

про магнітну сприйнятливість руд з цієї глибини. Методика вимірів та обробка результатів наведені в роботі [4]. Досвід роботи на Куржункульському, Качарському, Кенто-бинському родовищах Казахстану показав, що застосування МШП дає можливість визначити вміст заліза з похибкою $\pm 1,81\%$ і запаси руди з похибкою $\pm 5,7\%$ в об'ємі куба, розміри якого дорівнюють висоті уступу горизонту кар'єра. Аномальне значення вертикальної складової магнітного поля, виміряне в центрі рамки, не залежить від J_n . За результатами вимірів МШП на робочих площадках горизонтів кар'єрів з кроком 5-10 м будуються плани якості руд, які дозволяють виявляти пропущені детальною розвідкою тіла, оцінювати запаси і границі рудних блоків, зменшувати втрати руди в надрах та її засміченість.

УДК 504.55

І.В. Саніна, зав. сект.

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ

Складна сучасна еколого-геологічна обстановка та складні і неоднорідні природні умови і значне техногенне навантаження обумовили необхідність виконання оцінки екологічного стану геологічного середовища. Узагальнення великої кількості накопиченої інформації дали можливість визначити перелік задач та критерії оцінки екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій. Аналіз фактографічних даних дозволило виконати оцінку екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій. Виконані дослідження екологічного стану геологічного середовища території прикордонних областей дозволяють визначити негативні зміни геологічного середовища і на сучасному рівні роботи висновки про напрямки екологічного моніторингу геологічного середовища та розробляти рекомендації його удосконалення.

Complex modern ecological and geological conditions, non-uniform natural conditions and significant technogeny loading have caused necessity of performance of an estimation of an ecological condition of geological environment. Generalization of a plenty of the saved information have enabled to define the tasks and criterion of an estimation of an ecological condition of geological environment of boundary territories. The analysis facts has allowed to execute an estimation of an ecological condition of geological environment of frontier territories. The executed researches of an ecological condition of geological environment of territory of frontier areas allow to define negative changes of geological environment and at a modern level to make conclusions about directions of ecological monitoring of geological environment and to develop the recommendations of its improvement.

Високий рівень техногенного навантаження на геологічне середовище України обумовив комплексні зміни геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних умов, які в ряді регіонів призвели до стійкого погіршення природної обстановки і набули трансграничного характеру. Значне техногенне навантаження спричинило зміни екологічного стану підземних вод, їх гідрохімічних та гідродинамічних показників. Геохімічна діяльність людини за своїми масштабами стала порівнянною з природними процесами в літосфері. Найбільш яскраво це виявляється у забрудненні компонентів геологічного середовища (особливо ґрунтів) важкими металами. Крім того, внаслідок аварії на ЧАЕС в межах західного та південного "слідів", на площі до 120 тис. км² відбулося значне радіонуклідне забруднення ґрунтів. Радіонуклідне забруднення поширилося на суміжні території Білорусі та Росії.

Складна сучасна еколого-геологічна обстановка, динаміка змін геологічного середовища в сукупності зі складними і неоднорідними природними умовами та значним техногенним навантаженням обумовили необхідність створення єдиної системи досліджень геологічного середовища, координації для цього зусиль багатьох країн. Створена Міжурядова рада з розвідки, використання і охорони надр, в роботі якої приймають участь повноважні представники і експерти від Республіки Вірменії, Республіки Білорусь, Грузії, Республіки Казахстан, Киргизької Республіки, Російської Федерації, України, Республіки Узбекистан (спостерігач).

В УкрДГРІ ведуться дослідження, які можуть розглядатися як складова частина виконання рішень Ради. В рамках цих робіт (тема № 609, "Комплексна оцінка екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій") виконана регіональна оцінка стану геологічного середовища прикордонних з Росією та Білоруссю територій та морської економічної зони України.

