

К.М. Томашпольський, асп., Т.А. Сафранов, д. г.-м.н., проф.
Одеський державний екологічний університет

КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РІВНЕМ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Одним із основних елементів процедури екологічного аудиту територій є класифікація її складових за рівнем природно-техногенної небезпеки. У статті наводяться результати класифікації адміністративних районів Одеської області за рівнем природно-техногенної небезпеки методами кластерного аналізу та бальної оцінки.

Ключові слова: класифікація, природно-техногенна небезпека, екологічний аудит територій.

Вступ. Як показує аналіз світового досвіду, процедура екологічного аудиту є важливим інструментом управління в галузі охорони навколишнього природного середовища (НПС), раціонального природокористування та забезпечення екологічної безпеки. Підвищення ефективності природоохоронної діяльності на окремої території за рахунок впровадження уніфікованих правил і методів екологічного аудиту, що забезпечують незалежний, всебічний контроль й аналіз впливів від реалізації проектів і господарської діяльності на стан довкілля приведе до зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище, результатом чого стануть: 1) скорочення забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів; 2) поліпшення якості питної води; 3) скорочення споживання природних ресурсів і накопичення відходів; 4) поліпшення середовища існування людини; 5) оптимізація витрат на природоохоронну діяльність тощо.

Згідно визначенню екологічний аудит територій спрямований на оцінку природно-ресурсного потенціалу конкретних районів, виявлення негативних природних і природно-техногенних процесів, встановлення видів й оцінку рівнів техногенного впливу на навколишнє середовище. Результатом роботи є незалежний експертний висновок, підкріплений необхідним довідковими матеріалами.

Однією з основних складових процедури екологічного аудиту територій є класифікація її складових за рівнем природно-техногенної небезпеки. В якості вихідного матеріалу для таких досліджень використовуються статистичні дані щодо забруднення довкілля, раціонального використання природних ресурсів та застосування очисних засобів та споруд, економічних показників природокористування, небезпечних геологічних явищ (підтоплення, зсуви, ерозія ґрунтів і т. д.) тощо. Найчастіше класифікація проводиться у розрізі адміністративних утворень, що зумовлено особливостями подання необхідної інформації, зокрема екологічного характеру. Для обробки та аналізу статистичних даних з метою класифікації території широко використовуються метод бальної оцінки, різні види кластерного та факторного аналізу.

Матеріали і методи досліджень. В якості вихідних даних для класифікації адміністративних районів Одеської області за екологічним станом територій використовувались наступні екологічні аспекти та характеристики [1, 2]:

- середній показник викидів забруднювальних речовин (ЗР) в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, т/км² (за 2000-2004 рр.);

- середній показник викидів ЗР в атмосферне повітря від автотранспорту, т/км² (за 2000-2004 рр.);
- частка не уловлених та не знешкоджених ЗР у загальному обсязі утворення стаціонарними джерелами забруднення, %;
- частка не утилізованих ЗР у загальному обсязі уловлених та знешкоджених, %;
- частка забруднених зворотних вод у загальному обсязі скидання, %;
- частка води у загальному обсязі використання на виробничі потреби, яка не використовувалась як оборотна, %;
- невикористані та не знешкоджені промислові токсичні відходи у відношенні до тих, що фактично утворилися за 2004 р., %;
- наявність у сховищах організованого складування та на території підприємств промислових токсичних відходів 1 та 2 класів безпеки, % до загальної наявності;
- еродованість (змитість) ґрунтів, % від площі розораних земель;
- ураження небезпечними екзогенними геологічними явищами, % території (станом на 2003 р.): а) зсуви, б) карст; в) підтоплення;
- несплачені збори за забруднення НПС у % до пред'явлених (за 2003 р.).

Класифікація районів Одеської області за рівнем природно-техногенної безпеки виконується з метою формування груп адміністративних одиниць Одеської області з подібними екологічними проблемами для визначення основної мети та завдань екоаудиту території району на стадії планування, тобто диференціація районів. Таке завдання було виконане нами із застосуванням методу кластерного аналізу. Схожі роботи проводилися і раніше [3], але із застосуванням значно меншої кількості характеристик техногенного навантаження. Крім того, нами були прийняті до розгляду також економічні показники та ряд ознак безпечності стану територій (еродованість, зсуви, поширення карстових порід, підтоплення).

