

УДК 550.83:504

© О.Г. Білашенко

## ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО РОЗЛОМНО-БЛОКОВОЇ ТЕКТОНІКИ ДЛЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ

Наведена методика використання геолого-геофізичної інформації щодо розломно-блокової тектоніки для визначення нових напрямків розповсюдження забруднення у геологічному середовищі.

Приведена методика использования геолого-геофизической информации о разломной-блоковой тектонике для определения новых направлений распространения загрязнения в геологической среде.

The technique of using geological and geophysical information about fault-block tectonics are described to devise new spread of contamination in the geological environment.

**Вступ.** В Україні кожного року зростає кількість накопичених відходів. Збільшуються об'єми утворення відходів, концентрації небезпечних речовин, їх фізичні властивості. В Україні функціонують близько 10 тисяч об'єктів промисловості, на яких використовуються або накопичуються більше 805 тис. тон небезпечних хімічних речовин, а декілька мільйонів тон відходів вже зберігаються у сховищах та відвалах, вони займають більше 26 тис. км<sup>2</sup> території України. Це дорівнює розміру Кримського півострова. Найбільша кількість об'єктів розташовані на території Донецької, Дніпропетровської, Запорізької, Харківської та Львівської областей. А саме на території Дніпропетровської області, яка розташована в центральній частині України, за останні 80 років згідно до Державного реєстру потенційно небезпечних об'єктів знаходиться більше 2000 потенційно небезпечних об'єктів. В результаті розвитку промисловості у сховищах Дніпропетровської області накопичено приблизно 100 млн. тонн відходів. Основними містами поряд з якими розташовані сховища відходів є Кривий Ріг, Жовті Води, Дніпродзержинськ, Орджонікідзе, Марганець, Вільногірськ. Дані сховища потенційно небезпечні та можуть впливати на компоненти навколишнього середовища та здоров'я людини.

**Стан проблеми зонування геоecологічного впливу накопичених відходів.** Геоecологічний вплив сховищ досліджують на Державному та місцевих рівнях. Однак дослідження багатьох організацій обмежуються вимірюванням забруднень на поверхні землі, на поверхні рослин та оцінкою забруднення повітря та води [1]. Також прогноз роблять оцінюючи в основному рельєф та річкову сітку. Дослідження впливу тектонічного фактору проводять для інших цілей глибинної чи інженерної геофізики, наприклад, стійкості дамб чи інших споруд. Тектонічна будова контролює багато екзогенних процесів, тому можливо припустити, що вона також впливає на розповсюдження забруднення від сховищ відходів.

**Метою даної статті** є розробка методики застосування геолого-геофізичної інформації про тектонічну будову території для визначення нових потенційних напрямків розповсюдження забруднення та геоecологічного зонування.

**Вплив сучасних сховищ відходів на навколишнє середовище.** Дослідженням шляхів розповсюдження забруднення та геоекологічним зонуванням займаються вже багато років вчені з різних країн. Основними слабкими місцями у сховищах можуть бути підстилаючі породи, склад та будова дамби, глибина залягання водоносних горизонтів, властивості відходів, якість робіт при підготовці днища (товщина ізолюючого шару під тілом відходів), термін придатності сховища, стан перекриваючого шару, стан відходів, кліматичні умови існування (режим вітру та опадів), тектонічна будова та рельєф.

Одним з шляхів розповсюдження забруднення є вітровий перенос радіонуклідів з сухої поверхні сховища. Багато сховищах (особливо з радіоактивними відходами) створені у ХХ столітті не покриті захисним шаром. Підтримка їх у задовільному стані згідно нормативів потребує багато коштів та пильного нагляду керівництва. Однак недостатня увага держави чи підприємств, недостатня кількість опадів призводить до висихання відходів та появи на поверхні «сухих пляжів». Під впливом вітрового переносу радіоактивний пил підіймається та переноситься на невелику відстань, яка залежить від сили вітру, рельєфу, розташування сховища. Цей пил потрапляє на рослини та поверхню землі. Внаслідок подальших опадів забруднюючі речовини (в т.ч радіонукліди) змиваються в низовини та потрапляють в шари верхньої частини розрізу [2]. Однак згідно досліджень (Тіллобев Х.І, 2012 та Прилуцький І.О, 2012) та математичних моделей переносу глибина проникнення завищених концентрацій радіонуклідів для умов схожих на умови середнього Придніпров'я складає 45-65 см. Тобто внаслідок такого шляху розповсюдження забруднення змінюють фізичні властивості території в межах санітарно-захисної зони.