Інтегральна оцінка еколого-геологічних умов та виконання районування території за результатами вивчення

1. Стадухин В.Д., Гуранов В.Н., Шабанова К.Н. и др. Метод искусственного подмагничивания при поисках магнетитовых месторождений. Методические рекомендации. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. – 106 с. 2. Шабанова Н.Н. Теория и практика методов искусственного подмагничивания при поисках железорудных месторождений. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982. – 18 с. 3. Портнов В.С. К теоретическому рассмотрению метода искусственного подмагничивания // Наука и техника Казахстана / Научный журнал ПГУ. – Павлодар, 2003. – Вып. 3. – С. 42-47. 4. Портнов В.С. Термодинамический подход к задачам геофизического опробования железорудных месторождений. – Караганда: КарГТУ, 2003. – 178 с. 5. Портнов В.С., Юров В.М. Связь магнитной восприимчивости магнетитовых руд с термодинамическими параметрами и содержанием железа // Известия ВУЗов. Горный журнал. – 2004. – Вып. 6. – С. 122-126. 6. Портнов В.С., Юров В.М. Прогнозные запасы железорудных месторождений Казахстана // Промышленность Казахстана. – 2004. – Вып. 12. – С. 82-83.

окремих компонентів геологічного середовища є актуальною і досить складною задачею. Цільове призначення таких робіт – виявлення, картування та прогнозна оцінка закономірностей і динаміки негативних змін геологічного середовища (ГС) та його основних параметрів (геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних), які безпосередньо чи опосередковано впливають на екологічний стан територій, регіонів, держави в цілому, а також підготовка картографічної основи для планування і проведення моніторингу геологічного середовища.

Одним з головних проблемних питань оцінки екологічного стану ГС є розробка системи критеріїв та показників оцінки, як геологічного середовища в цілому, так і його окремих компонентів. Без узгодженої системи таких критеріїв неможливо виконати обґрунтоване картографування параметрів та характеристик геологічного середовища, які можуть бути використані для еколого-геологічних чи екологічних висновків.

Взагалі, проблема розробки критеріїв якості природних середовищ є міждержавною і міждисциплінарною. Їх розробкою займалися провідні фахівці Росії, України, Білорусії [1-6]. І найменш чітко такі критеріїв визначені для геологічного середовища. В сучасних методичних розробках найчастіше викладені пропозиції щодо формування критеріїв лише окремих компонентів геологічного середовища. Інтегральні показники часто далекі від чіткості і однозначного тлумачення [1-6].

Для виконання оцінки екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій за основу взяті розроблені в УкрДГРІ "Тимчасові вимоги щодо складання карти екологічного стану геологічного середовища масштабу 1: 200 000 як складової частини робіт з ГДП- 200" [6], які увібрали в себе досвід як вітчизняний так і Росії та Білорусі.

Розробка критеріїв (параметрів) оцінки екологічного стану геологічного середовища обумовлена необхідністю ме-

тодичної і параметричної уніфікації даних моніторингу прикордонних територій різних суміжних країн і адекватного картографічного відображення екологічного стану геологічного середовища за допомогою сучасних ГІС-технологій.

Запропонована система критеріїв оцінки екологічного стану геологічного середовища базується на досвіді різномасштабних еколого-геологічних досліджень і картографування, виконаних в останні десятиліття підприємствами геологічної галузі України, фахівцями Росії та Білорусі, і враховує діючі нормативи, стандарти, а також як природні так і техногенні фактори.

Безумовно, запропоновані для рішення вищевказаних проблем підходи дещо схематичні, але зайва деталізація при регіональних оцінках може привести до виникнення розбіжностей при ув'язці картографічних матеріалів, що вкрай небажано. Звичайно, автори розуміють, що питання це залишається дискусійним і вимагає спеціальних комплексних досліджень, у тому числі на рівні двосторонніх розробок.

Запропоновану систему критеріїв варто розглядати у певній мірі як уніфіковану й у той же час, як відкриту, у зв'язку з чим вона може бути удосконалена чи доповнена виконавцями робіт відповідно до конкретних умов території досліджень і поставлених геологічних задач по екологічному вивченню ГС прикордонних територій.

На завершальному етапі досліджень виконуються узагальнена (інтегральна) оцінка екологічного стану геологічного середовища, та районування території, що вивчається, за рівнями екологічного стану геологічного середовища (див таблицю 1).

