

**Poberezhna L.Ya. Clustering of Technologically Loaded Areas in Terms of Potential Hazards for the People**

The ecological condition of territories is largely caused by the level of anthropogenic impact on natural systems. One of the objectives of environmental policy at a regional level is zoning areas, based on certain parameters that characterize the state of the environmental situation in the region. The study of soil salinity in the city Kalush is conducted. Some characteristic parameters are selected. The principles are proposed for clustering areas in the districts of liquidated mining and chemical companies of Carpathians, which can increase the environmental safety of these areas. The most suitable and the most dangerous areas of the Kalush city for residential development are specified.

**Keywords:** clustering and zoning areas, sources of danger, chemical mining companies, environmental safety.

УДК 504.05

**РАНЖУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МІСТА КАЛУША ЗА РІВНЕМ ПОТЕНЦІЙНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ**

*Л.Я. Побережна<sup>1</sup>*

До найбільш збиткових екзогенних процесів, з якими пов'язані ризики освоєння територій та функціонування природно-технічних систем у межах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття, належать механічна суфозія, сульфатний карст, зсуви, підтоплення ґрунтів, набухання ґрунтів, просідання ґрунтів, засолення ґрунтів. Проведено ранжування кластерів за часткою забудованості, густиною заселення та наявністю об'єктів підвищеної небезпеки. Вибрано характеристичні показники та проведено ризик-аналіз досліджуваних територій. Здійснено ранжування території Калуша за рівнем потенційних ризиків для населення.

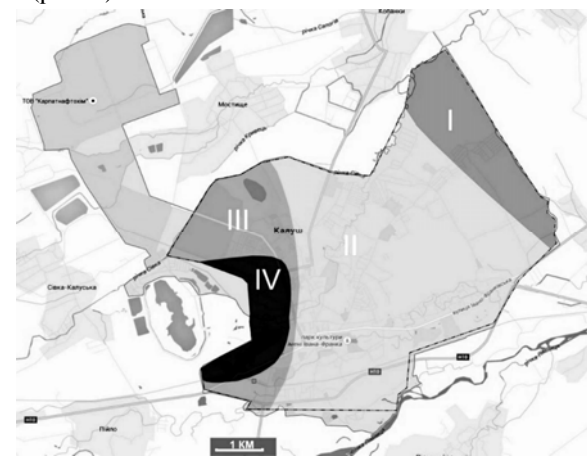
**Ключові слова:** ранжування територій, кластеризація територій, гірничо-хімічні підприємства, екологічна безпека.

**Вступ.** До найбільш збиткових екзогенних процесів, з якими пов'язані ризики освоєння територій та функціонування природно-технічних систем у межах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття, належать механічна суфозія, сульфатний карст, зсуви, підтоплення ґрунтів, набухання ґрунтів, просідання ґрунтів, засолення ґрунтів. Основні вогнища розвитку суфозійних процесів розташовані на шахтних полях та хвостосховищах, а також у районі Домбровського кар'єру. Кількісна оцінка природних, техногенних, екологічних ризиків створює сприятливе та необхідне підґрунтя для класифікації всіх господарських об'єктів і ранжування територій країни за ступенем небезпеки [1].

**Мета дослідження** – вибрати критерії та провести ранжування території Калуша за рівнем потенційних екологічних ризиків, спричинених погіршенням механічних характеристик засоленних ґрунтів.

**Матеріали та методика дослідження.** В Україні розроблено та впроваджено "Методику вивчення ризиків і їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки", яка дає змогу оцінити потенційні ризики певних об'єктів, однак недостатньо конкретизовані та класифіковані потенційні небезпеки, які є джерелами екологічних ризиків [2]. Для кращого порів-

няльного аналізу територію Калуша було розбито на 4 кластери за рівнем засоленості ґрунтів (рис. 1).



**Рис. 1. Карта-схема кластерів засолення ґрунтів Калуша**

Для оцінки ризику для населення від просідання потрібно встановити коефіцієнт забудованості у кожному кластері. Коефіцієнт забудованості  $k_{zi}$  розраховуємо за формулою

$$k_{zi} = \frac{S_{zi}}{S_{ci}}, i = \overline{1, n}, \tag{1}$$

де:  $S_{zi}$  – площа забудови у  $i$ -тому кластері;  $S_{ci}$  – площа  $i$ -того кластера.

