

*Демиденко О.О*

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ НА ОСНОВІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*В основу розробленої методики оцінення екологічних ризиків техногенно-небезпечних підприємств, було покладанні удосконалену систему екологічного управління для своєчасного врахування впливу промислових процесів та системи моніторингу і контролю за поточним станом і модель проведення екологічного аудиту підприємства на основі використання геоінформаційних систем.*

**Ключові слова:** екологічний аудит, система екологічного управління, техногенно-небезпечні підприємства, навколишнє природне середовище, територія.

**Актуальність теми.** На сьогоднішній день сучасні промислові підприємства є об'єктами підвищеної екологічної небезпеки як для людини, так і для довкілля.

Шкідливий вплив підприємств в першу чергу пов'язаний з їхнім виробничим процесом, можливим виникненням надзвичайних і аварійних ситуацій на ньому, а також викидом шкідливих речовин в навколишнє природне середовище (НПС).

Екологічну безпеку на підприємствах забезпечують за допомогою системи екологічного менеджменту (СЕМ), яка керує природоохоронною діяльністю та проводить контроль. При цьому на підприємствах треба проводити аналіз і керування еколого-економічними ризиками з метою запобігання виникнення та розвитку аварійних ситуацій [1].

Одним із основних критеріїв результативності СЕМ є оцінка екологічної ефективності (ЕЕ) підприємства, яка пов'язана з одного боку зухваленням управлінських рішень, а з іншого з визначенням методів вибору показників, збору та аналізу даних, оцінкою інформації щодо їх критеріїв для того, щоб періодично передивлятися та поліпшувати виробничий процес. Основними показниками під час оцінення ефективності СЕМ є показники ефективності управління, показники ефективності функціонування та показники стану НПС.

Для якісного оцінення ефективності СЕМ і процесів на виробництві, а також визначення міри впливу на НПС використовують зазвичай екологічний аудит. Екологічний аудит підприємства використовують як інструмент визначення ступеня впливу на стан довкілля і виробітку конкретних практичних рекомендацій для зниження ризиків екологічної безпеки [2].

Своєчасність цієї теми дослідження обумовлена насамперед тим, що останнім часом екологічний аудит, як зовнішній, так і внутрішній, поступово з інструменту контролю за дотриманням екологічних норм перетворюється на економічний інструмент стимулювання природоохоронної діяльності підприємства та підвищення рівня екологічної ефективності. Крім того, зараз в країнах Європейської співдружності однією з умов розвитку підприємств є дотримання екологічних норм, що підтверджується різними документами (ДСТУ ISO 19011:2012 «Настанові щодо здійснення аудитів систем управління», ДСТУ ISO 14001:2006 «Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосування», ДСТУ ISO 14004:2006 «Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення» та ISO 14015:2005 «Екологічне управління. Екологічне оцінювання ділянок та організацій», з врахуванням Рекомендацій Світового Банку та положень Протоколу екологічного аудиту Європейського Банку Реконструкції та Розвитку, а також інших нормативно-правових актів Україні. Таким чином, важливим чинником, що впливає на рівень ЕЕ промислового підприємства, є еколого-економічні ризики підприємства

---

та підготовленість підприємства до аварійних ситуацій. Крім того, в основі СЕМ закладено принцип превентивного підходу до вирішення проблем, який потребує розроблення та впровадження запобіжних заходів. У зв'язку з цим, необхідно своєчасно визначити та оцінити еколого-економічні ризики на підприємстві, а також вибрати відповідні кроки управління для зменшення впливу виробничого процесу та забезпечення екологічної безпеки [3].

Аналіз літератури показав, що на сьогоднішній день досить детально напрацьовано різні еколого-економічні механізми, принципи та методики екологічного аудиту, що підтверджується проведеними дослідженнями Шевчука В.Я., Саталкіна Ю. М., Навроцького В.М. Семенова В.Ф., Михайліка О. Л., Галушкиної Т. П., Карелова А. М., Беллера Р. А., Потравного І. М. та інших. Проте оперативне оброблення результатів, оцінення ступеня впливу та прийняття рішення системою екологічного управління на сьогоднішній день не розглянуто.