Комплексна оцінка зіставлення окремих параметрів геологічного середовища, характер їх змін свідчить про те, що наслідки техногенного впливу призвели до суттєвих змін геологічного середовища, які важко усунути, або таким, що стали незворотними. В значній мірі, як це було зазначено вище, це стосується екогеохімії ґрунтів, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов (див. рисунок 1).

Таблиця 1. Визначення екологічного стану геологічного середовища

Екологічний стан геологічного середовища	Рівні забруднення			Ступінь ураженості території небезпеч- ними геологічними процесами
	ґрунтів та донних відкладів		підземних вод	
	важкими металами	радіонуклідами		
Дуже напружений 	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже небезпечний	Дуже сильний
Напружений 	Небезпечний	Небезпечний	Небезпечний	Сильний
Помірно напружений 	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Помірно небезпечний	Середній
Задовільний 	Припустимий	Припустимий	Припустимий	Помірний і незначний

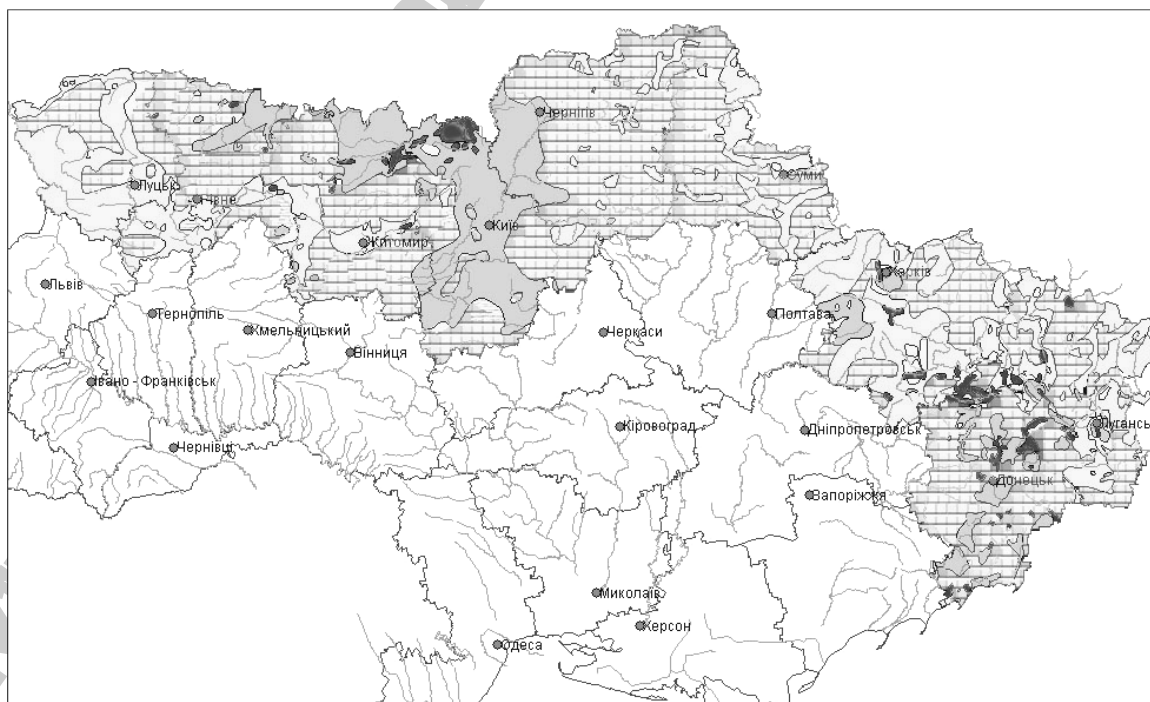


Рис. 1. Результати оцінки екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій

Для безпосередньої реалізації завдань з оцінки еколого-геологічних умов території автори застосували ГІС-технології (ArcView GIS 3.2a). Для створення моделі використовувався метод векторного накладання шарів, який дозволяє автоматично визначити області перетину об'єктів та територій, що зіставляються. В результаті створюється новий набір даних, в якому кожній результуючій області присвоєні атрибути вихідних (див. рисунок 1). Такі процедури дозволили виконати районування досліджуваної території за рівнями екологічного стану ГС відповідно до вибраної методики оцінки екологічного стану геологічного середовища.