Окрім цього, потрібно встановити відносну частку забудови кожного кластера у загальній забудові міста  $B_i$

$$B_i = \frac{S_{zi}}{\sum_{i=1}^n S_{zi}} \cdot 100\%, i = \overline{1, n}, \tag{2}$$

де  $n$  – кількість кластерів.

Застосовавши формули (1) та (2), отримаємо такі значення для кожного кластера (табл. 1).

**Табл. 1. Абсолютні та відносні показники забудованості кожного кластера у Калуші**

№ кластера	$S_{zi}$ , км <sup>2</sup>	$S_{ci}$ , км <sup>2</sup>	$k_{zi}$	$B_i$ , %
I	1,15	9,02	0,127	3,6
II	22,75	41,08	0,554	70,2
III	5,85	9,83	0,595	18,1
IV	2,62	5,07	0,517	8,1

**Результати дослідження.** Для визначення площ забудови у кожному кластері використовували програму *Google Earth Pro*, яка дає змогу накладати користувачську сітку на супутникові знімки високої роздільної здатності та *Corel*

<sup>1</sup> асист. Л.Я. Побережна, канд. техн. наук – Івано-Франківський національний медичний університет

*Draw X7* для ручного уточнення меж забудови та кластерів. Для розрахунку потенційних ризиків руйнування об'єктів промислового та цивільного будівництва та визначення селітебних зон на території Калуша використовують методи теорії керування, математичної статистики та дослідження операцій.

Одним з методів, який широко застосовують у наукових дослідженнях, є теорія ранжування. Ранжування застосовують у випадках, коли неможлива або недоцільна безпосередня оцінка. При цьому ранжування об'єктів містить тільки інформацію про те, який з них кращий, і не містить інформацію про те, наскільки або в скільки разів один об'єкт переважає над іншим.

Під час проведення ранжування використовують експертну оцінку з використанням рангової кореляції та узгодженості експертних оцінок, метод парних порівнянь або метод безпосередньої оцінки [3-5]. У своїх дослідженнях використали метод безпосередньої оцінки, який полягає у віднесенні об'єкта оцінки до певного значення за оцінковою шкалою (тобто присвоєння об'єкту оцінки балів у певному інтервалі, наприклад від 0 до 20), згідно з перевагою за певною ознакою або групою ознак.

Найменше значення для кожного характеристичного показника приймаємо рівним одиниці та розраховуємо за ним відносні показники (бали) для інших випадків. Потім шляхом сумування балів за всіма характеристичними показниками отримуємо кінцевий ранг для кожного кластера та визначаємо найнебезпечніші. Прийmemo такі характеристичні показники для ранжування території Калуша за величиною потенційного екологічного ризику для населення:

- коефіцієнт забудованості  $k_z$ ;
- відносна частка забудови  $B$ , %;
- рівень засоленості  $D_{sal}$  (у частках 1);
- наявність об'єктів підвищеної безпеки;
- наявність навчальних та дошкільних закладів.

Прийmemo, що наявність об'єктів підвищеної безпеки оцінюється в 5 балів, якщо це мале підприємство, 10 балів – середнє, 15 балів – велике підприємство (табл. 2).

**Табл. 2. Ранжування зон Калуша за основними показниками**

Кластер	Бал						
	частка забудови	збудованість	засоленість	наявність об'єктів підвищеної безпеки	школи та гімназії	дитячі дошкільні заклади	коледжі
I	2	4	1	0	0	0	0
II	8	5	2	0	8	4	1
III	2	4	3	0	3	6	2
IV	1	1	4	0	0	1	0

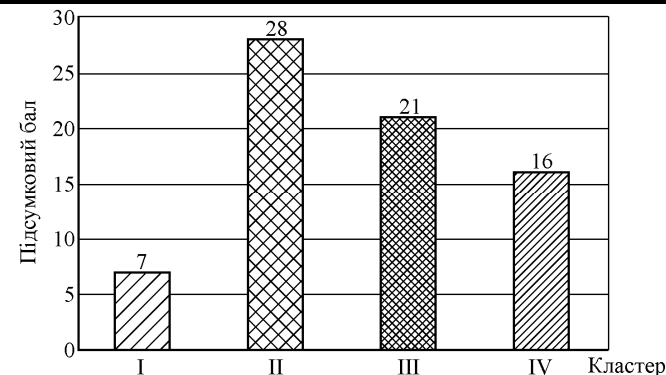
Підсумкову таблицю рангів побудовано методом алгебраїчного сумування всіх показників екологічного ризику по кожному з кластерів. Визначимо бали, що відповідатимуть кожному з показників (табл. 3).