Другою метою здійснюваної класифікації є визначення адміністративних утворень, які характеризуються найбільш напруженою екологічною ситуацією, тобто для ранжирування районів. Для зазначеного дослідження зручно використовувати методичку бальної оцінки, детально описану нижче. Проведення екологічного аудиту території районів з високим рівнем природно-техногенної безпеки є пріоритетним та першочерговим напрямком управління у галузі охорони довкілля, раціонального природокористування та забезпечення екологічної безпеки. Подальше прийняття ефективних управлінських рішень на основі висновків екологічного аудиту сприятиме „вирівнюванню” нерівномірно розподіленої природно-техногенної напруги для провадження єдиної стратегії та тактики сталого розвитку області.

Методика бальної оцінки часто використовується для спрощеної класифікації об'єктів по ряду характеристик. Основні етапи відносяться до всіх видів бальної оцінки: 1) визначення завдань дослідження; 2) виявлення оціночних показників; 3) розробка оціночних шкал для окремих показників; 4) одержання оцінок за окремими показниками; 5) одержання загальних інтегральних оцінок; 6) аналіз оцінок.

Основний момент на першому етапі дослідження - це визначення суб'єкта й об'єкта оцінки: що й для чого або для кого буде оцінюватися. На другому етапі при виявленні показників простежуються наступні тенденції: прагнення до їхнього мінімального числа шляхом виділення ведучих, перевага кількісних показників, заміна елементарних показників комплексними. Третій етап бальної оцінки - розробка оцінних шкал для окремих показників. Нами використана інтервальна шкала. При цьому для кожного первинного показника у межах територіальної одиниці визначають максимальне і мінімальне значення. Різниця цих значень представляє інтервал розподілу для кожної із градацій, що оцінюють відповідним балом.

Наступний етап оцінювання - об'єднання окремих оцінок в інтегральну. У загальному виді інтегральну оцінку (y) можна представити деякою функцією окремих оцінок (x), тобто

$$y = f(k_1x_1, k_2x_2, \dots, k_nx_n), \quad (1)$$

де k - коефіцієнти значимості приватних оцінок; n - число окремих оцінок.

При цьому можливі всілякі функції f . Найчастіше застосовується підсумовування часних оцінок. Проблема синтезування оцінок полягає в обґрунтуванні їх коефіцієнтів значимості. Ці коефіцієнти дуже широко застосовуються в оцінках, у яких використовуються арифметичні дії. Досить часто коефіцієнти значимості визначаються інтуїтивно або експертним шляхом.

Але, що стосується рівня природно-техногенної небезпеки, важко визначити, що небезпечніше, наприклад, великі об'єми викидів забруднювальних речовин в повітря або скидів в водні об'єкти. Більш коректно на наш погляд враховувати сумісний ефект від дії таких факторів. Тому пропонуємо для визначення рівня природно-техногенної небезпеки використовувати таку характеристику як норма вектору.

Припустимо, що екологічна ситуація в i -му районі описується наступним вектором:

$$\overline{X}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}), \quad (2)$$

де $k = 13$,

x – показник k -го екологічного аспекту чи характеристики для i -го району.

Тоді норма вектору:

$$|\overline{X}_i| = \sqrt{x_{i1}^2 + x_{i2}^2 + \dots + x_{ik}^2} \quad (3)$$

Для пояснення переваг запропонованого підходу приведемо наступний приклад. Припустимо, що екологічна ситуація в деяких районах №1 і №2 описується тільки двома характеристиками: обсягом викидів ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел та обсягом скидів забруднених зворотних вод в поверхневі водні об'єкти, які за інтервальною шкалою одержали для району №1 – по 3 бали, для району №2 1 і 5 балів відповідно. Відповідно інтегральна оцінка після сумації балів становитиме по 6 балів для кожного району, тобто рівень природно-техногенної небезпеки однаковий. Однак зрозуміло, що більш небезпечна ситуація в районі №2, оскільки відносно невеликий обсяг викидів ЗР в атмосферне повітря не нівелює значні обсяги скидів забруднених зворотних вод, що створюють небезпеку для стану навколишнього середовища. Величина ж норми вектору становитиме 4,242 для району №1 та для 5,099 для району №2, тобто запропонований підхід враховує вищенаведену ситуацію.