Інший можливий та досліджуємий шлях переносу – через тіло дамби. При експлуатації сховища, заповнені чи нарощуванні існує небезпека прориву дамби. Досвід багатьох років показав, до яких наслідків це може привести [3]. Тому задля попередження цього моніторинг тіла дамби проводиться на всіх діючих сховищах. Вже добре відомо, за допомогою якого комплексу геофізичних методів можливо швидко встановити слабкі місця у дамбі та яким чином їх загоїти.

Наступний вплив на розповсюдження забруднення може робити зміна рівня першого водоносного горизонту разом з недостатнім захисним шаром на днищі сховищ. На Україні кожного року цей рівень зростає, також він змінюється по сезонам. Декілька десятків сховищ сформовані як тимчасові та без урахування прогнозу швидкості росту рівня водоносного горизонту. На території промислового Придніпров'я першим від поверхні землі є лесовий водоносний горизонт. Він досягаючи тіла відходів може переносити радіонукліди на значну відстань. Визначення впливу глибини залягання водоносних горизонтів починають вивчати. Для ефективних досліджень процесу поширення забруднення через підземні водоносні та геоекологічного зонування необхідне застосування геофізичних методів. Швидко спрогнозувати напрями дослідження дають можливість фізико-геологічні моделі з техногенною складовою для сховищ відходів [2].

**Вплив тектонічного фактору.** Тектонічний фактор є одним з найважливіших для визначення шляхів міграції забруднення чи радіонуклідів з хвостосховища. Тектонічна будова визначає шляхи як підземної так і поверхневої міграції. Це добре зрозуміло у другому випадку, адже поверхнева міграція радіонуклідів зі сховищ спрямована у пониження рельєфу та й самі сховища будували у природних балках чи на схилах оврагів. Але вже добре відомо, що пониження у рельєфі контролюють тектонічні розломи, які можуть бути активними. Також відомо, що розломи по геофізичним властивостям характеризуються підвищеною проникливістю, вони є шляхами міграції флюїдів між шарами землі. Але це стосується й верхньої частини розрізу. Адже осадкові породи, які перекривають розломи та складають балки теж мають підвищену проникливість і можуть бути шляхами міграції забруднення у навколишнє середовище. Таким чином потрапивши у зону розлому відходи забруднюють водоносні горизонти і поширюються на значні відстані від джерела. Особливо це стосується сховищ відходів, які були збудовані у ХХ столітті. Значна їх кількість на Україні розташована у Дніпропетровській області та знаходиться під впливом будови УЩ. Тектонічна ситуація регіону дуже складна. Значна кількість розломів різних рангів та напрямків, розвинуті магматичні, метаморфічні та осадкові породи впливають на напрямок стоку та зносу матеріалу, на стабільність дамб.

На відміну від попередніх шляхів тектонічні розломи мають можливість поширити забруднення на значну відстань поміж багатьох населених пунктів, областей та навіть країн. Вони впливають і на денну поверхню, на розташування річкової сітки та визначають місця розгрузки підземних та поверхневих вод. Проводяться багато досліджень для визначення ділянок розповсюдження забруднення на поверхні, однак досі не має методики визначення пріоритетного напрямку горизонтального та вертикального розповсюдження відходів.

**Розробка процедури обробки інформації про тектонічну будову для зонування території.** Для прикладу використання тектонічної інформації для зонування території та визначення потенційних та пріоритетних шляхів міграції забруднення ми взяли карти систем розломів УЩ, створені К.Ф.Тяпкіним. Першим етапом необхідно визначити ділянки найбільшої порушеності, тобто в яких перетинаються декілька систем розломів та зонувати досліджуєму ділянку за кількісним показником наявності індикаторів розломів. Автором власне досліджувалися карти масштабу 1:500 000, 1:200 000 для міст Кривий Ріг, Жовті Води, Дніпродзержинськ, Орджонікідзе, Марганець, Вольногорськ та 1:50 000 для міст Марганця та Дніпродзержинська та проведений підрахунок кількості індикаторів розломів в умовних одиницях. Спочатку вручну, а потім для автоматизування цього процесу створена комп'ютерна програма Marcounter в Delfi для windows 2007 та побудована карта щільності показників та проведено зонування території (Рис. 1).