Занепокоєння викликає той факт, що у найбільш безпечному I кластері немає освітніх закладів, тоді як у зоні підвищеної безпеки – III кластері – розташовано 11 закладів. У найбільшому за площею та найгустіше забудованому II

кластері знаходиться 13 навчально-виховних закладів, а також стадіон "Хімік", 5 церков, з яких одна – пам'ятка архітектури національного значення. Для недопущення їх руйнування важливо правильно оцінювати потенційні небезпеки, пов'язані з суфозійним просіданням ґрунтів унаслідок процесів розсолення. Це пов'язано з давньою забудовою Калуша, зокрема з т. зв. "заводськими кварталами". Діаграму ранжування ризиків території Калуша зображено на рис. 2.

**Табл. 3. Підсумкове ранжування кластерів Калуша**

Кластер	Підсумковий бал
I кластер	7
II кластер	28
III кластер	21
IV кластер	16



**Рис. 2. Діаграма ранжування ризиків території Калуша**

Отже, використання запропонованої спрощеної математичної моделі просідання засоленних ґрунтів у поєднанні з розробленими методиками ранжування небезпек, кластеризації територій, подальшого ризик-аналізу та ризик-менеджменту дає змогу підвищити рівень екологічної безпеки населених пунктів поблизу ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття.

**Висновки:**

1. Проведено ранжування кластерів за часткою забудованості, густиною заселення та наявністю об'єктів підвищеної безпеки.
2. Вибрано характеристичні показники та проведено ризик-аналіз досліджуваних територій.
3. Здійснено ранжування території Калуша за рівнем потенційних ризиків для населення.

**Література**

1. Семчук Я.М. Вплив систем розробки калійних родовищ на геологічне середовище / Я.М. Семчук, Л.С. Шкіца // Уголь України : сб. науч. тр. – 2004. – № 3. – С. 10-11.
2. Побережна Л.Я. Моделювання просідання засоленних ґрунтів у Калуському промисловому районі / Л.Я. Побережна // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.9. – С. 158-161.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – М. : Изд-во "Наука", 1980. – 234 с.

4. Дюран В. Кластерный анализ / В. Дюран, П. Сделп. – М. : Вид-во "Статистика", 1977. – 422 с.  
 5. Таха Х. Введение в исследование операции : пер. с англ. / Х. Таха. – В 2-ох кн. – М. : Изд-во "Мир", 1985. – 378 с.

Надійшла до редакції 18.10.2016 р.

**Побережная Л.Я. Ранжирование территории города Калуш по уровню потенциальных экологических рисков**

К наиболее опасным экзогенным процессам, с которыми связаны риски освоения территорий и функционирования природно-технических систем в рамках ликвидированных горно-химических предприятий Прикарпатья, относятся механическая суффозия, сульфатный карст, оползни, подтопления почв, набухание почвы, проседание почвы, засоление почв. Проведено ранжирование кластеров по проценту застроенности, плотности заселения и наличию объектов повышенной опасности. Выбраны характеристические показатели и проведен риск-анализ исследуемых территорий. Осуществлено ранжирование территории Калуша по уровню потенциальных рисков для населения.

**Ключевые слова:** ранжирование территорий, кластеризация территорий, горно-химические предприятия, экологическая безопасность.

**Poberezhna L.Ya. Ranking of Kalush City Territory in Terms of Potential Environmental Risks**

The most dangerous exogenous processes, which are associated with the risks of land development and operation of natural-technical systems within the framework of the liquidated mining and chemical enterprises of Carpathian include mechanical suffusion, sulphate karst, landslides, flooding soils, swelling of soil, land subsidence, and salinization. Ranking of the clusters is based on the percentage of built-up, the settlement density and the presence of high-risk. Joined characteristic indicators and conducting risk analysis of study areas. Ranking the city of Kalush in the level of potential risks to the population is made.