Відповідно до прийнятої методики досліджень на території прикордонних областей України з Росією та Білорусією виконано інтегральну оцінку екологічного стану геологічного середовища і виділено 4 райони: дуже напружений, напружений, помірно напружений, задовільний екологічний стан геологічного середовища (див. табл. 1 та рис. 1).

Райони з дуже напруженим екологічним станом геологічного середовища територіально приурочені до східних та північних частин досліджуваної території.

Виділення першого з них в межах Донецької, Луганської та Харківської областей обумовлено цілим комплексом чинників, основними серед яких стало забруднення ґрунтів важкими металами та незадовільний стан підземних вод, що спричиняється природно-техногенними умовами території.

Інтенсивний видобуток вугілля у Донбасі впродовж довгих років і пов'язаний з ним водовідлив мінералізованої води з твердими домішками та переміщення значної маси порід обумовили комплексний характер впливу на геологічне середовище. Це в першу чергу відбивається на забрудненні ґрунтів, підземних вод, просіданні денної поверхні над гірськими виробками і заболочуванням значних площ, на підробках річкової мережі з втратою поверхневого стоку, підтопленні земель, зміні водного балансу як на окремих шахтних полях, так і в вугільному басейні в цілому.

Значне техногенне навантаження на навколишнє середовище у Донбасі обумовило значні зміни екологічного характеру на території площею 20 тис. км² [7]. Сукупні площі шахтних полів у Донецькій та Луганській областях складають відповідно 10,4 % і 8 % (таблиця 2).

Таблиця 2. Сукупні дані про вугледобувне навантаження по геологопромислових районах Донбасу за період 1960 – 2004 рр. [7]

№ зап	Адміністративна область, кількість геологопромислових районів (ГПР)	Площа шахт-них полів, км ²	Об'єми скидів шахтних вод, тис. м ³ /год	Сукупна площа міст, смт, км ² над шахтами	Кількість		
					вугільних шахт: діючих, тих, що будуються / закритих	ВЗФ: діючих / закритих	відстійників/ териконів
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Донецька – 5	2 756	46,6	645,6	119 / 124	30 / 7	147 / 447
2	Луганська – 9	2 187	34,8	340,3	78 / 88	28 / 3	65 / 361
Всього – 14		4 943	81,1	985,9	1 977 / 212	58 / 2	212/807

У Донецькому вугледобувному районі починають формуватися нові еколого-геологічні умови, прогнозування яких недостатньо розроблене, що спричиняє визначення не завжди об'єктивних підходів до способу ліквідації шахт та робіт з рекультивації і, у зв'язку з цим, суттєвий негативний вплив на геологічне середовище та умови життєдіяльності населення.

На цій території встановлені значні за площею та контрастністю геохімічні аномалії в ґрунтах з сумарним показником забруднення (СПЗ) 33 і 34. Забруднення спричиняється такими елементами як Pb, Hg, Cr, Zn, Cd (Донецьк) та Pb, Zn, Cu (Маріуполь). В ґрунтових водах цієї території відмічається підвищений вміст миш'яку, свинцю, ртуті, фтору, барію, марганцю, літію, нітратів мінералізація води з підвищеним вмістом сульфатів і хлоридів досягає 3-6 г/дм³. Максимальним забрудненням ґрунтів і ґрунтових вод характеризуються райони Донецько-Макіївський, Докучаєвський, Горлівський.

Аналогічна обстановка склалася в Луганській області, де зафіксовані площі забруднення ґрунтів з небезпечним та помірно небезпечним рівнями забруднення такими елементами: Pb, Zn, Cu, Hg (СПЗ 33), Pb, Zn (СПЗ 18), Cd, Zn, Cu (СПЗ 17). На погіршення екологічного стану ГС впливає не тільки забруднення ґрунтів важкими металами та перетворюваність геохімічних ландшафтів, а також високий, а місцями дуже високий ступінь ураженості території ЕГП. Техногенна порушеність земної поверхні внаслідок гірничодобувних робіт сприяє прискореному проникненню забруднення з поверхні у водоносні горизонти.

