

ДО ПИТАННЯ КОМПЛЕКСУВАННЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ В ЕКОЛОГІЧНОМУ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО СХОВИЩ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

Представлені особливості комплексування геолого-геофізичних методів для вирішення основних та спеціалізованих задач моніторингу геоecологічного впливу сховищ відходів на геологічне середовище на різних етапах функціонування цих об'єктів. Розроблено методику обґрунтування вибору конкретних ділянок ефективного застосування вказаних методів.

Представлены особенности комплексирования геолого-геофизических методов для решения основных и специализированных задач мониторинга геоecологического влияния хранилищ отходов на геологическую среду на различных этапах функционирования этих объектов. Разработана методика обоснования выбора конкретных участков эффективного использования указанных методов.

The integration features of geological-geophysical methods for the decision of the basic and specialized tasks of monitoring of geoecological influence of waste storage on geological environment at different stages of functioning of these objects are presented. The technique of substantiation of choice of concrete sites of effective use of these methods is developed.

Вступ. Економічне зростання України як стабільної незалежної держави досягається зокрема збільшенням об'ємів видобутку та переробки корисних копалин. При цьому особливу важливість набуває створення багаторівневої комплексної системи екологічного моніторингу геологічного середовища для наступного впровадження ефективних технологій зниження об'ємів утворення відходів на всіх стадіях промислового циклу, покращення процесів їх утилізації та поховання.

На сьогоднішній день Україна є учасником понад 70 міжнародних багатосторонніх угод і конвенцій, виконання яких потребує оперативного отримання та використання інформації щодо геоecологічного стану навколишнього природного середовища та прогнозування його змін. Сучасний розвиток системи екологічного моніторингу в Україні потребує урахування загальноєвропейських вимог та рекомендацій МАГАТЕ. Відповідно до Закону України «Про відходи», «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» та розпорядження Кабінету Міністрів України від 25.05.2011 № 577-р затверджено головний механізм реалізації Стратегії – Національний план дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011-2015 роки, де визначено конкретні заходи поетапного досягнення стабілізації і поліпшення геоecологічного стану навколишнього природного середовища України. Але сучасна недостатньо налагоджена система контролю, переробки, утилізації відходів на всіх етапах технологічного процесу призводить до їх щорічного накопичення у верхній частині геологічного середовища, яка знаходиться під впливом багатьох природних факторів і може бути джерелом негативного впливу на розвиток господарської діяльності та здоров'я людини [1].

Розвиток використання геолого-геофізичних методів у вирішенні геоecологічних завдань (особливо у комплексному екологічному моніторингу)

обумовлений позитивним досвідом вирішення за допомогою цих методів значної кількості різноманітних інженерних та екологічних задач [2]. Разом із цим необхідне подальше вирішення питань визначення конкретних ділянок проведення моніторингових досліджень та особливостей комплексування в них геолого-геофізичних методів на різних етапах процесу функціонування промислових об'єктів (у т.ч. сховищ промислових відходів).

Мета: визначити комплекси геолого-геофізичних методів для вирішення задач екологічного моніторингу геологічного середовища на різних етапах функціонування сховищ промислових відходів та обґрунтувати вибір ділянок цих досліджень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати існуючу геолого-геофізичну інформацію на території досліджень (наприкладі Середнього Придніпров'я);
- обґрунтувати комплексування геолого-геофізичних методів для вирішення задач екологічного моніторингу геологічного середовища на різних етапах (стадіях) функціонування;
- розробити методику обґрунтування вибору конкретних ділянок ефективного застосування геолого-геофізичних методів в екологічному моніторингу територій, прилеглих до техногенних об'єктів.

Характеристики, що визначаються експериментально: можливості геофізичних методів, потенційні напрямки геоекологічного впливу промислових об'єктів на верхню частину геологічного середовища (ВЧР) та ділянки комплексного геолого-геофізичного моніторингу.

