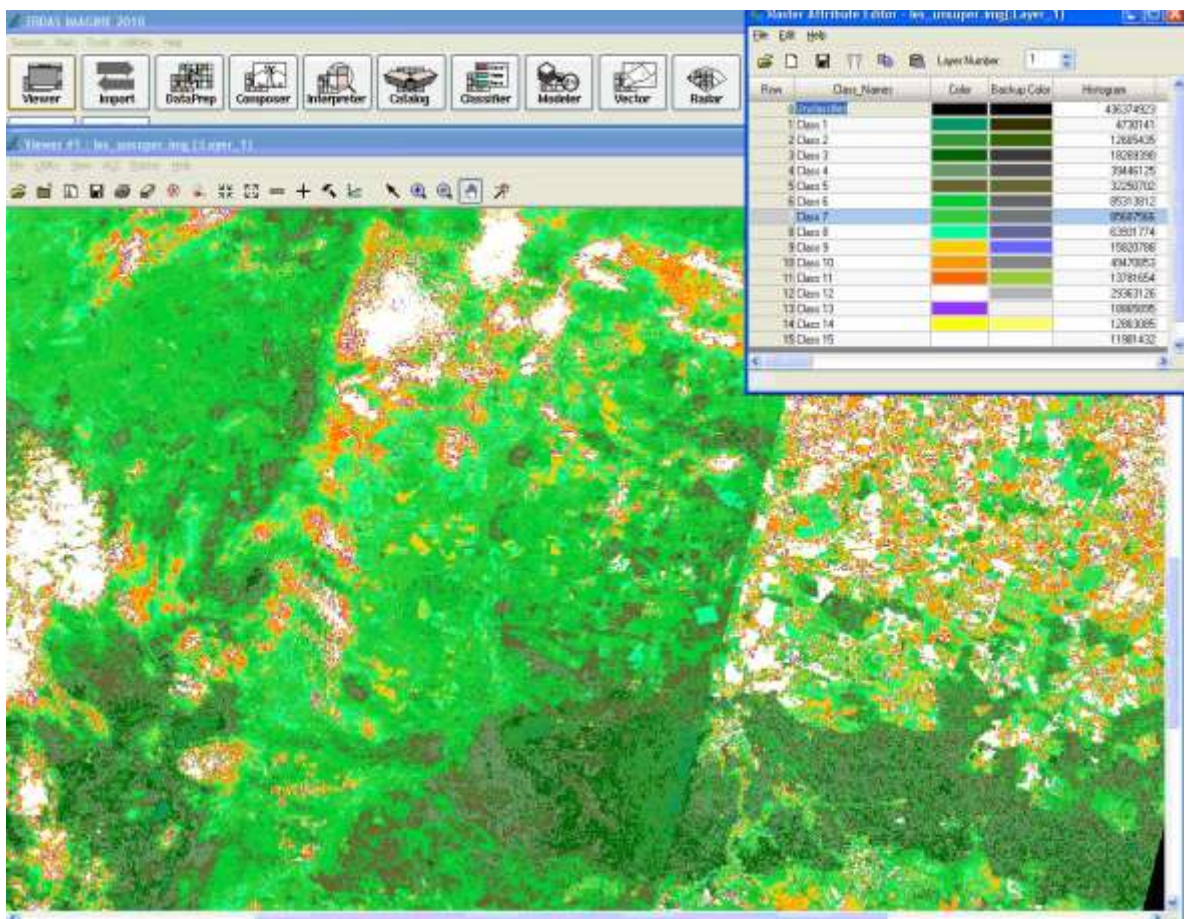


Рис. Д.4 – Процес редагування атрибутів

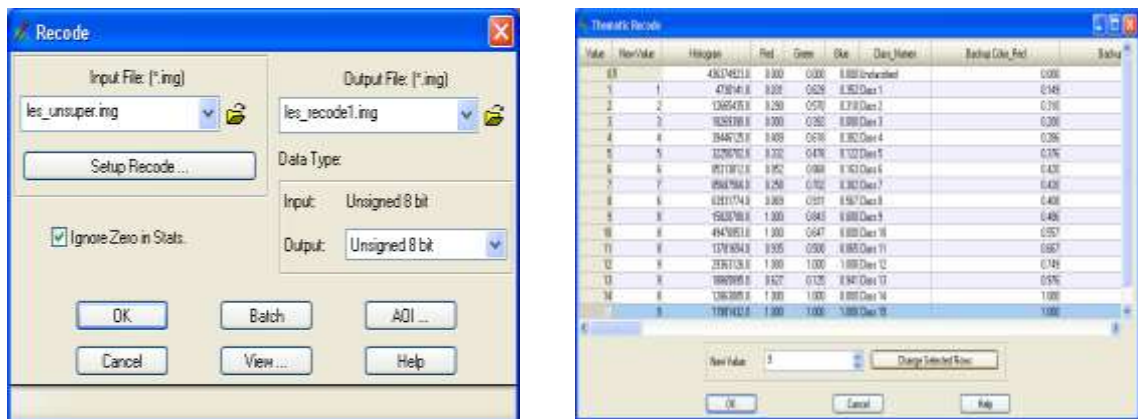
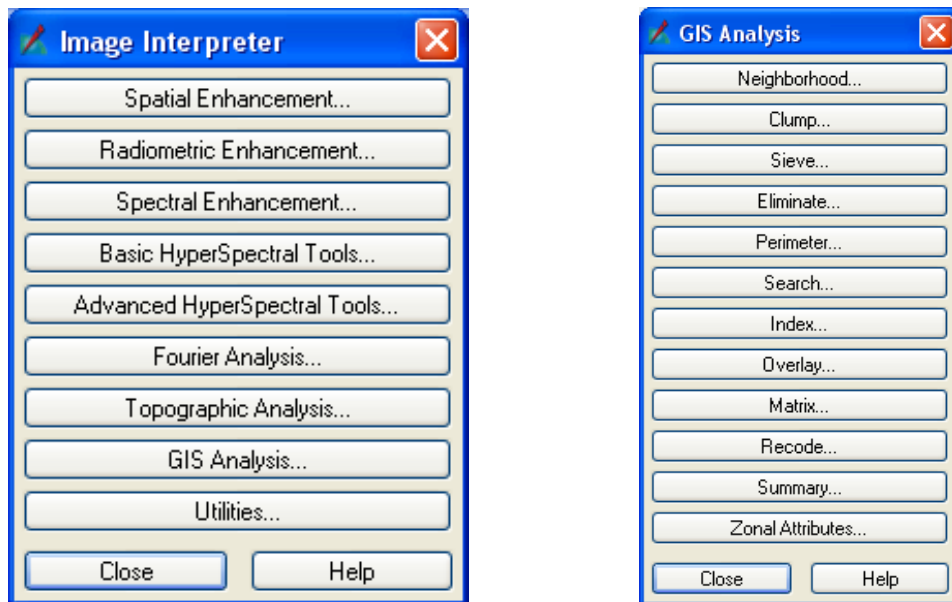