Другий район з дуже напруженим екологічним станом геологічного середовища приурочений до півночі

Київської області, його виділення стало можливим внаслідок забруднення ґрунтів радіонуклідами Cs-137 (100-2 500 Бк/кг або 0,2-5 Ки/км² та 100-7 500 Бк/кг або 0,2-15 Ки/км²) і Sr-90 (10-1 500 Бк/кг або 0,02-3 Ки/км² та 10-1500 Бк/кг або 0,02-3 Ки/км²) та важкими металами, які за сумарним показником забруднення відносяться до небезпечного рівня (СПЗ 33), основні елементи-забруднювачі – Pb, Zn, Cu, Mn.

Геохімічні аномалії в ґрунтах в поєднанні із забрудненням підземних вод нітратами обумовили виділення значних за площею районів з напруженим рівнем екологічного стану геологічного середовища в північних частинах Рівненської, Житомирської та значної частини Київської областей.

Більш чисельні, але менші за площею, райони із напруженим рівнем екологічного стану геологічного середовища зафіксовані на території Донецької, Луганської і Харківської областей, де сформувалися складні техногенно-геологічні системи з розвиненими промислово-міськими агломераціями, територіально-промисловими комплексами. На думку авторів, виділення райони із напруженим рівнем екологічного стану геологічного середовища логічно пояснюється як впливом інтенсивного техногенного навантаження, так закономірною зміною однієї із головних складових геологічного середовища – підземних вод, мінералізація яких збільшується до 2-4 г/дм³, в них підвищується вміст сульфатів, хлоридів.

Значні за площею райони з помірно напруженим екологічним станом геологічного середовища закартовані в Волинській, Рівненській, Житомирській, Чернігівській, Сумській областях. Якщо в Волинській, Рівненській, Житомирській областях такий екологічний стан гео-

логічного середовища спричиняється переважно помірно небезпечним радіонуклідним забрудненням ($\text{Cs-137} - 1\text{--}5 \text{ Кі/км}^2$, $\text{Sr-90} - 0,02\text{--}0,15 \text{ Кі/км}^2$), то у Чернігівській та Сумській областях – за рахунок наявності значних площ стійкого нітратного забруднення підземних вод. (4-10 ГДК). До того ж, великі площі ґрунтових вод забруднені залізом, бромом, ртуттю, фтором, у воді з'явилися пестициди та нафтопродукти, не притаманні для природного складу підземних вод.

Незабруднені території, із задовільним екологічним станом геологічного середовища виділяються у Волинській, Рівненській, Житомирській, Харківській, Сумській, Донецькій та Луганській областях.

Треба зазначити, що екологічний стан геологічного середовища північної частини досліджуваної території, що граничить з Білорусією (Волинська, Рівненська області), ускладнюється значною ураженістю небезпечними геологічними процесами (понад 50 %). Основними чинниками тут стали карстоутворення та природне невисоке залягання рівнів ґрунтових вод (див. рисунок 2).

Висновки

Узагальнення великої кількості накопиченої інформації еколого-геологічного спрямування і визначення переліку задач дали можливість визначити критерії оцінки екологічного стану геологічного середовища.

Аналіз фактографічних даних дозволив визначити, оптимально, з авторської точки зору, зміни підземної гідросфери, геохімічного стану ландшафтів, техногенного навантаження, а також ураженості території досліджень небезпечними екзогенними геологічними процесами. Все це дозволило виконати оцінку екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій.

Виконана оцінка екологічного стану геологічного середовища території прикордонних областей, яка базується на аналізі еколого-геохімічних, еколого-гідрогеологічних умов території та визначенні техногенного навантаження, дозволяє на сучасному рівні робити висновки щодо напрямків екологічного моніторингу, які стосуються геологічного середовища, і розробляти рекомендації його удосконалення.