Одним із перспективних напрямків під час проведення екологічного аудиту є застосування методів на основі використання геоінформаційних систем дає змогу космічних знімків. Використання геоінформаційних систем дозволяє оперативно отримувати інформацію за запитом і відображувати її на мапооснові, оцінювати стан екосистеми та прогнозувати її розвиток.

Таким чином, виникає актуальне завдання, пов'язане з розробленням методики оцінення екологічних ризиків на техногенно небезпечних підприємствах в процесі проведення екологічного аудиту на основі використання космічних знімків.

**Метою статті** є розроблення та застосування методики оцінення екологічних ризиків техногенно небезпечних підприємств з використанням космічних знімків під час проведення екологічного аудиту.

**Результати дослідження.** Аналіз наявних нормативно-правових актів та методичних джерел показав основні етапи підготовки, виконана та оформлення звіту щодо проведення екологічного аудиту підприємств та промислових об'єктів. При цьому визначено, що виконавець екологічного аудиту має право самостійно визначати форми і методи проведення екологічного аудиту. Крім того, проведення екологічного аудиту на техногенно-небезпечних підприємствах має свої специфічні особливості, пов'язані з технологічним процесом. Внаслідок цього структуру управління техногенно небезпечного підприємства треба вважати закритою системою, яка впливає на екологічний стан довкілля на території підприємства.

На сучасному етапі для оцінення просторових характеристик природно-антропогенних процесів, наочності екологічних аспектів та їх багатofакторності активно застосовують геоінформаційні системи (ГІС). Це дає можливість збирати та аналізувати стан впливу об'єктів на навколишнє природного середовища. Однак ГІС в повному обсязі не використовують. Це пов'язано, в першу чергу, з особливостями проведення екологічного аудиту та невикористання ГІС як елементу системи екологічного управління підприємством. Тому в статті досліджується можливість створення системи екологічного управління підприємством на основі використання геоінформаційних систем, що дає можливість не лише розв'язувати аналітичні та прогнозні, статичні та динамічні задачі, а також вибирати форму видавання кінцевого результату (у картографічному вигляді), організацію діалогу з користувачем надаватимуть супровідними кількісними та якісними описами шарів.

Для удосконалення системи екологічного управління підприємством застосовують модель визначення екологічних ризиків на техногенно небезпечних підприємствах [4].

В основі моделі визначення екологічних ризиків на техногенно небезпечних підприємствах закладено принцип постійного моніторингу за технологічним промисловим циклом та своєчасне втручання в екологічне управління підприємством для зниження ризиків та впливу на навколишнє природного середовища. Структурну схему моделі представлено на рис.1.