Аналіз результатів досліджень та їх аналіз. Аналіз результатів обробки вихідних даних у розрізі адміністративних районів Одеської області програмними засобами пакету *Statistica v 5.5* (модуль „Кластерний аналіз”, метод K -середніх) дозволив по-перше за схожістю екологічної ситуації диференціювати досліджувані територіальні одиниці на 5 груп-кластерів.

Кластер №1 - Великомихайлівський, Іванівський, Любашівський, Тарутинський райони.

Кластер №2 - Кілійський, Ренійський райони.

Кластер №3 - Арцизький, Білгород-Дністровський, Болградський, Ізмаїльський, Красноокнянський, Миколаївський, Савранський, Саратський, Татарбунарський райони.

Кластер №4 - Березівський, Біляївський, Комінтернівський, Овідіопольський, Роздільнянський райони.

Кластер №5 - Ананіївський, Балтський, Кодимський, Котовський, Фрунзівський, Ширяєвський райони.

Аналіз результатів обробки вихідних даних дозволив виявити небезпечні аспекти та характеристики для екологічного стану кожної групи районів.

Під *показником небезпечності* (ПНБ) для екологічного стану району або групи районів пропонуємо розуміти такий вид екологічного аспекту чи характеристики, для якого відношення відхилення від середнього значення характеристики по всій виборці до стандартного відхилення, тобто стандартизоване значення більше 1:

$$\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} > 1 \text{ - для } i\text{-го району,} \quad (4)$$

де - значення ПНБ i -го району; \bar{X} - середнє значення ПНБ по виборці;
 σ - стандартне відхилення ПНБ по виборці.

$$\frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \right)}{N} > 1 \text{ - для групи районів,} \quad (5)$$

де N - кількість районів в групі.

Для інтерпретації вищенаведених виразів наведемо наступний приклад: для Ананіївського району показник викидів ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел в середньому за 2000 - 2004 рр. становив 1,3698 т/км². Середнє значення даного показника по районам Одеської області - 0,2766 т/км², стандартне відхилення по виборці - 0,3927 т/км², тобто $(1,3698 - 0,2766) / 0,3927 = 2,784 (> 1)$. Отже, обсяг вищенаведених викидів для Ананіївського району перевищує середнє значення показника на величину, яка в 2,784 рази більшу стандартного відхилення по виборці, а тому пропонується вважати викиди ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел небезпечним аспектом для екологічного стану Ананіївського району.

Кластер №1 - Великомихайлівський, Іванівський, Любашівський, Тарутинський райони - небезпечні екологічні аспекти - несплачені екологічні збори за забруднення НПС.

Кластер №2 - Кілійський, Ренійський райони - небезпечні екологічні аспекти - викиди ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення, скидання забруднених зворотних вод у природні поверхневі водні об'єкти.

Кластер №3 - Арцизький, Білгород-Дністровський, Болградський, Ізмаїльський, Красноокнянський, Миколаївський, Савранський, Саратський, Татарбунарський райони - небезпечних екологічних аспектів та характеристик не виявлено.

Кластер №4 - Березівський, Біляївський, Комінтернівський, Овідіопольський, Роздільнянський райони - небезпечні екологічні аспекти викиди ЗР в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення, небезпечні екологічні характеристики - широке розповсюдження карстових порід.

Кластер №5 - Ананіївський, Балтський, Кодимський, Котовський, Фрунзівський, Ширяєвський райони - небезпечні екологічні характеристики - високий показник еродованості (розмитості) розораних ґрунтів.

На основі осереднених стандартизованих показників для визначених груп-кластерів методом бальної оцінки ми визначили пріоритетність розробки та застосування превентивних або регулюючих заходів щодо окремого виду екологічного аспекту чи характеристики стосовно кожної групи районів (табл.).