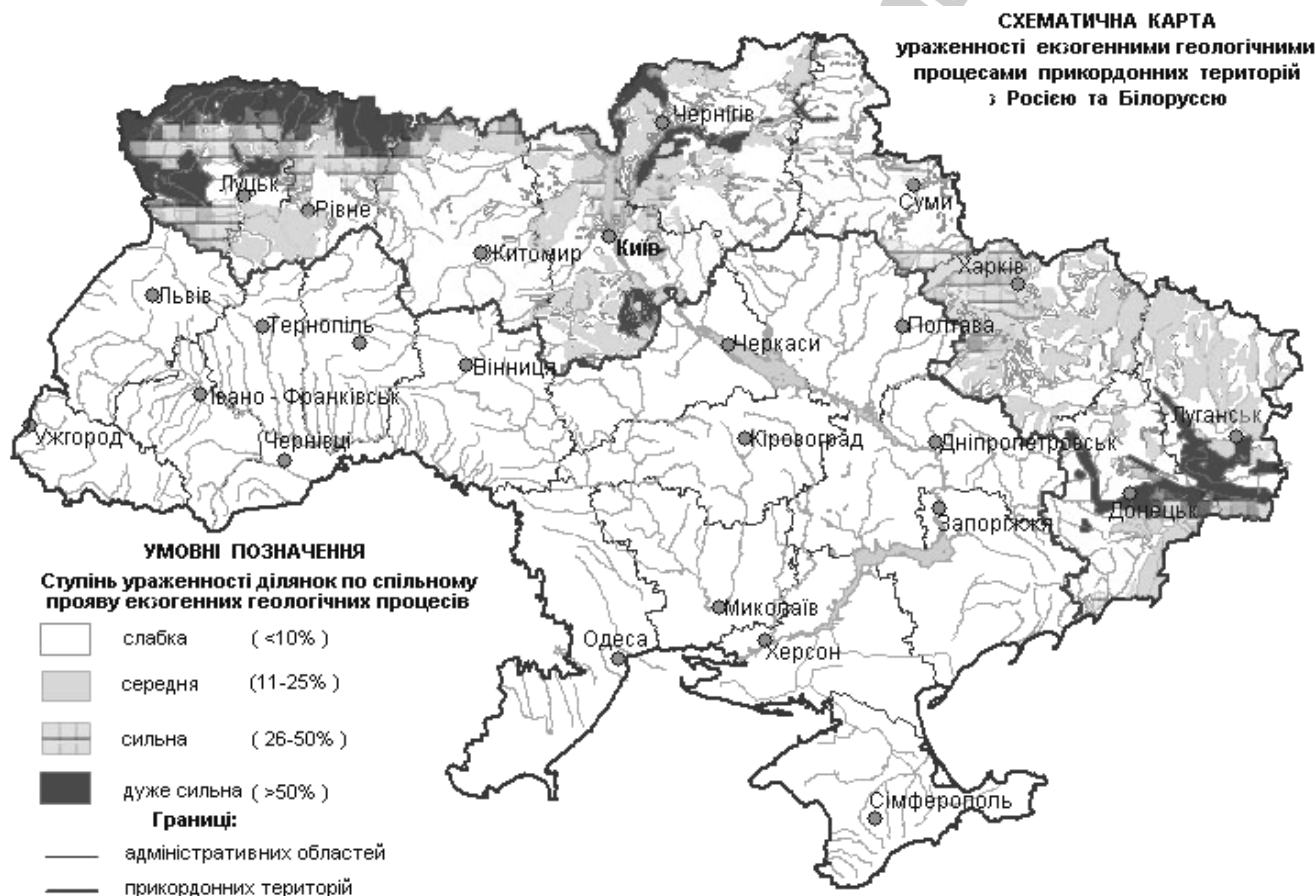


Рис. 2 – Схематична карта ураженості території досліджень екзогенними геологічними процесами

Відтворення типізації території прикордонних областей за чинниками негативного впливу на геологічне середовище є основою для підготовки відповідних пропозицій стосовно подальшого вивчення цієї території і проведення необхідних природоохоронних заходів. Визначення екологічних параметрів і характеристик геологічного середовища, прогнози можливих негативних змін його окремих компонентів, розробка науково обґрунтованих рекомендацій можуть бути покладені в основу прийняття відповідних рішень і розробки заходів щодо уникнення або мінімізації можливих негативних змін.