Комплексування геолого-геофізичних методів в екологічному моніторингу. Складність вирішуваних завдань моніторингових досліджень і неоднозначність геоекологічної інтерпретації геофізичних даних призводять до необхідності комплексування різних методів, тобто використанню одного або декількох геофізичних методів в оптимальному поєднанні з геологічними, геохімічними, дистанційними методами, гірничо-буровими роботами. Необхідність комплексування обумовлена і економічними чинниками, оскільки різні методи дослідження характеризуються різною продуктивністю, трудомісткістю, достовірністю результатів і, відповідно, «вартістю» однакового обсягу геоекологічної інформації. Це можливо проілюструвати на прикладі визначення комплексу геолого-геофізичних методів для моніторингу геоекологічного впливу сховищ промислових відходів на навколишнє середовище. В процесі проведення цього моніторингу необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідження структурно-тектонічної будови території для прогнозування потенційних шляхів розповсюдження небезпечного геоекологічного впливу (в т.ч. забруднення) цих об'єктів;
- дослідження просторової будови, речовинного складу та фізичних властивостей ВЧР, у т.ч. потужності осадового чохла та його окремих шарів, ділянок їх викликування, «літологічних вікон» тощо;

- дослідження гідрогеологічного розрізу, у т.ч. глибин залягання та мінералізації підземних водоносних горизонтів, напрямків та швидкостей фільтрації, області живлення, транзиту та розвантаження;
- контроль за просторовими параметрами ореолів (аномалій) хімічного та радіоактивного забруднення;
- дослідження розвитку екзогенних процесів в районі зазначених об'єктів, що можуть впливати на якість їх функціонування та просторове поширення хімічного та радіоактивного забруднення;
- визначення конкретних місць розташування захисних споруд сховищ відходів та контроль за їх цілісністю, визначення в них ділянок потенційного розповсюдження забруднення;
- визначення просторових особливостей, фізичного стану та властивостей відходів у сховищах.

На основі попередньо проведеного аналізу і фізико-геологічного моделювання сховищ радіоактивних відходів Середнього Придніпров'я [4] визначено, що одним з найбільш інтенсивних шляхів розповсюдження забруднення від сховищ відходів є підземні водоносні горизонти. На цьому прикладі можна конкретизувати перелік спеціалізованих задач екологічного моніторингу:

1. характеристика водоносних горизонтів (швидкість фільтраційного потоку, визначення гідравлічного зв'язку між горизонтами, уклін, мінералізація, глибина залягання), дослідження структури потоку, меж та геофільтраційних параметрів порід;
2. визначення областей живлення, транзиту та розвантаження підземних вод;
3. визначення будови та потужності зони аерації, зокрема, для планування захисних бар'єрів на сховищах;
4. просторова порівняльна оцінка гідрогеологічних умов (разом із дослідженнями інженерно-геологічних умов) при виборі ділянки будівництва сховища та його захисних споруд із визначенням глибини залягання техногенних і природних водоносних горизонтів та їх фонових (початкових) значень мінералізації;
5. визначення корозійних властивостей та інженерно-геологічних умов конкретних ділянок для проектування об'єктів захисту сховищ та транспортування відходів;
6. визначення мережі спостережних свердловин для подальших моніторингових досліджень;
7. визначення змін властивостей, глибини залягання, потужності, мінералізації водоносних горизонтів та фільтраційних властивостей розрізу при заповненні сховища промисловими відходами;
8. визначення швидкості розповсюдження забруднення в підземній гідросфері та безпечного часу зберігання відходів;
9. визначення впливу змін гідрогеологічних умов в районі функціонування сховища промислових відходів на активізацію небезпечних екзогенних геологічних процесів;

10. картування техногенних ореолів забруднення у водоносних горизонтах.