Рис. Д.5 – Встановлення параметрів для перекодування

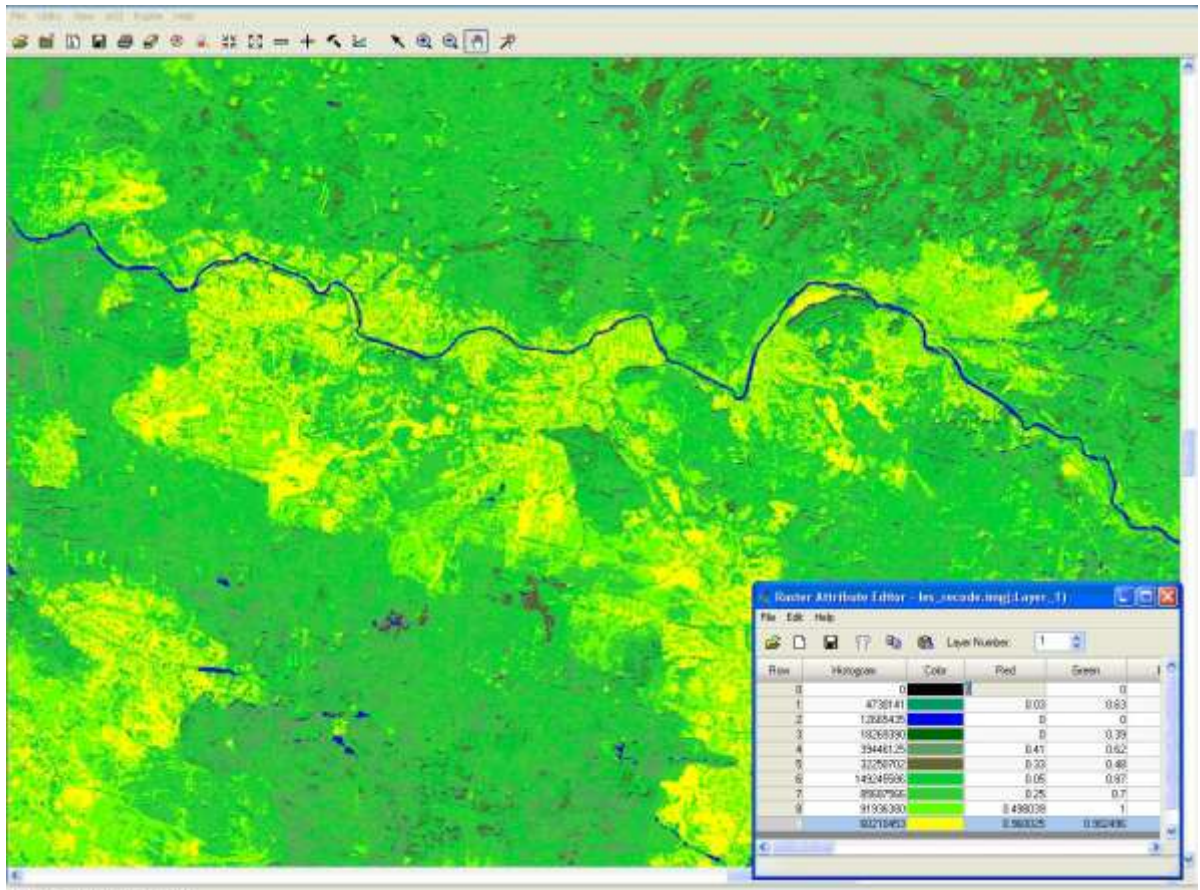


Рис. Д.6 – Проведення класифікації.

Класифікації, як і самі сигнатури, можуть бути параметричні і непараметричні.

До параметричних правил належать: максимальна схожість, відстань Махаланобіса, мінімальна відстань. Непараметричні правила: простір ознаки (Feature space), правило паралелепіпеда.

Відомо, що класифікацію за методом контрольованого процесу можна розділити на два основних етапи: створення набору сигнатур; автоматична класифікація і створення тематичного растрового зображення. Процес формування сигнатур здійснювався в такій послідовності: автоматичне або ручне позначення освітнього об'єкта з використанням додаткових даних; додавання спектрального образу до ряду сигнатур; перевірка наявності перетину спектральних образів.

Row	Color	Backup Color	Histogram	Red	Green	Blue	Opacity
0			436374923	0	0	0	0
1			4730141	0.03	0.63	0.35	0
2			12665435	0.29	0.57	0.31	0
3			18269390	0	0.39	0	0
4			39446125	0.41	0.62	0.38	0
5			32250702	0.33	0.48	0.12	1
6			85313812	0.05	0.87	0.16	0
7			85687566	0.25	0.7	0.3	0
8			63931774	0.07	0.93	0.56	0
9			15020700	1	0.94	0	0

Рис. Д.7 –Перевірка та аналіз отриманих класів

Процес формування сигнатур доцільно завершити, якщо простір ознак максимально заповнене спектральними образами, які не перетинаються. В результаті створюється набір сигнатур, які визначають вибірку процесу.

Кожна сигнатура відповідає класу і використовується відповідно до вирішальним правилом для віднесення пікселів до того чи іншого класу. Варіанти результуючих зображень достатньо, утворених на основі комбінації різних каналів показані на рис. Д.8.

Модуль класифікації ERDAS Imagine має багато підходів в залежності від можливостей знімка, типу створених сигнатур, вибору фахівця-аналітика. У процесі роботи були обрані сигнатури типу «еліпс» (рис. Д.9).

Для виконання автоматичної класифікації встановлювалися опції:

- головне вирішальне правило відсутній - класифікувати пікселі, що потрапили в еліпс, безпосередньо за створеними сигнатурами;
- пікселі, які не увійшли в еліпс потрібно класифікувати за правилом максимальної правдоподібності;
- перетини еліпсів ігнорується.