Вирішення завдань з мінімізації негативного впливу на геологічне середовище слід пов'язувати із розвитком системи моніторингу геологічного середовища, удосконаленням інформаційних потоків між суб'єктами моніторингу, подальшим розвитком програмного і технічного забезпечення таких робіт.

Очевидно, що впровадження моніторингу геологічного середовища прикордонних територій на двосторонньому і багатобічному рівнях буде сприяти:

- уніфікації оцінок екологічного стану геологічного середовища прикордонних територій;

- - оптимізації схем моніторингу, у першу чергу, при надрокористуванні в межах трансграничних геологічних структур і родовищ;
- - зниженню ризику виникнення надзвичайних екологічних ситуацій трансграничного характеру;
- - випереджальному обґрунтуванню, узгодженню і проведенню спільних природоохоронних заходів, своєчасній розробці гранично-допустимих еколого-геологічних змін і впливів.

1. Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:200 000 – 1:100 000 (ВСЕГИНГЕО, 1990).
2. Методические рекомендации по составлению эколого-

УДК 550.831

геологических карт масштаба 1:1 000 000 – 1:500 000, сводная легенда и макеты (ВСЕГИНГЕО-ИМГРЭ, 1994). 3. Методика среднемасштабного эколого-геологического картирования (Минск, БелНИГРИ, 1994). 4. Временные методические рекомендации по охране геологической среды при пользовании недрами (Минск, БелНИГРИ с участием УкрГГРИ, 2000г.). 5. Временные методические положения эколого-геологического картирования (масштаб 1:50 000 – 1:200 000) (Госкомгеологии Украины, Укр ГИМР, ГГП "Геопрогноз", 1997). 6. Тимчасові вимоги щодо складання карти екологічного стану геологічного середовища масштабу 1: 200 000 як складової частини робіт з ГДП-200 (УкрГГРИ, 2002). 7. Різник Т.О. "Створення комп'ютерної бази фактографічних та картографічних даних для оцінки впливу гірничовидобувних робіт на геологічне середовище та вивчення гідрогеологічних умов розробки вугільних родовищ Донбасу", УкрДГРІ, К., 2005.

П.О. Міненко, канд.геол.-минералог.наук
Р.В. Міненко, студ.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗВ'ЯЗКІВ ОЛЗГ АВТОМАТИЗОВАНИМИ ПРОГРАМНИМИ МІКРОСИСТЕМАМИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТЕКТОНІЧНИХ ЗОН МЕТОДАМИ ГРАВІМЕТРІЇ В МІСЦЯХ ЗАБУДОВИ ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

В програмне забезпечення включені ряд розроблених спеціальних методів розв'язку обернених задач гравіметрії, комплексуювання яких є необхідною умовою для ефективного вивчення тектонічних зон в масивах гірських порід кристалічного фундаменту.

In the software it is included a number of special author's methods of the decision of return problems gravity which complex use is a necessary condition for effective studying tectonic zones in files of rocks of the crystal base.

Вступ. Для вивчення тектонічних зон потрібні спеціальні та гнучкі методи підготовки гравіметричних даних, оскільки кожний випадок потребує окремого набору прийомів з різними методами розв'язку обернених лінійних та нелінійних задач гравіметрії (ОЛЗГ,ОНЗГ).

Будівництво електростанцій, аеродромів, гребель, відстійників потребує детального вивчення характеру монолітності масивів гірських порід в кристалічному фундаменті, а тому необхідно в результаті інтерпретації отримати як саму структуру щільності масивів гірських порід, так і її неоднорідності, що можна виконати тільки комплексом різних методів розв'язку ОЛЗГ та ОНЗГ.

Стан проблеми. Відомі приклади вивчення тектонічних зон методами гравіметрії [1,2,3], але в тих випадках їх вивчення виконано лише наявними окремими методами без врахування їх специфічних можливостей, в результаті чого одержані лише дані про наявність окремих тектонічних зон на ділянці геофізичної зйомки.

Постановка задачі. Метою даної статті є розробка набору методів розв'язку обернених задач гравіметрії та магнітометрії, з яких можна формувати комплекси методів, що забезпечують здобуття найбільшої кількості корисної інформації для вивчення будови самих тектонічних зон.