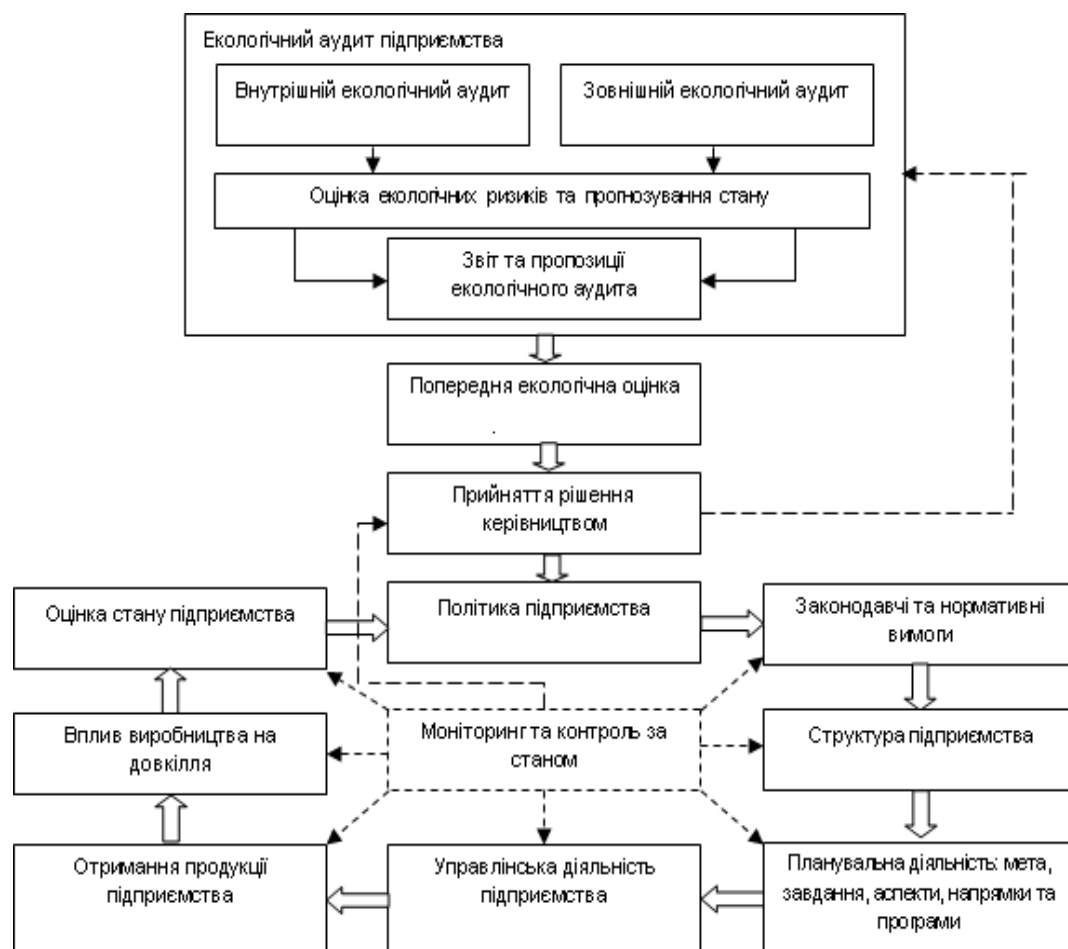


Рис. 1. Структурна схема моделі екологічного управління техногеннонебезпечних підприємств

Обов'язковою умовою для своєчасного втручання в систему екологічного управління є проведення екологічного оцінювання. Метою такого оцінювання є збирання необхідних даних та їх аналіз про стан навколишнього природного середовища для подальшої роботи системи загалом. При цьому отримані характеристики вважають «початковими» або «нульовими», з якими виконують порівняння з даними, отриманими в наступних часових періодах. Підприємство повинно проводити постійний моніторинг і контроль за вимірюванням основних параметрів тієї діяльності, яка може чинити значний вплив на навколишнє природне середовище та стан людини. Оцінення виконання екологічних вимог підприємством обчислюють за формулою

$$G = v_1 k_1 + v_2 k_2 + \dots + v_z k_z, \quad (1)$$

де  $z$  – кількість вимог;

$v_z$  – значимість вимог;

$k_z$  – ступень виконання вимог підприємства.

Процедура оцінення виконання екологічних вимог підприємством повинна охоплювати всі аспекти діяльності підприємства, починаючи з моменту надходження сировинних матеріалів і закінчуючи реалізацією готового продукту; всі, які так чи інакше можуть впливати на навколишнє природне середовище. Вони можуть стосуватися не тільки

традиційних технологій, але й порядку інформування та навчання персоналу, взаємозв'язків із зовнішніми зацікавленими сторонами. Загальний перелік конкретних процедур, які підлягають документуванню, підприємство встановлює самостійно.