Таблиця - Пріоритетність розробки та застосування превентивних або регулюючих заходів щодо екологічних аспектів та характеристик

| Екологічні аспекти та характеристики | | Класстер | | | | |
|---|--|----------|----|----|----|----|
| | | №1 | №2 | №3 | №4 | №5 |
| Забруднення атмосферного повітря | Середній показник викидів ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, т/км ² за 2000-2004 рр. | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| | Середній показник викидів ЗР в атмосферне повітря від автотранспорту, т/км ² за 2000-2004 рр. | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| | Частка не уловлених та не знешкоджених ЗР у загальному обсязі утворення стаціонарними джерелами забруднення, % | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Частка не утилізованих ЗР у загальному обсязі уловлених та знешкоджених, % | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| Несплачені збори за забруднення НПС за 2003 р., у % до пред'явлених | | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Промислові токсичні відходи | Невикористані та не знешкоджені у відношенні до тих, що фактично утворилися за 2004 р., % | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| | Наявність у сховищах організованого складування та на території підприємств промислових відходів 1 та 2 класів небезпеки, % до загальної наявності | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Забруднення природних поверхневих вод | Частка забруднених зворотних вод у загальному обсязі скидання, % | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 |
| | Частка води у загальному обсязі використання на виробничі потреби, яка не використовувалась як оборотна, % | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Еродованість (змитість) ґрунтів, % від площі розораних земель | | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Ураження небезпечними екзогенними геологічними явищами, % території станом на 2003 р. | Зсуви | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| | Карст | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| | Підтоплення | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 |