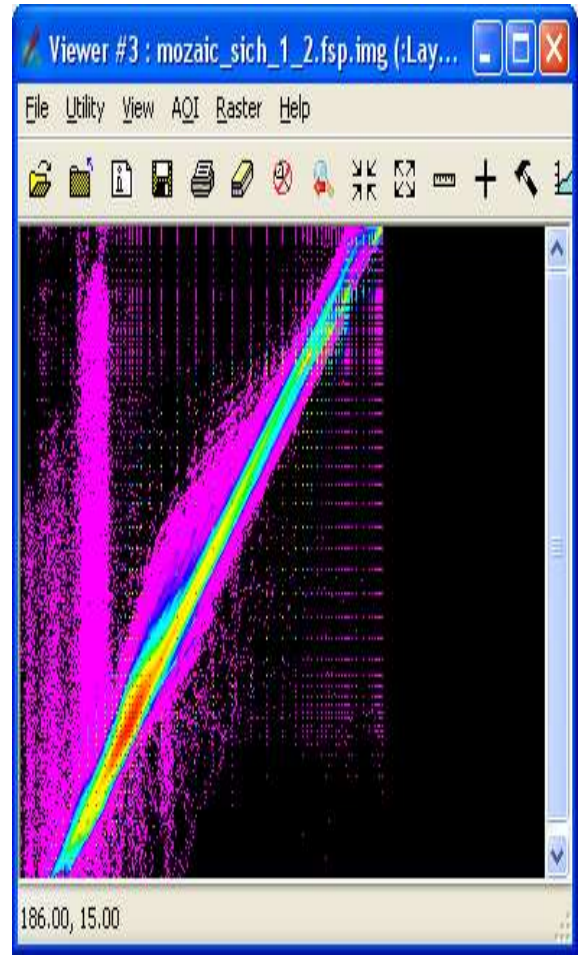
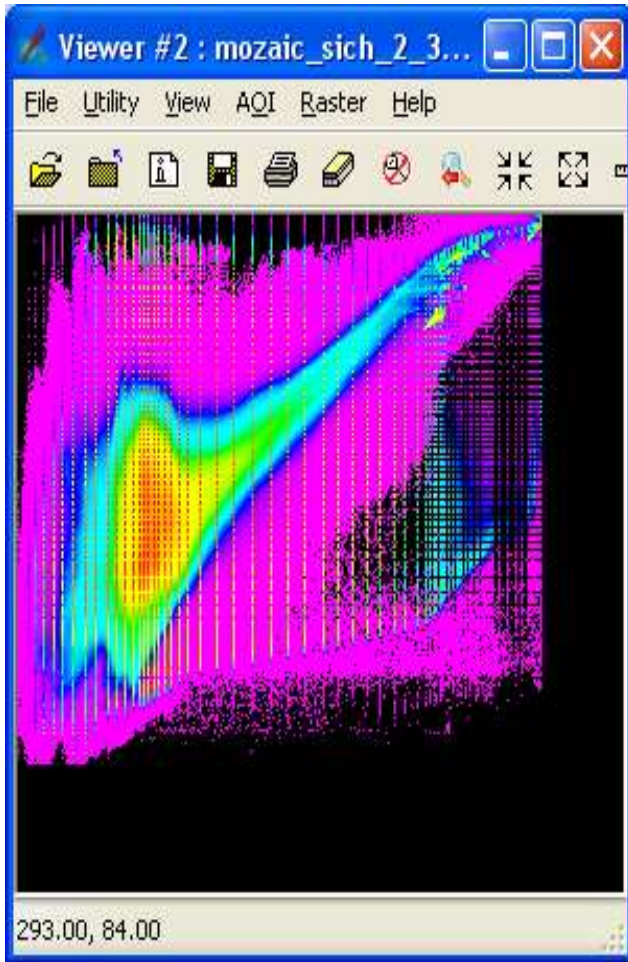
На рис. Д.10 представлений синтезований фрагмент космічного знімка після проведеної контрольованої класифікації (тематичне растрове зображення).

У процесі класифікації створюється безліч дрібних полігонів, а тому варто проводити генералізацію. З цією метою спочатку використовується модуль Interpreter (Інтерпретація), зокрема GIS-Analysis / Clump (ГІС_Аналіз / Кламп). Результуюче зображення має перехід від темного до світлого зверху вниз (рис. Д.11).

Після завершення процедури Clump проводиться генералізація полігонів, шляхом поглинання занадто маленьких полігонів їх найближчими сусідами. Для цього встановлюється величина мінімального полігону поглинається в вікні Minimum Selection (Мінімальний розмір), що дорівнює 10 пікселям. Для того щоб отримати кольорове зображення було проведено поєднання колонок атрибутів растрів вихідного тематичного та отриманого після генералізації (рис. Д.12). В результаті цього напівтонової шкали зміниться на відповідний колір з еталонного файлу (рис.Д.13).

Після проведеної генералізації отримане тематичне зображення знову було проаналізовано з метою об'єднання (злиття) класів (функція перекодування тематичного реєстрового шару). Так, якщо було виділено кілька водних поверхонь, полів, то вони об'єднувалися в один клас. В результаті було отримано відредаговане зображення (рис. Д.14).

Результати тематичного дешифрування можуть бути виражені у вигляді карти або в вигляді бази просторових даних. На цих матеріалах присутні об'єкти спостереження - нові, виділені вперше при дешифруванні або колишні, зі знову отриманими шляхом дешифрування характеристиками.



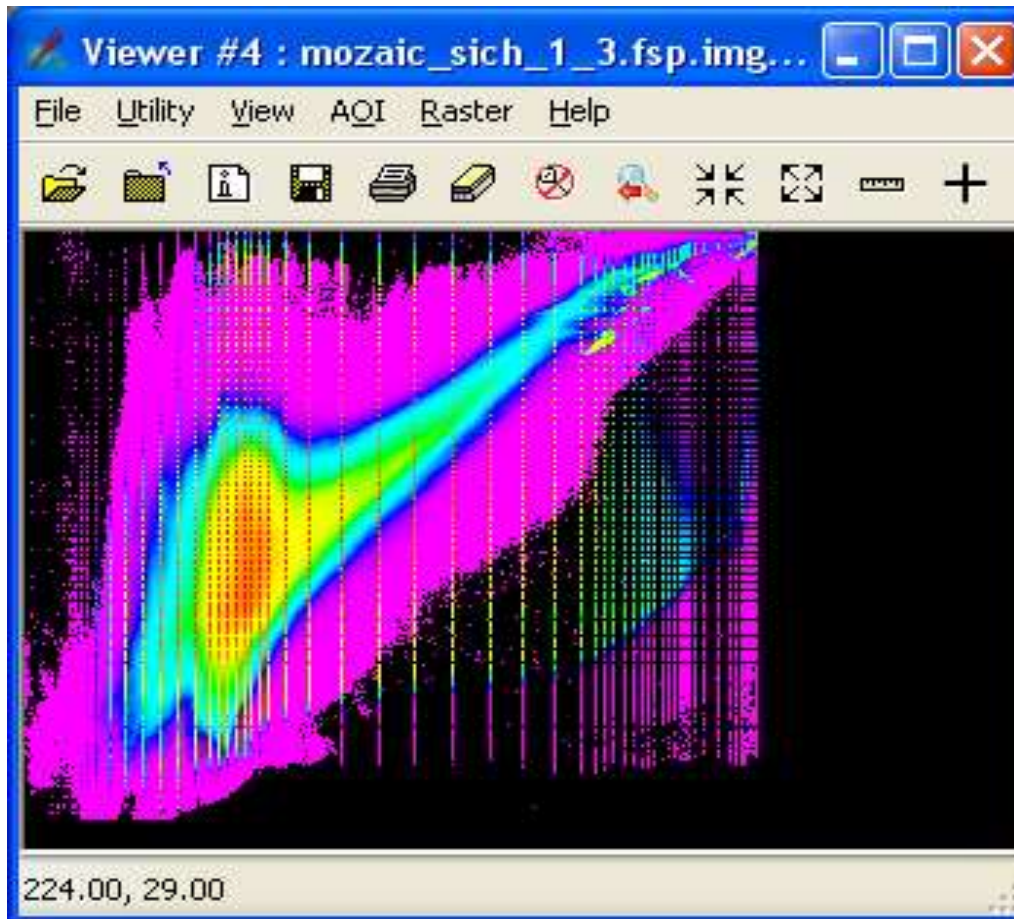


Рис.Д.8 – Варіанти результуючих зображень достатньо міс ознак, утворених на основі комбінації різних каналів