Ці задачі вирішуються за допомогою методів:

- a) радіогідрогеології,
- b) електротомографії,
- c) електророзвідки (природного поля),
- d) вертикального електрондування,
- e) каротажу,
- f) зарядженого тіла,
- g) становлення електромагнітного поля,
- h) 3D-сейсмозвідки,
- i) міжсвердловинного прозвучування,
- j) резистивіметрії, термометрії, радіометрії,
- k) тематичної переінтерпретації даних дистанційного зондування Землі та фондової геолого-геофізичної інформації,
- l) гідрогеологічного опробування,
- m) геохімічного опробування.

Загальні підходи до комплексування геолого-геофізичних методів для вирішення вказаних задач екологічного моніторингу, що відрізняються на різних етапах функціонування сховищ промислових відходів (на прикладі ярово-балкового типу [4]) наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Загальні підходи до комплексування геолого-геофізичних методів для дослідження особливостей впливу сховища на водоносні горизонти на різних етапах (стадіях) функціонування сховищ промислових відходів

Проектування сховищ та шляхів транспортування відходів		Будівництво	Експлуатація (тимчасове зберігання)	Переробка (на місці)	Перевезення (на інше місце)	Захоронення
Задачі: 1,2,3,4,6,8 Методи: f,k,m,g,h по площі у масштабі 1:10000	Задачі: 4,5,6 Методи: g,d,b,j у масштабі 1:5000- 1:10000	Задачі: 4,9 Методи: i,e,d,h в межах прилеглої території у масштабі 1:5000- 1:10000	Задачі: 1,2,7,8,9,10 Методи: a,b,l,m,l,f,g,h у масштабі 1:5000- 1:10000	Задачі: 3,4,6,7 Методи: a,c,j,m, у масштабі 1:5000	Задачі: 1,4 Методи: a,j,m,d у масштабі 1:5000, вздовж шляху перевезення у масштабі 1:10000	Задачі: 1,4,10 Методи: a,b,d,l,l,m, h M 1:10000
(у моніторинговому режимі на прилеглий території по площі та у наявних свердловинах)						

Аналогічний підхід використовується для визначення комплексу геолого-геофізичних досліджень при вирішенні інших завдань екологічного моніторингу територій, прилеглих до сховищ промислових відходів.

Вибір ділянок комплексних геолого-геофізичних досліджень в системі екологічного моніторингу районів сховищ промислових відходів. Важливим фактором при вирішенні цього питання є особливості тектонічної (розломно-

блокової) будови території [3,4]. Саме це завдання є одним з головних при виконанні геолого-геофізичного районування (зонування) досліджуваної території району сховища промислових відходів. Район (зона), що виділяється, характеризується спільністю геолого-геофізичних особливостей, які визначають геоecологічні завдання та комплекс (і методику) геофізичних методів для їх вирішення. Запропонований підхід до визначення ділянок проведення комплексних геолого-геофізичних досліджень в системі екологічного моніторингу проілюструємо на прикладі території Середнього Придніпров'я. Історично склалося, що саме тут розташована значна кількість сховищ промислових (у т.ч. радіоактивних) відходів.

В ході дослідження були оброблені гравімагнітні дані масштабів 1:50000–1:1000000, а також картографічна інформація щодо розломно-блокової будови цієї території [5]. В результаті обробки карт індикаторів розломів масштабу 1:200000 в районі м. Дніпропетровськ виділені зони підвищених значень їх щільності: перша – охоплює правий берег р. Дніпро (вздовж річки), інша – простягається з північного заходу у бік м. Дніпропетровськ. Значення щільності показників в останній – перевищують середні по району досліджень у 3 рази. Ця зона контролюється наступними розломами (визначеними у [5]): Каменець-Подольсько-Новомосковським, Чертомликсько-Дніпродзержинським, Пердансько-Дніпродзержинським, Петриківсько-Запорізьким, Дніпродзержинсько-Сорокинським. Встановлено наступні напрямки активних фрагментів систем розломів, що можуть впливати на розповсюдження небезпечного геоecологічного впливу (забруднення) 45°, 77°, 287° та 315° (Рис. 1).