Для визначення потенційних напрямків на наступному етапі необхідно врахувати коефіцієнт проявленості розломів, з використанням каталога розло-

мів УЩ К.Ф.Тяпкіна для масштабу 1:500 000 . Таким чином враховується проявленість розломів в гравітаційному полі, в магнітному, в рельєфі та геології.

$$S_{jinorm} = S_{ji} * \frac{K_p}{S_{jmax}}$$

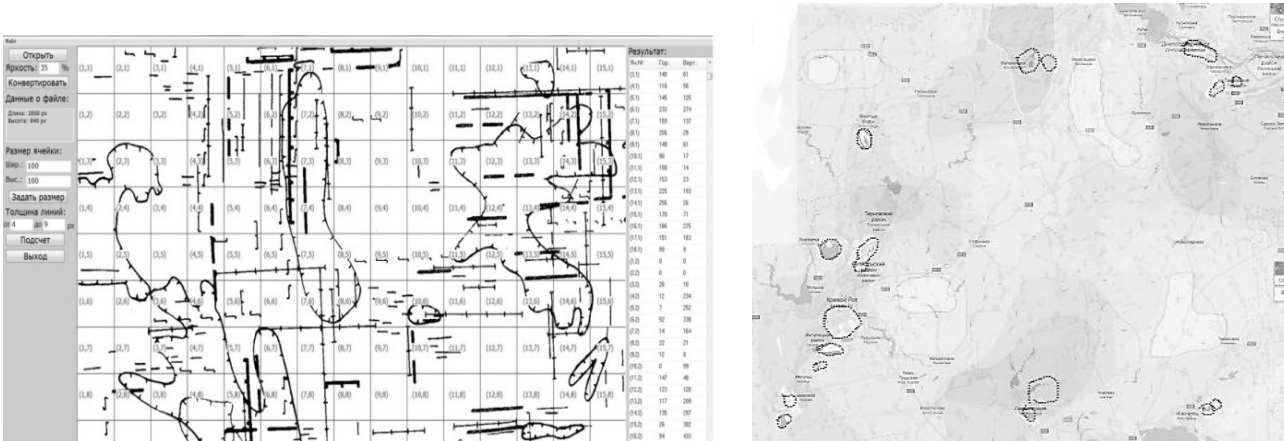


Рис.1. Інтерфейс програми Marcounter та карта щільності індикаторів розломів Дніпропетровської області

Де  $i$  - номер ячейки,  $j$  – номер напрямка,  $S_{jinorm}$  – нормована сума по 1 напрямку в ячейці,  $S_{ji}$  - сума індикаторів розломів в ячейці для  $J$  напрямку (у.о.),  $K_p$  - коефіцієнт проявленості розлому по каталогу,  $S_{jmax}$  - максимальне значення суми індикаторів на карті для  $J$  напрямку

$$K_p = \frac{P_g + P_m + P_r + P_{geo}}{S_p}$$

Де  $P_g$  – проявленість розлому в гравітаційному полі (від 0 до 1),  $P_m$  – проявленість в магнітному полі,  $P_r$  – проявленість в рельєфі,  $P_{geo}$  – проявленість в геологічних формаціях,  $S_p$  – сума враховуваних показників.

$$S_i = \sum_{j=1}^{12} S_j$$

Де  $S_i$  – сума в ячейці за всіма напрямками,  $S_j$  – сума індикаторів розломів по окремому напрямку у ячейці.

Далі за отриманими даними визначаємо потенційні напрямки для кожної ячейки та зонуємо територію за потенційними напрямками розповсюдження забруднення: якщо нема проявленого напрямку, 1 проявлений або 2 проявлених близьких, то пріоритетне горизонтальне розповсюдження; якщо 3 або більше чи 2 проявлених ортогональних напрямки, то пріоритетне вертикальне розповсюдження забруднення.

Розповсюдження радіонуклідів або іншого забруднення не проходить по вузькому напрямку, воно поширюється на площу, поєднуючи декілька напрямків, тому можливо визначити 4 напрямки об'єднавши існуючі системи розломів (Таблиця 1).

Таблиця 1

Визначення загальних напрямків розповсюдження забруднення

Новий напрямок	Північний (П)	Північно-Східний (ПС)	Східний (С)	Північно-Західний (ПЗ)
Напрямок системи розломів К.Ф. Тяпкіна	347, 0 , 17	35,45,62	77,90,287	332,305,315

Тоді на карті у кожній ячейці необхідно зробити наступний запис

Si  
П, ПС, С або ПЗ

Потім отримуємо карту та можемо її проаналізувати (Рис.2).