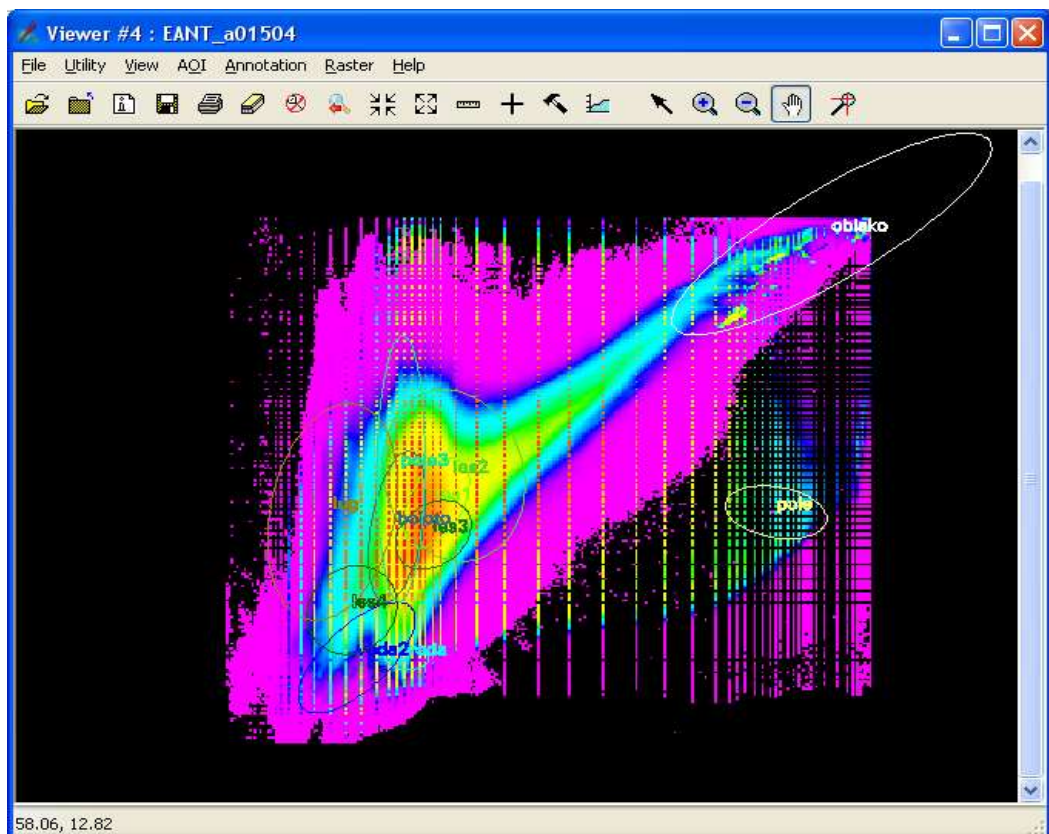


Рис. Д.9 – Перегляд об'єктів еталонів на зображенні простору ознак

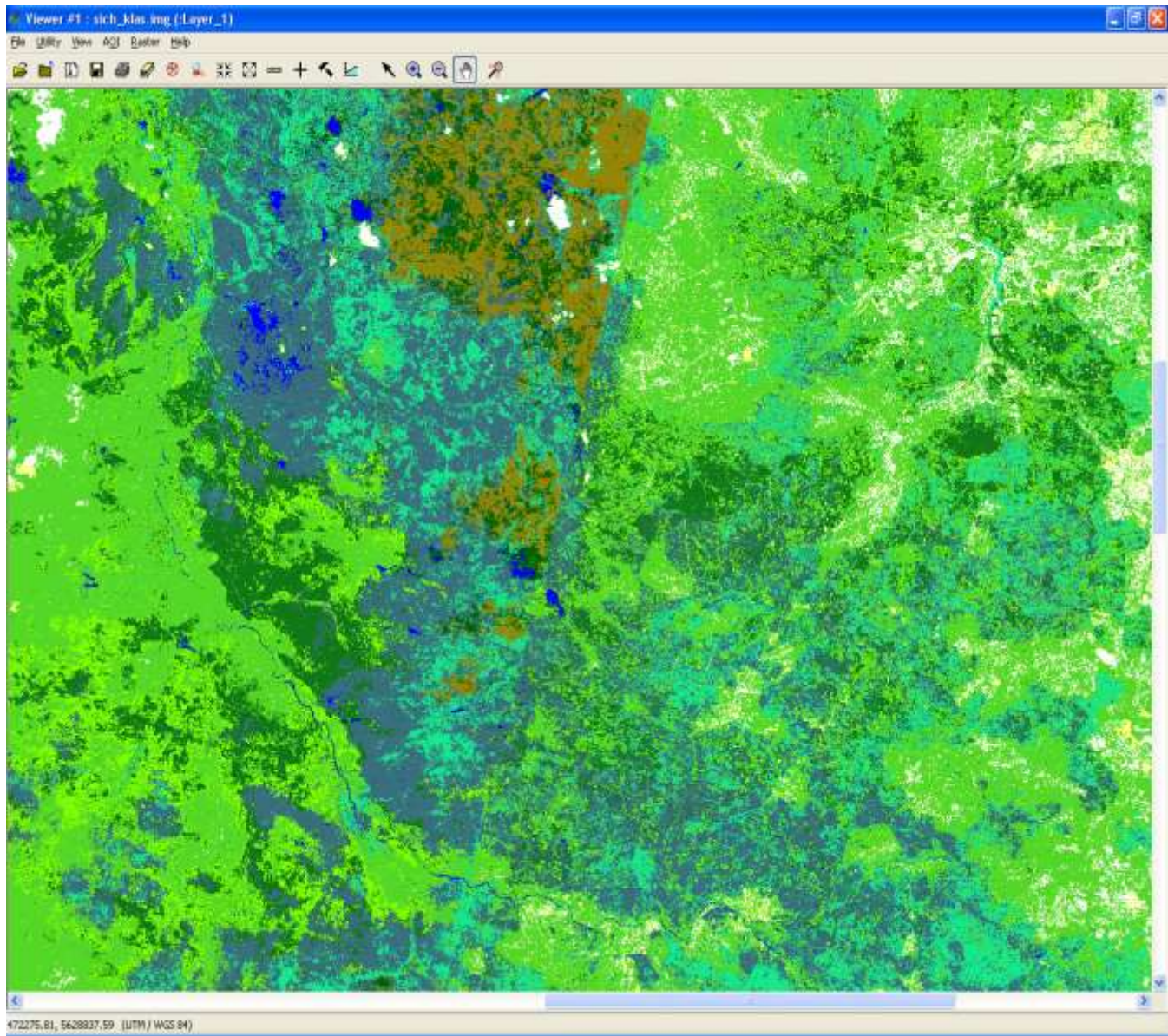


Рис. Д.10 – Фрагмент космічного знімка після проведеної контрольованої класифікації. Тематичне растрове зображення