Екологічні показники характеризують процес виробництва, зокрема основну і допоміжну діяльність. Вони характеризують функціонування системи екологічного менеджменту та діяльність керівництва щодо поліпшення роботи всієї системи. Крім того, вони відображають інформацію про місцеві, регіональні, глобальні екологічні умови або стан навколишнього природного середовища в поточний момент часу. При цьому сукупні ризики підприємства вважають сумою ризиків промислових процесів

$$R = \sum_{i=1}^n R_i, \quad (2)$$

де  $R_i$  – ризик  $i$ -го процесу;  
 $n$  – кількість процесів.

Під ризиком  $i$ -го процесу вважають суму ризиків, пов'язаних з екологічними аспектами (ЕА) даного процесу, які обчислюють за формулою

$$R = \sum_{j=1}^{L_i} r_{ij}, \quad (3)$$

де  $r_{ij}$  – ризик  $j$ -го екологічного аспекту  $i$ -го процесу,  $j = \overline{1, L_i}$ ;  
 $L_i$  – кількість екологічних аспектів  $i$ -го процесу.

При цьому ризик екологічного аспекту обчислюється за формулою

$$r_{ij} = p_{ij} \times u_{ij}, \quad (4)$$

де  $p_{ij}$  – оцінка ймовірності перевищення нормативного показника для  $j$ -го екологічного аспекту  $i$ -го процесу;  $u_{ij}$  – оцінка збитку від перевищення нормативного показника впливу  $j$ -го екологічного аспекту  $i$ -го процесу.

В разі одночасного впливу на навколишнє природне середовище декількох забруднювальних речовин, необхідно враховувати можливість прояву синергетичного ефекту. В цьому випадку ймовірність перевищення нормативного показника для двох спільних екологічних аспектів можна обчислювати за формулою

$$P_{ij} = P_{i1} + P_{i2} - P_{i1} \times P_{i2}. \quad (5)$$

Оцінку збитку від перевищення обчислюють як суму збитку навколишньому природному середовищу. Загальний очікуваний збиток EU визначають за формулою:

$$EU = \sum_{j=1}^v EU_j, \quad (6)$$

де  $EU$  – математичне очікування загального еколого-економічного збитку;

$EU_j$  – математичне очікування екологічного збитку за ризиком  $j$ -го екологічного аспекту.

Оцінку сукупності ризику обчислюють відповідно до формул (2) – (6) та критеріїв стандарту ДСТУ ISO 14001, і її треба проводити періодично стосовно всієї системи екологічного менеджменту.

Всі процедури, їх результати, дані моніторингу тощо треба документувати. Запропонована модель діяльності в області екологічного управління техногенно небезпечних

---

промислових підприємств може запобігати впливу на навколишнє природне середовище на основі постійного моніторингу та контролю за станом навколишнього природного середовища. Основні економічні вигоди запобігання впливу на навколишнє природне середовище та екологічного менеджменту визначають різними потенційними перевагами та додатковими можливостями, пов'язаними з подібною діяльністю.

Наступним кроком є розроблення моделі проведення екологічного аудиту на підприємстві з використанням сучасних технічних і інформаційних систем для контролю навколишнього природного середовища та визначення її змін параметрів на основі проведення моніторингу.

Особливістю запропонованої моделі є проведення екологічного моніторингу з використанням геоінформаційних систем, які дають змогу надавати: графічні матеріали забрудненості території, рівні забрудненості водних ресурсів у різні пори року, якість атмосфери та визначення кількості викидів у повітря, карти ґрунтів, міграції хімічних елементів, дренажні системи та відкриті канали, топографічні карти місцевостей та тощо. В наявну виробничу систему запропоновано впровадити певні давачі контролю параметрів для постійного моніторингу промислового підприємства. У разі критичної зміни результатів параметрів керівництво приймає рішення про проведення екологічного аудиту для визначення елементів виробництва, які впливають на екосистему регіону. Так на початковому етапі необхідно сформулювати вимоги до системи виробництва, а також до критеріїв ефективності.