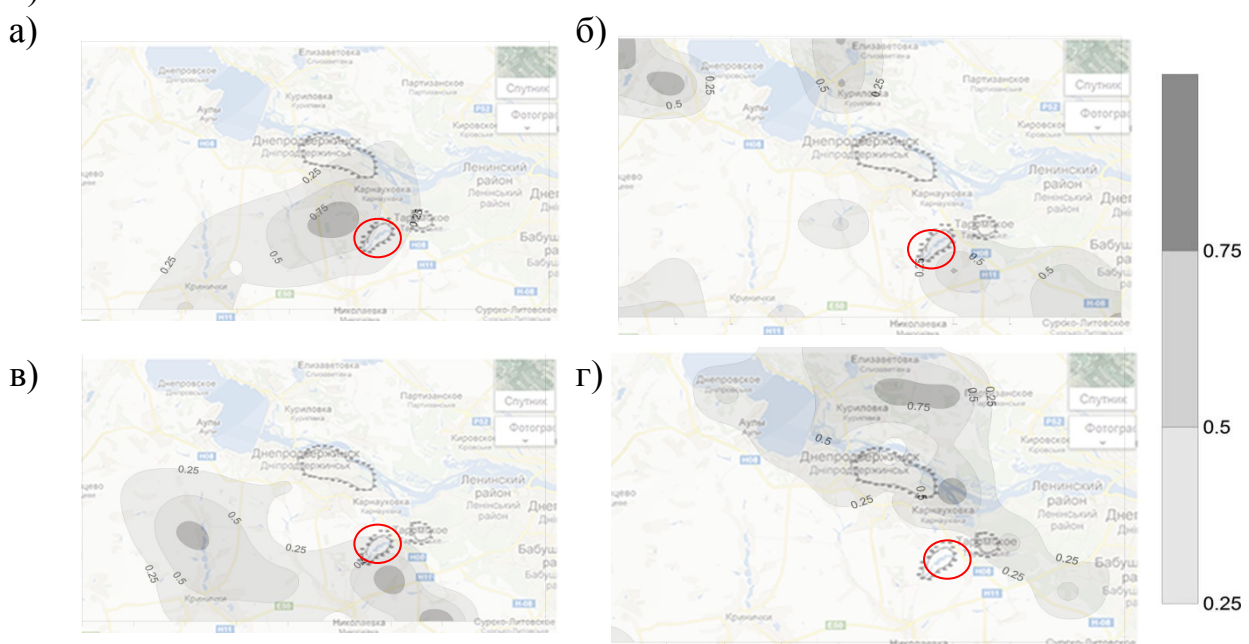


Рис.1. Карти щільності індикаторів розломів масштабу 1:200000 в районі мм. Дніпропетровськ-Дніпродзержинськ з азимутами: а) 45°, б) 77°, в) 287°, г) 315°. (Хвостосховище «Сухачівське» – в красному колі)

Аналіз результатів обробки інформації щодо розломно-блокової будови території, відновленої за комплексом геолого-геофізичних даних, свідчить, зокрема, про наявність пріоритетного напрямку розповсюдження небезпечного

геоекологічного впливу (в т.ч. радіоактивного забруднення) від хвостосховища «Сухачівське» – 45°. При подальшому розповсюдженні забруднення напрямом 45° переходить до 305-315°. Разом із цим частина цього сховища також знаходиться «під впливом» розломів напрямків 77° та 287°. Виявлена зона сприятиме поширенню забруднення на північний схід.

Для підвищення оперативності прогнозування напрямків геоекологічного впливу сховищ промислових відходів пропонується оригінальна методика обробки первинних геофізичних даних. У таблиці 2 наведено порівняльну характеристику виявлених в різних масштабах особливостей прояву розломів різних напрямків з побудованих карт систем розломів та з первинних гравітаційних та магнітних даних.