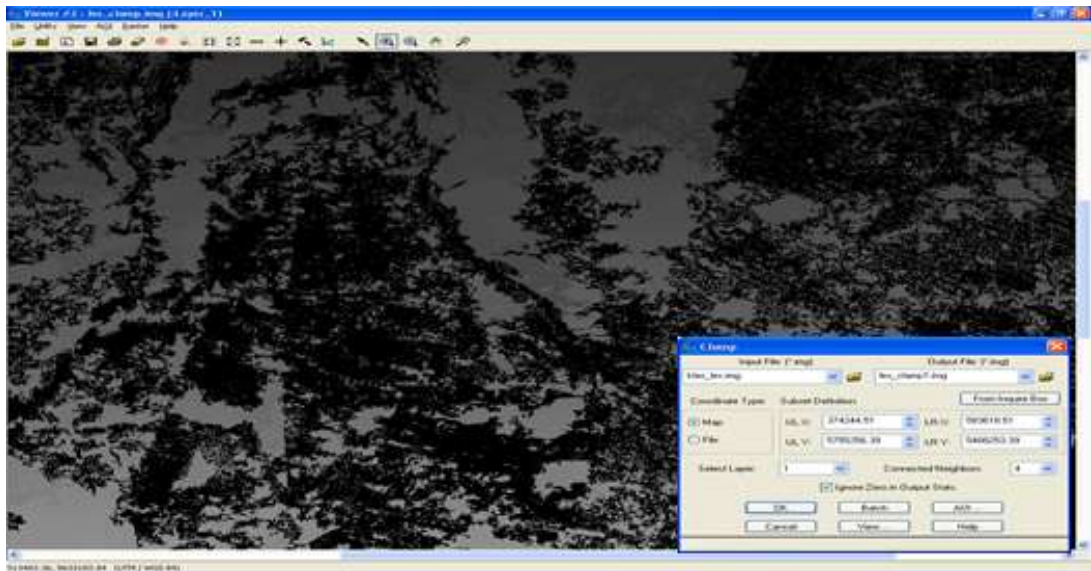


Рис. Д.11 – Регулюючі після застосування програми Clump.

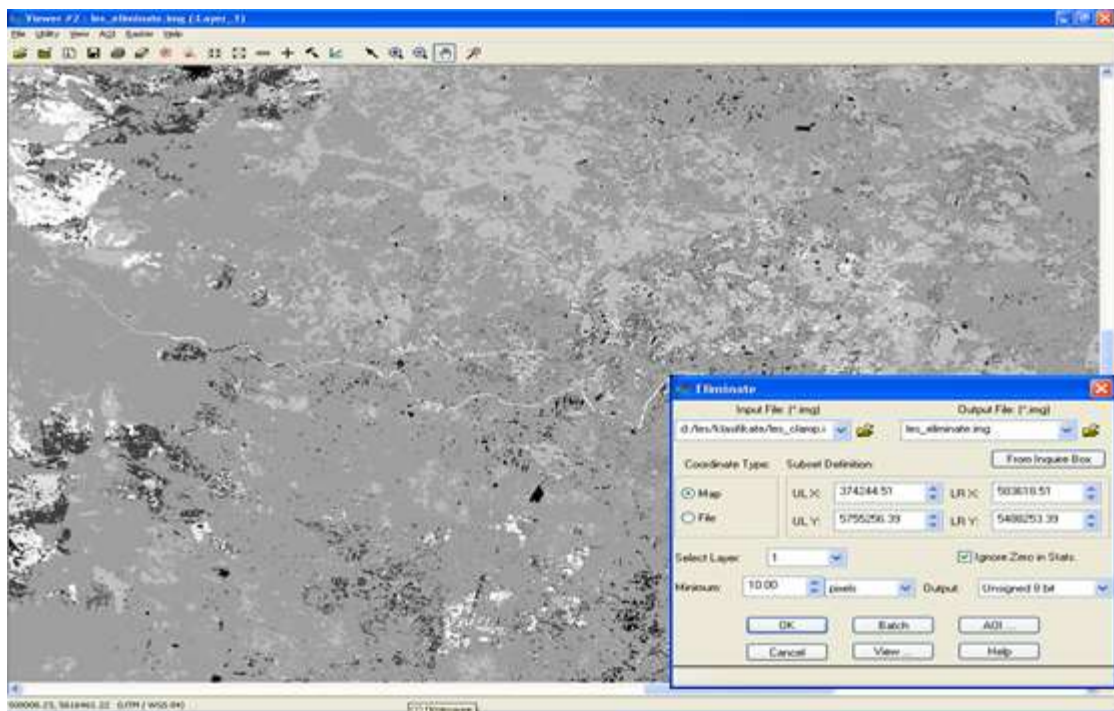


Рис. Д.12 – Фрагмент знімка після проведеної генералізації

У роботі основний акцент був зроблений на отримання максимально точної позиційної інформації про об'єкти, максимально точної фіксації їх положення, форми і положення меж контуру майданних об'єктів, їх площі, периметра. Результати такого об'єктного дешифрування найбільш логічне і просто представляються у вигляді бази даних векторної ГІС як точкові, лінійні і майданні об'єкти.

Створення векторних шарів здійснювалося в середовищі геоінформаційної системи (ГІС) ArcGIS / ArcInfo 9.3. Перед початком робіт в

середовищі ArcCatalog був сформований полігональний векторний шар і атрибутивна таблиця з додатковим полем (рис. Д.15).