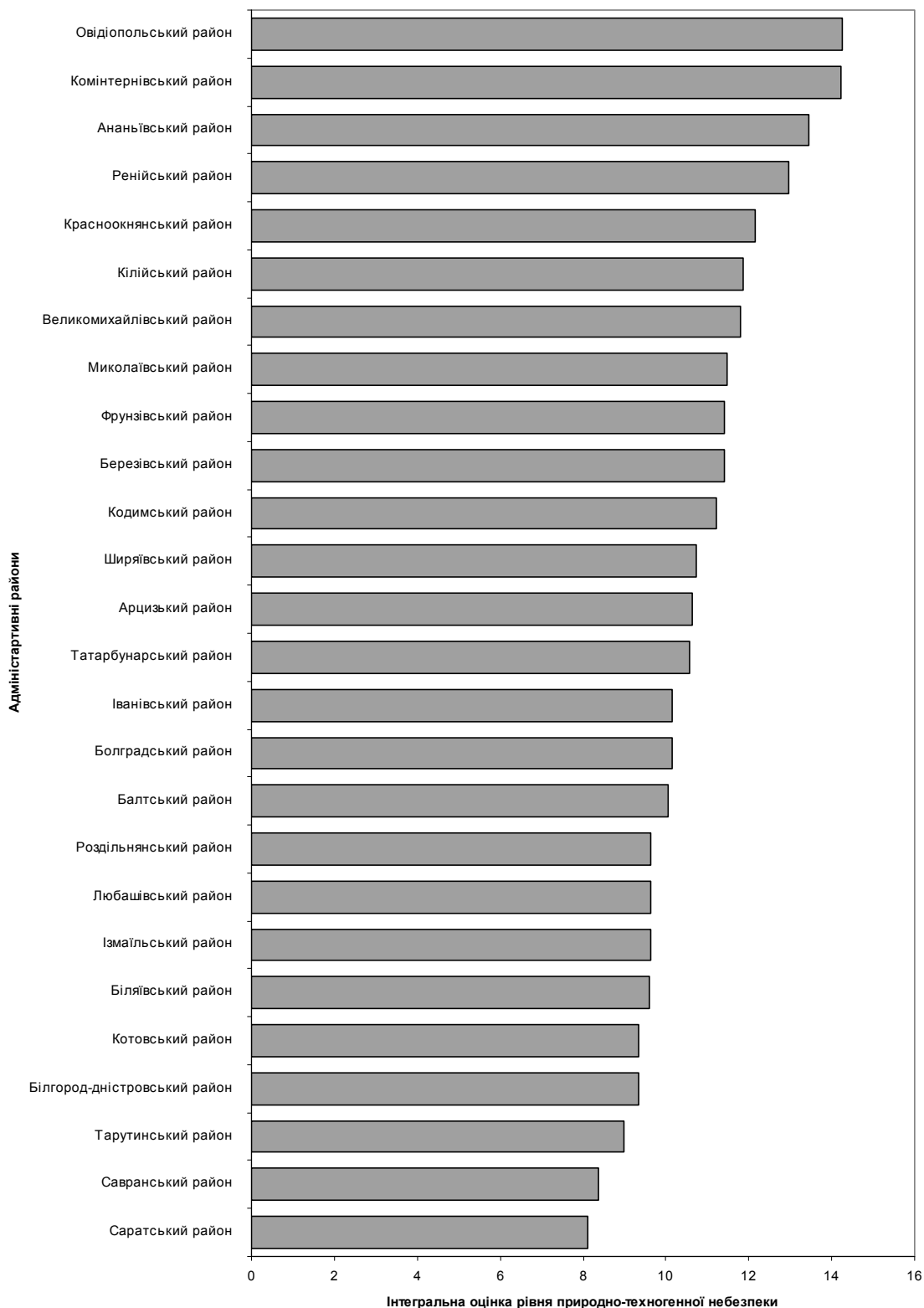


Рис. – Класифікація районів Одеської області за рівнем природно-техногенної небезпеки

Прийняття вище визначених заходів щодо ситуацій 1 та 2 рівнів пріоритетності – питання, вирішення якого може бути пролонговане на строк, необхідний для подолання проблем, пов'язаних з нижче приведеними позиціями. Хоча, в даному випадку, як і в

розглянутих нижче, потрібне проведення досліджень в межах здійснення процедур екологічного аудиту для порівняння існуючих впливів або станів з нормами чинного законодавства. Випадок, коли мова йде про 3 рівень пріоритетності, є першим сигналом до прийняття першочергових заходів щодо існуючої ситуації. При 4, а особливо 5 рівні пріоритетності мова йде, на наш погляд, про небезпечний для екологічного стану групи районів аспект або характеристику. В даному випадку необхідним є включення даного питання в процедури екологічного аудиту на правах ключового та якомога швидше прийняття заходів щодо подолання існуючої проблеми.

Методика бальної оцінки та запропонований вище підхід щодо отримання інтегральних оцінок дозволили на основі вихідних даних класифікувати адміністративні райони Одеської області за рівнем природно-техногенної небезпеки (рис.).

Висновки. Таким чином, методика кластерного аналізу та бальної оцінки дозволяють на основі вихідних даних обґрунтовано класифікувати райони Одеської області за рівнем природно-техногенної небезпеки. Результати виконаної класифікації дозволять чітко визначати мету та завдання екологічного аудиту для різних адміністративних утворень, а також виявити території з високим рівнем природно-техногенної небезпеки, для яких проведення екологічного аудиту є пріоритетним та першочерговим напрямком управління у галузі охорони довкілля, раціонального природокористування та забезпечення екологічної безпеки.

Список літератури

1. *Довкілля Одещини*. Статистичний збірник /Головне управління статистики в Одеській області. – Одеса, 2004. – 129 с.
2. *Одеса 2004*. Статистичний збірник /Головне управління статистики в Одеській області. – Одеса, 2005.
3. *Волков А.І.* Комплексна методика диференціювання територій за рівнем техногенного навантаження. – Захист довкілля від антропогенного навантаження. – Харків-Кременчук, 2004. – Вип. 9 (11).
4. *Рекреационные системы* / Под ред. Н.С. Мироненко, М. Бочварова. – М.: Издательство МГУ, 1986.

Классификация территории Одесской области по уровню природно-техногенной опасности. Томашпольский К.Н., Сафранов Т.А.

Одним из основных элементов процедуры экологического аудита территорий является классификация её составляющих по уровню природно-техногенной опасности. В статье приводятся результаты классификации административных районов Одесской области по уровню природно-техногенной опасности методами кластерного анализа и бальной оценки.

Ключевые слова: классификация, природно-техногенная безопасность, экологический аудит территорий.

Classification of Odessa region territories by a level of natural-anthropogenic risk.

Tomashpolsky K.N., Safranov T.A.

One of the main workings of environmental auditing of the territory procedure is its components classification by a level of natural-anthropogenic risk. In this article the results of Odessa region classification by a level of natural-anthropogenic risk with methods of cluster analysis and numerical score are produced.

Key words: classification, natural-anthropogenic risk, environmental auditing of the territories.