Таблиця 2. Порівняльна характеристика прояву розломів при різномасштабних дослідженнях (район хвостосховища «Сухачівське», м. Дніпродзержинськ)

Азимут простягання розлому	Вихідні дані				
	Кarti індикаторів розломів 1:500000	Кarti індикаторів розломів 1:200000	Кarti магнітного поля 1:200000	Кarti магнітного поля 1:50000	Кarti гравітаційного поля)1:50000
0°	Не проявляється (сховище між розломами II рангу)	На заході від сховища зона середнього прояву, на півдні - сильного	На заході від сховища зона сильного прояву (сховище знаходиться в зоні середнього прояву)	Не проявляється	Не проявляється (на заході від сховища зона сильного прояву)
17°	Прояв слабкий	Не проявляється	Зона слабого та середнього прояву	Зона слабого та середнього прояву	На південному заході сильний прояв
35°	Прояв слабкий, (розлом розташований на південному сході від сховища)	Прояв слабкий (поряд зі сховищем)	Прояв слабкий в зоні розташування сховища (зони сильного прояву розлому на південному заході та північному сході від сховища)	Не проявляється (середній прояв розлому на північному сході від сховища)	Не проявляється (зона сильного прояву на північному сході від сховища)
45°	Прояв середній розлом II рангу (паралельно на південному сході)	Сховище в зоні середнього та слабого прояву (на північному заході від сховища зона сильного прояву)	Сховище в зоні слабого прояву (на заході та північному сході від сховища зона сильного прояву)	Сховище в зоні слабого прояву, (на південному сході зона сильного прояву)	Всі зони прояву розлому пересікають сховище
62°	Прояв слабкий	Прояв слабкий (частково)	Прояв слабкий	Прояв слабкий	Прояв слабкий (частково)
77°	Прояв середній (сховище між розломами II рангу)	Прояв слабкий в зоні сховища, (середній – на південь від сховища)	Прояв слабкий в зоні сховища (середній та сильний – на півдні від сховища)	Прояв слабкий та середній	Прояв слабкий та середній частково
270°	Прояв слабкий	На півдні від сховища прояв середній	Сховище в зоні слабого прояву розлому (на південь від сховища зона сильного прояву)	Прояв розлому слабкий та середній (окрім центру сховища)	Не проявляється (частково слабкий прояв розлому в зоні розташування сховища)
287°	Прояв слабкий та середній	Сховище в зоні слабого та середнього прояву розлому (на південному)	Сховище в зоні середнього прояву розлому (на південному сході зона сильного)	В центрі сховища зона середнього прояву, на півдні – сильного	Сховище в зоні середнього прояву розлому

Азимут простягання розлому	Вихідні дані				
	Карти індикаторів розломів 1:500000	Карти індикаторів розломів 1:200000	Карти магнітного поля 1:200000	Карти магнітного поля 1:50000	Карти гравітаційного поля)1:50000
		сході зона сильного прояву розлому)	прояву)		
305°	Прояв слабкий та середній	На північному сході зона сильного прояву розлому	сховище в зоні слабого прояву (на північному сході зона сильного прояву)	Сховище в зоні слабого та середнього прояву (на північному сході від сховища зона сильного прояву)	Прояв слабкий
315°	Зона сильного прояву на південному заході сховища	На північному сході від сховища зона сильного прояву	Сховище розташовано в зоні слабого та середнього прояву (зона сильного прояву на північному сході від сховища)	В центрі сховища зона слабого прояву (на північному сході від сховища зона середнього прояву, на півдні зона сильного прояву)	Прояв розлому слабкий (на південному заході сховища середній)
332°	Середній прояв	Не проявляється	Прояв розлому середній в зоні розташування сховища (сильний на півдні від сховища)	Прояв розлому слабкий та середній в зоні розташування сховища (сильний на півдні від сховища)	Не проявляється (на півдні від сховища прояв розлому середній)
347°	Не проявляється (сховище між розломами II рангу)	Сховище розташоване в зоні слабого прояву розлому (на півдні зона сильного прояву)	Сховище розташоване в зоні слабого та середнього прояву розлому (на південному заході зона сильного прояву)	Сховище розташоване в зоні слабого прояву розлому (на півдні зона сильного прояву)	Сховище розташоване між зонами слабого та середнього прояву розлому

Ця інформація деталізує попередню в частині прогнозування шляхів розповсюдження негативного геоекологічного впливу (в т.ч. радіоактивного забруднення) і дає можливість зменшувати (оптимізувати) об'єми проектних геолого-геофізичних робіт в екологічному моніторингу територій, прилеглих до сховищ промислових відходів.