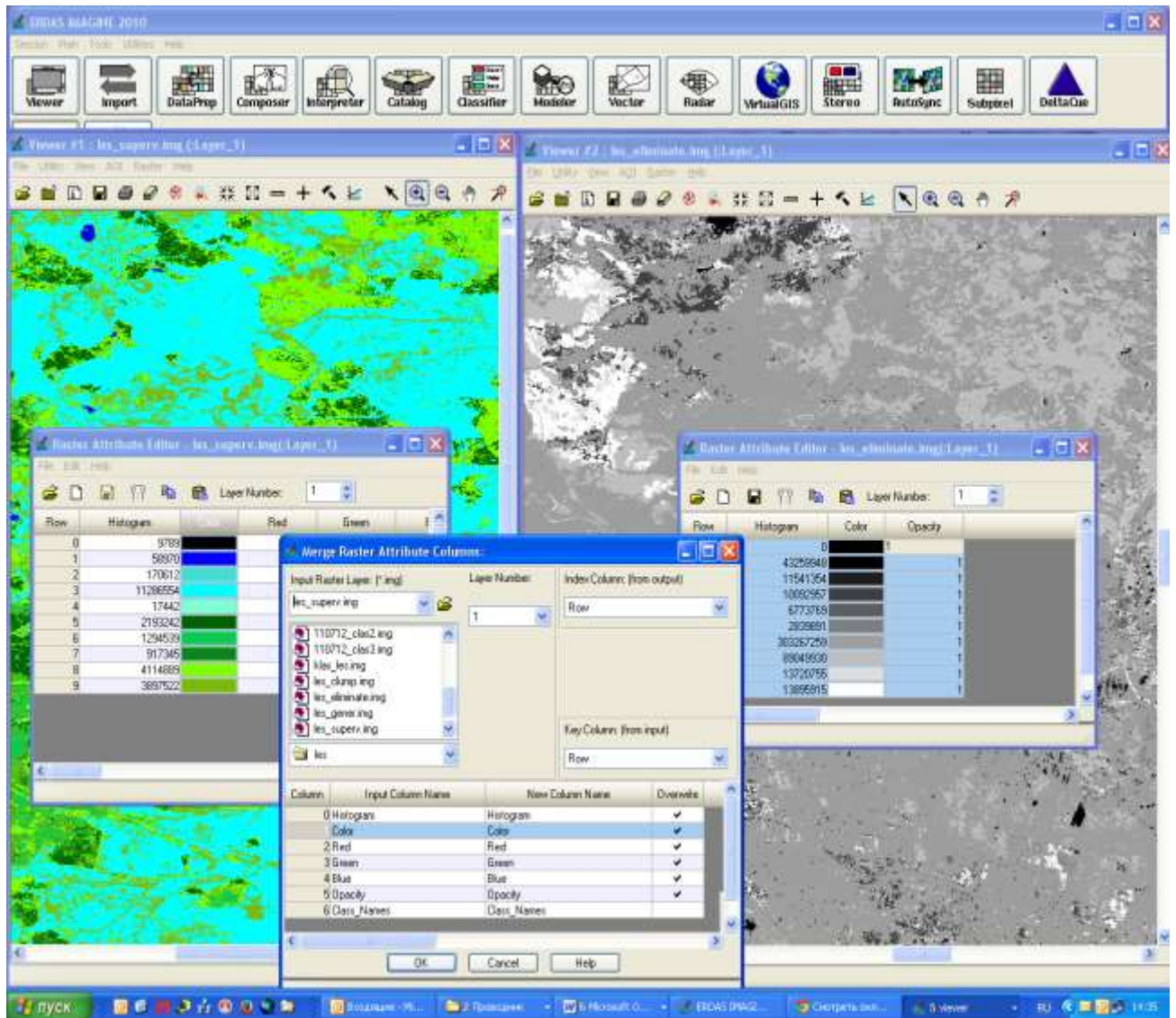


Рис. Д.13 – Процес встановлення зав'язків між еталонним і генералізованим зображеннями

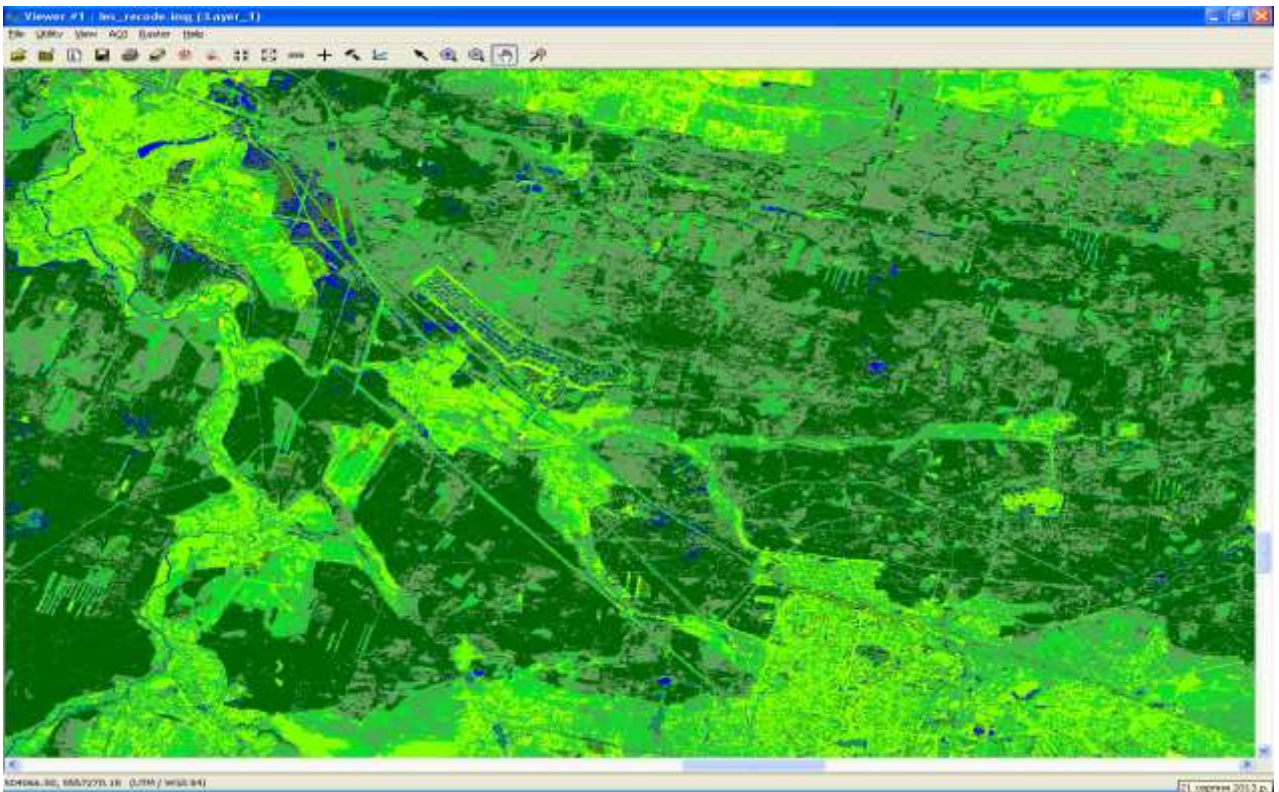


Рис. Д.14 – Фрагмент зображення після застосування функції перекодування

Вихідним матеріалом для створення векторного шару лісових масивів були космічні знімки з супутника Landsat-5. Для створення єдиного покриття всі знімки були зібрані в одне безперервне мозаїчне зображення, яке охоплює весь регіон.

На завершення для поліпшення візуальної якості, отримане мозаїчне зображення було опрацьоване за методикою посилення контурів.

Перед початком побудови полігональних файлів задаються параметри середовища і необхідні допуски і переваги.

При створенні шарів особлива увага зверталася на точне сусідніх контурів. При виявленні похибок, їх відразу ж коректували. У разі, коли по космічному знімку не вдасться точно визначити контур або місце розташування об'єкта, слід використовувати топографічні карти.