Результатами екоаудиту є кількісна та якісна оцінка ефективності систем екологічного управління підприємством. Кількісну оцінку ефективності систем екологічного управління проводять на основі системи різних критеріїв і показників. У завдання екологічного аудиту може входити не тільки аналіз представленої підприємством динаміки зміни показників, але і обґрунтування використання додаткових критеріїв та показників, які дають змогу повно оцінювати ефективність всієї діяльності підприємства. Запропонований підхід до проведення екологічного аудиту відрізняється методично та принципами, які регламентують оцінку тих чи інших екологічних аспектів діяльності підприємства, висновками та рекомендаціями.

Результати проведення екологічного аудиту повинні бути зведені в єдину базу даних, що дасть змогу відстежити та спрогнозувати поточну ситуацію, а також надасть можливість представити чіткі висновки та рекомендації впливу підприємства на відносно гармонійне функціонування територій, як складової частини, вищою за ієрархією регіону.

Для підвищення якості проведення екологічного аудиту в статті розроблена методика оцінення екологічних ризиків техногенно небезпечних підприємств з використанням геоінформаційних систем під час проведення екологічного аудиту, яка складається з таких кроків:

1. Побудови екологічної системи управління підприємства на основі розробленої моделі. При цьому вирішується завдання щодо екологічно-економічної оцінки.

1.1. Ідентифікація та оцінка значимості ЕА.

Відповідно до вимог ДСТУ ISO 14001 щодо ідентифікації та визначення найважливіших ЕА, перед підприємством виникає завдання оцінки ступінь значимості ЕА і побудувати рейтинг ЕА.

1.2. Розглядається багатокритеріальна задача оцінення ступенів значимості екологічного аспекту за допомогою методу NAIADE, який охоплює такі процедури.

1.2.1. Визначення для кожного критерію екологічного аспекту:

– порогового параметру (фіксованих значень, які визначають вимоги, □ за якому один екологічний аспект перевершує інший);

– типи змінних (чіткий кількісний, нечіткий кількісний, лінгвістичний); □

– цілі (максимізація – великі значення критерію краще □ менших, мінімізація – менші значення краще великих).

1.2.2. Обчислення семантичної відстані (різниці між значеннями альтернатив).

1.2.3. Розрахунок індексів інтенсивності переваг (ступеня переваги одного ЕА над іншим щодо кожного критерію).

1.2.4. Розрахунок сукупних відносин переваги.

1.2.5. Обчислення ентропії.

1.2.6. Обчислення позитивного та негативного потоків (визначення підсумкового ранжирування екологічного аспекту).

1.3. Оцінення ризиків найбільш значущих екологічних аспектів.

Після оцінення ступеня значимості екологічного аспекту стає зрозуміло, які аспекти потребують подальшого аналізу з точки зору уточнення ймовірності їх реалізації та розміру збитку.

Для аналізу значущих екологічних аспектів запропоновано провести опитування фахівців підприємства. Виявляються причини та джерела виникнення перевищення нормативних значень аспектів, а також наслідки або несприятливі події, до яких вони можуть призвести.

1.3.1. Оцінення ймовірності перевищення нормативних значень Екологічного аспекту за допомогою логіко-імовірнісного методу.

На основі даних, отриманих в результаті скорингу, будують сценарії, що відображають причинно-наслідкові зв'язки між перевищеннями нормативного показника ЕА, джерелами та ініціювальними подіями.

Оцінення ймовірності перевищення нормативного екологічного аспекту обчислюють за допомогою логікоімовірнісного методу, який охоплює такі етапи:

– побудову функції алгебри логіки з використанням операцій  $\square$  кон'юнкції і диз'юнкції на основі сценаріїв перевищення впливів екологічних аспектів;

– побудову ймовірнісної функції на основі функції алгебри  $\square$  логіки;

– обчислення ймовірності  $p_{ij}$  перевищення нормативного показника  $\square$  впливу на НПС за допомогою імовірнісної функції.