Результати досліджень. Поставлена мета досягається тим, що використовуються всі відомі методи обробки карт поля сили тяжіння (осереднення, перерахунок на висоту, обрахунок дисперсій поля, обчислення сум поля за напрямками, тощо) та різні методи розв'язку обернених задач (прості ітераційні методи для сталої та змінної щільності в блоках, нелінійні методи, умовні алгоритми, фільтри Вінера, Калмана та фільтри, що розроблені на їх основі).

Програми розв'язку ОЛЗГ та ОНЗГ трансформують гравітаційне поле в 3D-модель розподілу аномальної густини гірських порід верхнього шару земної кори обмеженої глибини з автоматичним підбором регіонального фону системою уступів. Програми складаються з таких блоків: блок визначення масивів, констант, вхідних та початкових даних; блок обчислення матриць a_{ij} прямої задачі гравіметрії для всіх компонент аномальної густини, що змінюється за поліноміальним законом з глибиною та за лінійним законом в горизонтальних напрямках; блок перевірки стійкості розв'яз-

ку обернених задач гравіметрії; блок методу підбору попереднього розв'язку оберненої задачі; блок виключення із поля сили тяжіння g_j впливу відомої частини розподілу аномальної густини; блоки запису потрібних масивів в зовнішні файли;блоки друку; блоки функцій прямих задач; комплекс блоків інтерпретації гравітаційного поля – розв'язку обернених задач оптимізаційними ітераційними методами з умовами або без них. Використовуються ітераційні методи з одним оптимізуємим параметром τ для всіх невідомих x_i , або по одному параметру τ_i для кожної невідомої величини x_i . Крім того, використовуються ітераційні формули як з лінійними B_i , так і з квадратичними доданками B_i^2 до кожної невідомої x_i на кожній n -тій ітерації.

Безумовні алгоритми за нормою поправки до щільності мають вигляд:

$$1) F_3 = \sum_i (B_{i,n+1})^2 \xrightarrow{\tau = \text{const}(i)} \min; \quad x_{i,n+1} = x_{i,n} - \tau_{n+1} * B_{i,n};$$

$$\lambda_i = \sum_j a_{ij}; \lambda_j = \sum_i a_{ij};$$

$$r_{j,n} = (a_{ij}, x_{i,n}) - g_j; \quad r_{j,n+1} = r_{j,n} - (a_{ij}, B_{i,n} * \tau_{i,n+1}); \quad B_{i,n} = (a_{i,j} / \lambda_i / \lambda_j, r_{j,n});$$

$$\tau = (B_{i,n}, C_{i,n}) / (C_{i,n}, C_{i,n}); \quad C_{i,n} = ((B_{i,n}, a_{i,n}), a_{i,j} / \lambda_j / \lambda_i);$$

$$2) F_4 = \sum_i (B_{i,n+1})^2 \xrightarrow{\tau_i \neq \text{const}} \min; \quad x_{i,n+1} = x_{i,n} - \tau_{i,n+1} * B_{i,n};$$

$$x_{i,n+1} = x_{i,n} - \tau_{i,n+1} * B_{i,n};$$

$$3) F_1 = \sum_i (B_{i,n})^2 \xrightarrow{\tau, \mu} \min;$$

$$x_{i,n+1} = x_{i,n} - \tau_{n+1} * B_{i,n} - \mu_{n+1} * B_{i,n}^2.$$

$$\tau_{n+1} = (A_{d1}u_3 - A_{d2}u_2) / T_c; \quad \mu_{n+1} = (A_{d2}u_1 - A_{d1}u_2) / T_c;$$

$$T_c = u_1u_3 - u_2^2; \quad u_1 = (T_{1,i}, T_{1,i}); \quad u_1 = (T_{1,i}, T_{2,i});$$

$$u_3 = (T_{2,i}, T_{2,i}); \quad A_{d1} = (B_{n,i}, T_{1,i}); \quad A_{d2} = (B_{n,i}, T_{2,i});$$

$$Z_j = (a_{i,j}, B_{n,i}); \quad Z_{1j} = (a_{i,j}, B_{n,i});$$