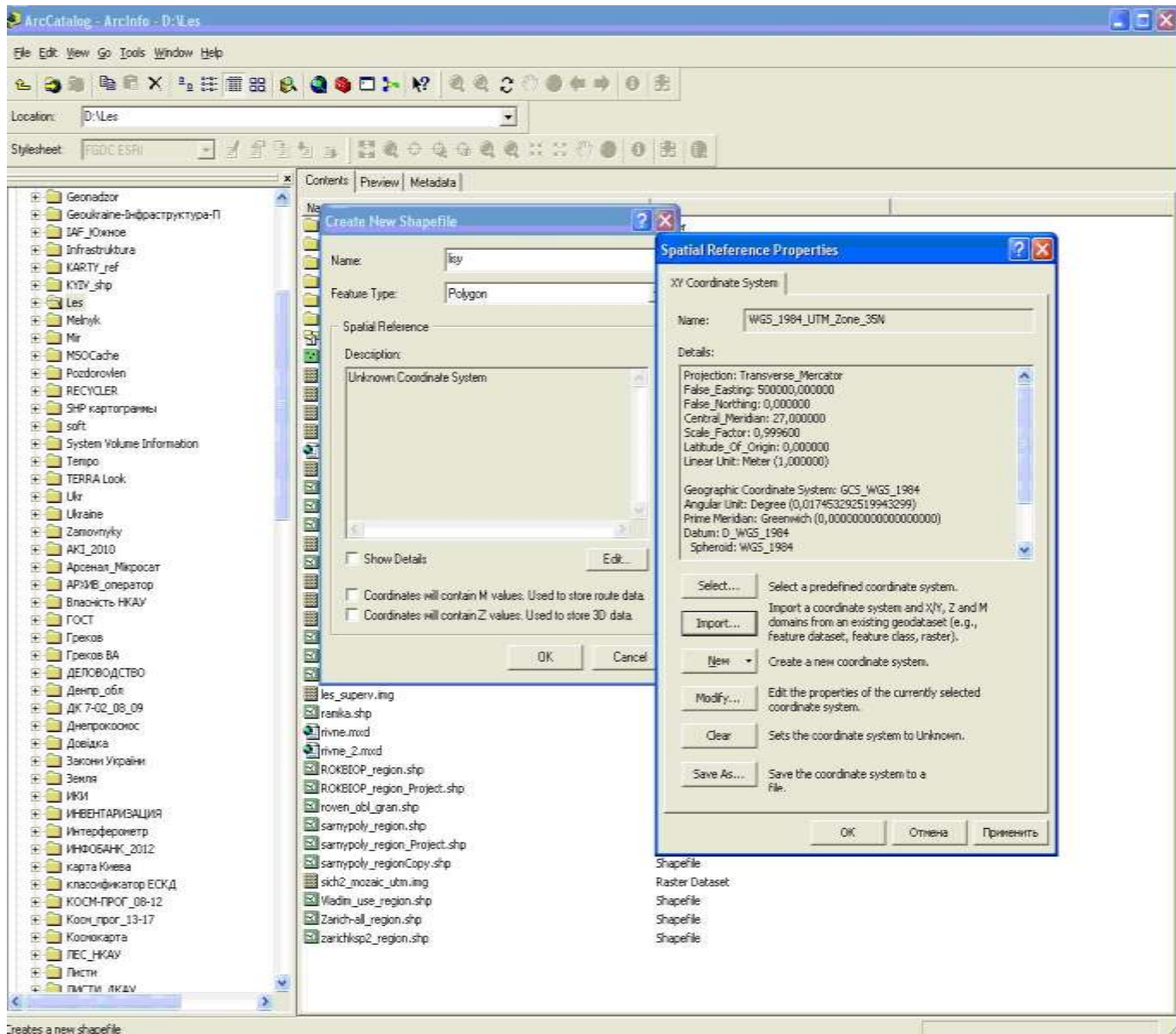


Рис. Д.15 – Створення векторного шару у середовищі ArcCatalog.

Паралельно з векторним врахуванням проводиться присвоєння атрибутивної інформації по кожному об'єкту (рис. Д.16). Наступним кроком у створенні тематичних шарів є коригування отриманих векторів засобами ArcInfo.

Необхідно, щоб кожен полігон повинен мати позначку з унікальним ідентифікатором, для того, щоб з ними, можливо, було зв'язати атрибутивні дані.

Змістом побудови цих зв'язків є визначення просторових зв'язків між об'єктами, встановлення сумісності полігонів та подання об'єктів (полігонів) у

вигляді інших об'єктів (наприклад, ліній). Процес встановлення цих взаємозв'язків допомагає виявити помилки, які можуть бути присутніми серед даних. Система ArcInfo має дві команди для автоматичного створення топологічних зв'язків: BUILD і CLEAN, з них BUILD обробляє дуги, точки і полігони, в той час як CLEAN - тільки дуги і полігони. У роботі використовувалася команда BUILD.