1.3.2. Оцінення ймовірності перевищення нормативних значень екологічних аспектів на основі байесівської ієрархічної моделі.

1.3.3. Оцінення збитків від перевищення впливу екологічних аспектів на НПС.

Оцінення збитків від перевищення обчислюють як сума збитку навколишнього природного середовища.

Залежно від виду екологічних аспектів запропоновано кілька варіантів оцінення впливу на НПС. Перевищення нормативних показників може бути пов'язано з забрудненістю атмосфери, водних ресурсів, ґрунту, біологічних (зокрема лісових масивів) ресурсів.

1.4. Оцінення сукупного ризику підприємства.

2. Застосування моделі проведення екологічного аудиту на підприємстві з використанням геоінформаційних систем для контролю навколишнього природного середовища та визначення її змін параметрів на основі проведення моніторингу.

3. Оцінення результатів екологічного аудиту.

4. Оформлення звіту.

Реалізація представленої методики дасть змогу в процесі виконання екологічного аудиту отримати якісні результати впливу фізико-хімічного складу викидів на навколишнє природне середовище та територію. При цьому, параметри, сформовані в ГІС, мають можливість прогнозування стану в просторово-часовій області.

**Висновки.** 1. Розроблено методику оцінення екологічних ризиків техногенно небезпечних підприємств, яка ґрунтується на удосконаленні системи екологічного управління для своєчасного врахування впливу промислових процесів та системи моніторингу й контролю за поточним станом на основі використання геоінформаційних систем.

2. Розроблено модель визначення екологічних ризиків на підприємстві на основі постійного оцінювання результатів моніторингу та контролю отриманих даних, яка дає змогу оцінити ризики та прогнозувати екологічний стан території підприємства.

---

3. Розроблено модель проведення екологічного аудиту підприємства на основі використання геоінформаційних систем, що дає змогу оцінити стан навколишнього природного середовища.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Веклич О.О. Економічний механізм екологічного регулювання в Україні. – К: Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів, 2003. – 88 с.
2. Клименко М. О., Скрипчук П. М. Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології: Підручник.–К.: Вид. центр «Академія», 2006. – 368 с.
3. Модель комплексной оценки деятельности предприятия относительно требованиям стандартов ISO 9001:2000, ISO 14001:1996 и OHSА 18001:1999 / О.О. Демиденко, А.С. Зенкін // Материали 7 Международного научно-технического семинара «Современные проблемы подготовки производства, заготовительного производства, обработки и ремонта в промышленности и на транспорте». – Свалява-Киев: АТМ, 2007. – С. 264.
4. Розробка моделі екологічного аудиту підприємства на основі використання геоінформаційних систем / В.І. Богом'я, О.О. Коваль // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС. – 2015. – Вип. 1 (42). – С. 105-109.

**Demidenko O.**

#### **METHODS OF ENVIRONMENTAL AUDIT ON THE BASIS INFORMATION SYSTEMS**

The thesis is devoted to the most pressing scientific and practical tasks development methodology for assessing environmental risks to man-caused dangerous enterprises in the process of conducting environmental audits based

**Keywords:** environmental audit, environmental management, technological-dangerous enterprise, environment, territory.

**Демиденко О.А.**

#### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ НА ОСНОВІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

*В основу разработанной методики оценки экологических рисков техногенно-опасных предприятий были положены следующие научные положения: усовершенствованна система экологического управления для своевременного учета влияния промышленных процессов с помощью системы мониторинга и контроля за текущим состоянием, а также усовершенствована модель проведения экологического аудита на предприятии на основе использования геоинформационных систем*

**Ключевые слова:** экологический аудит, система экологического управления, техногенно-опасные предприятия, окружающая среда, территория.