**Keywords:** area ranking, area clustering, mining and chemical plants, environmental safety.

УДК 628.3.03

**ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У СИСТЕМІ "ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ – НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ – ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ"**

*І.В. Сталінська<sup>1</sup>*

Проаналізовано проблему нагромадження та поводження із твердими побутовими відходами (ТПВ) в Україні, на прикладі Дергачівського полігону ТПВ. Доведено, що одним з найбільш небезпечних факторів забруднення в місцях депонування відходів є фільтрат, що відрізняється різноманітним забруднювальним речовинами усіх класів небезпеки. Показано, що Дергачівський полігон ТПВ є джерелом значного, зростаючого, екологічно небезпечного навантаження на довкілля. Запропоновано пріоритетний напрям для України щодо поводження з ТПВ.

**Ключові слова:** екологічна безпека, тверді побутові відходи, навколишнє природне середовище, здоров'я людини, фільтрат, біогаз.

Проблема нагромадження та поводження з відходами в Україні за своєю актуальністю посідає перше місце серед інших природоохоронних проблем. Насамперед, це пов'язано із збільшенням темпів зростання населення і матеріального виробництва, споживчої активності населення, нераціонального викорис-

тання мінеральної сировини, обмеженого залучення вторинних ресурсів у матеріальне виробництво та відсутністю діючих організаційно-економічних механізмів стимулювання перероблення відходів.

Наслідком такого становища до питань поводження з відходами стало утворення великих обсягів неконтрольованих місць нагромадження твердих побутових відходів (ТПВ) і відсутності протягом тривалого часу адекватної реакції на створювану ними небезпеку. Як результат, ТПВ є джерелами значного і зростаючого екологічно небезпечного антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище (НПС).

Нині основним способом знешкодження ТПВ в Україні залишається їх захоронення на полігонах або сміттєзвалищах, експлуатацію яких ведуть без врахування сучасних екологічних вимог (детальніше в роботі [1]). Більшість полігонів ТПВ не відповідають будівельним і санітарним вимогам, що призводить до збільшення антропогенного навантаження на всі компоненти екосистем: поверхневі і підземні води, атмосферне повітря, ґрунти, біоту та здоров'я населення, яке проживає поблизу.

Як свідчать дослідження Г.С. Пантелят, В.В. Гончарука, О.М. Касімова, В.В. Батіщева, А.І. Кияшкіна, С.О. Довганя, О.А. Шевченка, Е.А. Деркачова, О.В. Рогова, А.М. Гонопольського, А.С. Парфенюка, В.М. Радовенчика, М.Д. Гомелі, Т.П. Шаніної, Т.А. Сафранова, А.В. Сиволапа та інших учених тривале нагромадження ТПВ на звалищах призводить до виникнення непередбачуваних фізико-хімічних та біохімічних процесів, продуктами яких є чисельні токсичні хімічні сполуки в рідкому, твердому та газоподібному стані [2-5].

Проаналізувавши статистичні дані, виявлено цікавий факт, що протягом останніх двох десятиліть, населення України зменшилось майже на 9 млн осіб (чи 17 %) від чисельності майже 52 млн осіб у 1990 р. (рис. 1), причому кількість ТПВ не тільки не зменшується (рис. 2), але й навпаки, продовжує нагромаджуватися та збільшуватися, тому з кожним роком площа, зайнята під полігони ТПВ, збільшується [6]. Це пов'язано із швидким розвитком технічних засобів і підвищенням добробуту населення, а також зі свідомістю населення стосовно наслідків задоволення тих чи інших потреб. Тоді як, наприклад у ЄС, навпаки, кількість населення зростає, а нагромадження ТПВ зменшується.

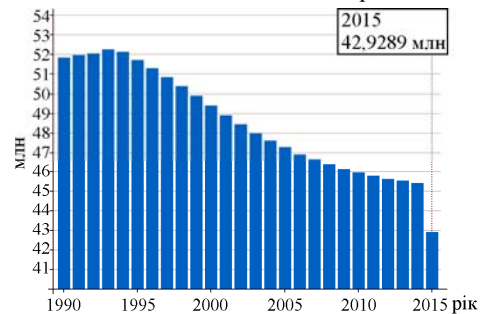


Рис. 1. Зміна кількості населення України, млн осіб



Рис. 2. Об'єми утворення ТПВ в Україні, млн м³

<sup>1</sup> доц. І.В. Сталінська, канд. техн. наук – Харківський НУ міського господарства ім. О.М. Бекетова