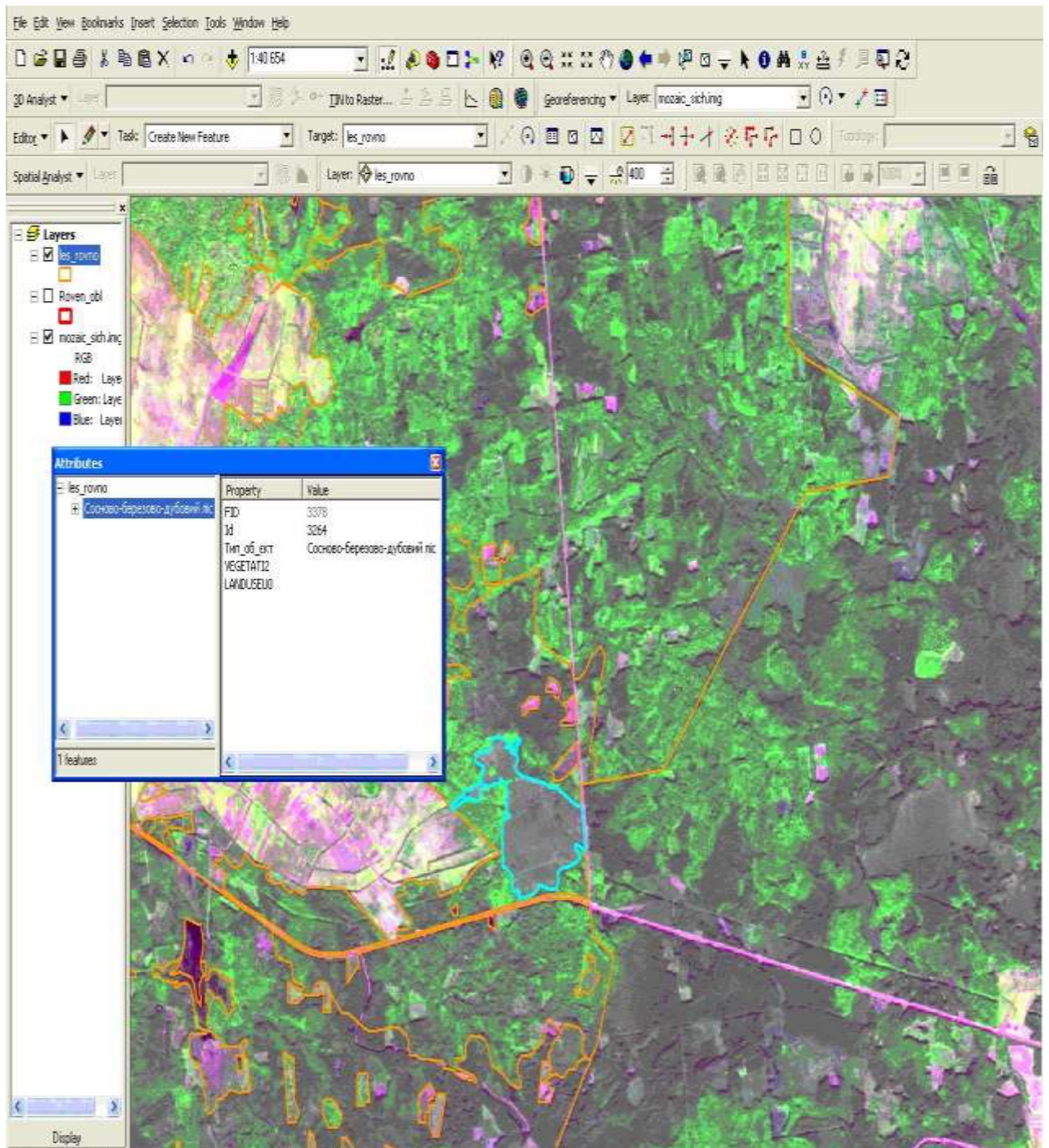


Рис. Д.16 – Приклад присвоєння значень в атрибутивній таблиці

Після побудови зв'язків необхідно виявити всі помилки. Виправлення помилок - це одна з важливих стадій у створенні карти. До тих пір поки не виправлені всі помилки будь-який аналіз будуть невірними. ArcInfo дає можливість швидко виявити можливі похибки, позначаючи їх спеціальними символами. При наявності топологічних зв'язків з'являється можливість виконувати різноманітні операції аналізу, зокрема, об'єднання суміжних полігонів з однаковими характеристиками і проводити накладення інших географічних об'єктів.

На рис. Д.17 представлений фрагмент векторного шару обстежуваної території.

У такий спосіб, в процесі виконання роботи було забезпечено впровадження сучасних інформаційних технологій (використання матеріалів дистанційного зондування Землі з супутників і застосування геоінформаційних технологій) в процес створення цифрових тематичних карт для планованої діяльності при управлінні екологічною безпекою територій.

Проведена процедура тематичного дешифрування і створення цифрових карт місцевості з використанням комічних знімків з супутників (наприклад, Sentinel 1-3 (4-5), Sich-2-1, Sich-2M, Sich-3-O, Sich-3-R, Black Dice, Aerosol-UA, EROS-B, SuperView-1, SuperView-2, SuperView-3, SuperView-4, TERRA AQUA, NPP-Suomi NOAA (5 KA), Landsat-8.

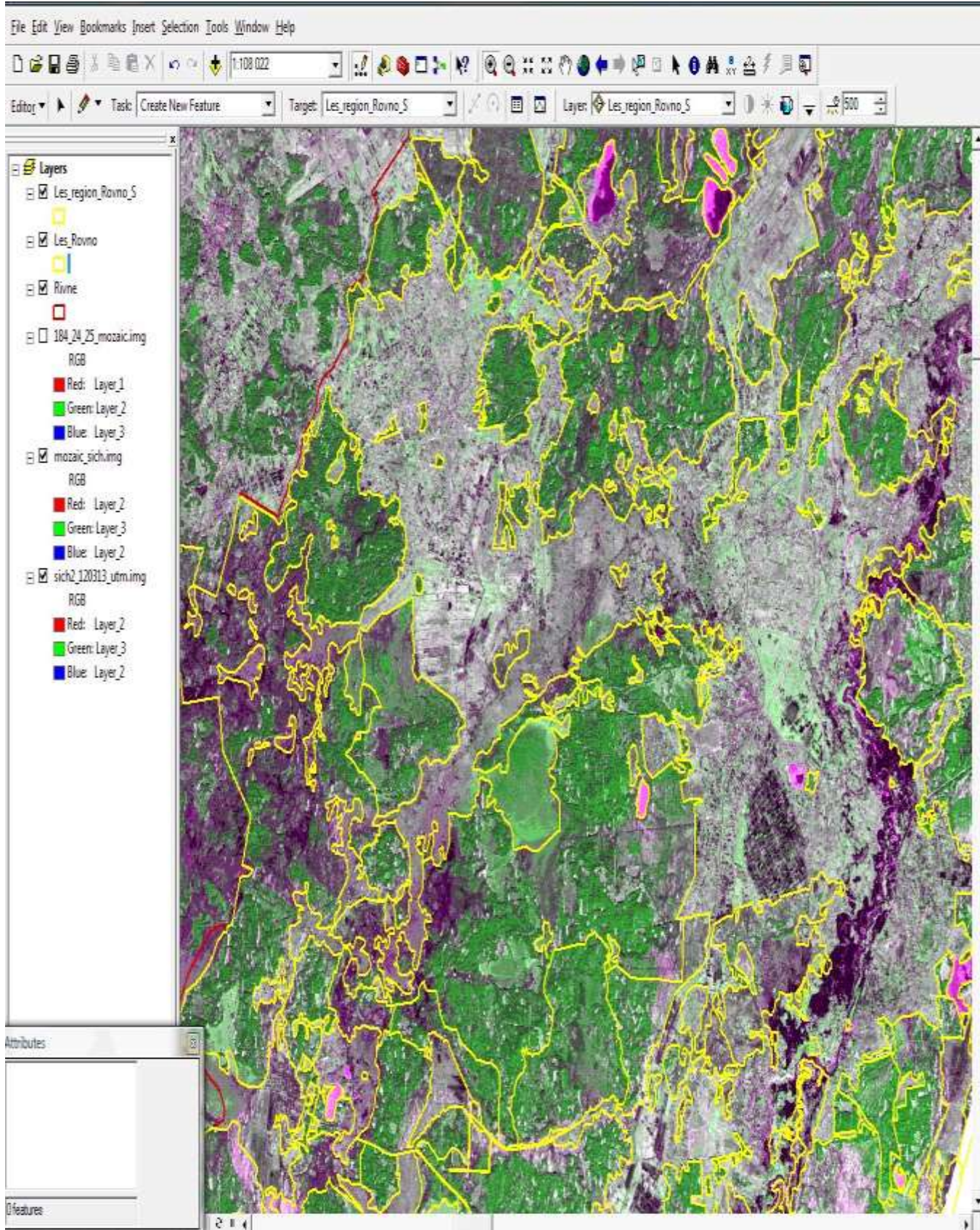


Рис. Д.17 – Фрагмент векторного шару території спостереження

Процедура передбачає: установку початкових параметрів кластеризації; проведення класифікації; отримання результуючого класифікованого знімка і таблиці з переліком тематичних класів; перекодування класів для подальшого аналізу отриманих результатів; редагування атрибутів; встановлення параметрів для перекодування; перевірку і аналіз отриманих класів; отримання варіантів результуючих зображень простору ознак, утворених на основі комбінації різних каналів; отримання синтезованого фрагмента космічного знімка після проведеної контрольованої класифікації (тематичне растрове зображення); отримання варіантів результуючих зображень простору ознак, утворених на основі комбінації різних каналів; встановлення зв'язків між еталонним і генералізованим зображеннями; отримання результуючого тематичного зображення; генералізація отриманого тематичного зображення; перекодування тематичного реєстрового шару); отримання відредагованого зображення.

При формуванні цифрової карти екологічного моніторингу регіонів доцільно використовувати процедуру створення векторного шару місцевості в середовищі ArcCatalog. Мозаїчне зображення будується за допомогою програмного засобу Erdas Imagine.