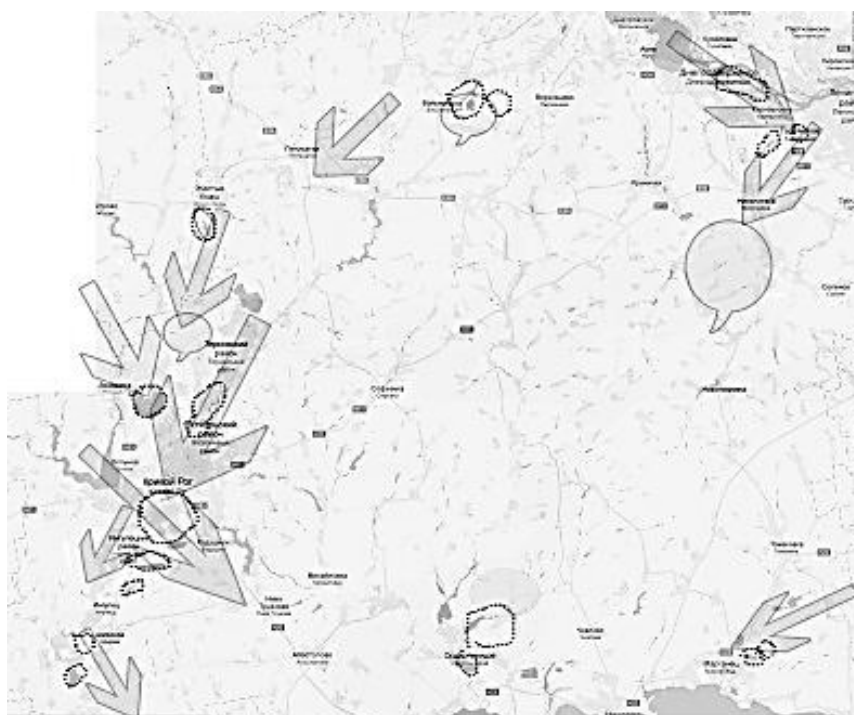


Рис.2. Карта потенційних напрямків розповсюдження забруднення від сховищ відходів Дніпропетровської області

Розроблена методика апробована нами на прикладі Дніпропетровської області. Після проведених розрахунків тектонічної інформації визначені основні потенційні шляхи міграції забруднення. Вони дозволяють не лише підтвердити поверхневі шляхи, але й виділити нові зони пріоритетно вертикального

розповсюдження забруднення, яке зачепить глибинні водоносні горизонти. Для сховищ відходів міста Жовті Води потенційний напрямок розповсюдження відходів в сторону Кривого Рогу. Для Вольногорська та Орджонікідзе – вертикальне розповсюдження, яке може забруднити лесовий та неогеновий водоносні горизонти, для Марганцю – пріоритетне розповсюдження на південний захід, для Кривого рогу, для Дніпродзержинська (у напрямом населених пунктів). Врахування геолого-геофізичної інформації щодо тектонічної будови регіону дозволило визначити природні зони «бар'єрів» горизонтального розповсюдження забруднення від сховищ відходів. Особливо це проявлено для сховищ радіоактивних відходів Сухачівського 1,2 секції. Згідно розрахунків на основі екологічних та гідрогеологічних показників забруднення через деякий час поширяться до населених пунктів і впливатиме на здоров'я населення. Однак провівши оцінку тектонічної будови за геолого-геофізичними даними, встановлено, що забруднення потрапить у зону пріоритетно вертикального переміщення та не вплине на фізичні властивості водоносних горизонтів, використовуємих у цих населених пунктах. Ця нова інформація може стати основою прийняття управлінських рішень щодо попередження впливу сховищ відходів на геологічне середовище та людину.

**Висновки.** Встановлено, що тектонічна будова території є основним природним чинником розповсюдження відходів від сховищ на відносно значні відстані. На основі геолого-геофізичної інформації щодо розломно-блокової тектоніки УЩ проведений аналіз, обробка даних за допомогою власних програм та геоекоекологічне зонування територій у мілкому, середньому та крупному масштабах. Встановлені закономірності горизонтального та вертикального розповсюдження відходів. В результаті проведена робота дозволила визначити нові напрямки потенційного розповсюдження забруднення. Ця методика може бути використана для прийняття рішень щодо попередження впливу сховищ відходів та визначення майбутніх майданчиків розташування об'єктів господарської діяльності.

#### Список літератури

1. Екологічна карта м. Дніпропетровська, масштабу 1:25 000 (на 2-х листах). Пояснювальна записка: Під ред. проф., д-ра техн. н. Шапаря А.Г., ІПРЕ НАНУ. – Дніпропетровськ, 2000. – 49 с.
2. Білашенко О.Г. Геометричні особливості фізико-геологічних моделей сховищ відходів збагачення уранової сировини в середньому Придніпров'ї/О.Г. Білашенко, П.І. Пігулевський, О.К. Тяпкін // Науковий вісник НГУ.- 2012, № 1. – С. 9-14.
3. Aguilar, J. Remediation of As-Contaminated Soils in the Guadiamar River Basin (SW, Spain)/J. Aguilar, C. Dorronsoro, E. Fernandez, J. Fernandez, I. Garcia, F. Martin, M. Sierra// Water, Air, and Soil Pollution An International Journal of Environmental Pollution. – 2007.-Vol 180/ № 1-4 – pp. 109-118.

*Рекомендовано до публікації д.г.-м.н. Тяпкіним К.Ф.  
Надійшла до редакції 13.03.2013*