Для дослідження особливостей та закономірностей прояву розломів на картах різних масштабів використано апарат багатомірної регресії, що дозволяє кількісно оцінити вагу основних вихідних даних у побудові тектонічної карти, а також дає можливість встановити закономірності проявів розломів при збільшенні масштабу досліджень і дозволить ефективніше проводити більш детальні роботи щодо дослідження розломно-блокової будови.

Регресійну залежність досліджуваних параметрів Y від X можливо представити у наступному вигляді.

$$Y(i) = B1 * X(i) + B0 + e(i), \quad (1)$$

$$0 < i \leq n$$

де $B1, B0$ – невідомі константи, $e(i)$ – випадкові величини близькі до 0.

Цю залежність характеризує коефіцієнт кореляції, що відображає міру залежності двох величин, та дисперсії, що відображає значення розкиду величин вибірки від середнього значення, що розраховує регресійне рівняння.

В результаті обробки різномасштабної картографічної інформації визначено наступне.

- При побудові тектонічних карт вага даних гравірозувідки становить 70-80%, з коефіцієнтом детермінації 68-74%, магніторозвідки – 22-25%.
- При збільшенні масштабу досліджень з 1:500 000 до 1:200 000 розломи другого рангу проявляються інтенсивніше або зберігають зону свого прояву в межах 63-72%, розломи третього рангу у масштабі 1:200 000 проявляються слабо, а при збільшенні масштабу досліджень інтенсивніше (50-58% зон).

При збільшенні масштабу досліджень інтенсивність прояву розломів теж збільшується, спостерігається звуження ширини зони інтенсивного прояву розлому, тобто з'являється можливість визначати розломи V, VI, VII та інших рангів при більш детальних дослідженнях в межах розломів I та II рангу визначених попередниками.

Висновки. В роботі на основі різнопланової обробки геофізичної і тектонічної інформації визначені особливості комплексування геолого-геофізичних методів для вирішення основних та спеціалізованих задач екологічного моніторингу для оцінки впливу сховищ промислових відходів на геологічне середовище на різних етапах їх функціонування. На прикладах Середнього Придніпров'я показана можливість обробки різномасштабної геолого-геофізичної інформації за допомогою апарату багатомірної регресії для обґрунтування вибору конкретних ділянок ефективного застосування відповідних методів у екологічному моніторингу геологічного середовища.

Список літератури

1. Шапар А.Г. Стратегія і тактика сталого розвитку / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач та ін. – Дніпропетровськ: «Моноліт». – 2004. – 320 с.
2. Вахромеев Г.С. Экологическая геофизика / Г.С. Вахромеев. – Иркутск: ИрГТУ, 1995. – 216 с.
3. Тяпкин О.К. Геофизические методы решения геозкологических задач / О.К. Тяпкин. – Днепропетровск: Монолит, 2006. – 320 с.
4. Білашенко О.Г. Геометричні особливості фізико-геологічних моделей сховищ відходів збагачення уранової сировини в Середньому Придніпров'ї / О.Г. Білашенко, П.Г. Пігулевський, О.К. Тяпкін // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2012. – №1. – С.9-15.
5. Тяпкин К.Ф. Системы разломов Украинского щита / К.Ф. Тяпкин, В.Н. Гонтаренко. – Киев: Наукова думка, 1990. – 184 с.

*Рекомендовано до публікації д.геол.н. Довбнічем М.М.
Надійшла до редакції 06.01.15*