

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»

УДК 55:504.5(477.6)

УДАЛОВ ІГОР ВАЛЕРІЙОВИЧ

**ЦИКЛИ ТЕХНОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА
ТА СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ДОНБАСУ**

21.06.01 - екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

доктора геологічних наук

Київ 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі гідрогеології факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

Офіційні опоненти:

доктор геолого-мінералогічних наук, професор, член-кореспондент НАН України **Белєвцев Рудольф Якович**, Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, завідувач відділу термодинаміки геосфер

доктор геологічних наук, професор **Євдощук Микола Іванович**, Інститут геологічних наук НАН України, завідувач відділу геології вугільних родовищ

доктор геолого-мінералогічних наук, доктор географічних наук, доктор технічних наук, професор **Рудько Георгій Ілліч**, Державна комісія України по запасах корисних копалин, голова комісії

Захист відбудеться «09» червня 2017 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.192.01 при ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», за адресою: 03680, м. Київ-142, пр. Академіка Палладіна, 34-а.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» за адресою: МСП 03680 м. Київ-142, пр. Палладіна 34-а.

Автореферат розісланий «05» травня 2017 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради
канд. геол.-мін. наук

В.Г. Яценко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми досліджень. Сталий розвиток сучасного суспільства неможливий без оцінки різних типів техногенного впливу на навколишнє природне середовище (НПС). В Україні з 1996 р. відбувається реструктуризація вугільної галузі, яка супроводжується «мокрою» консервацією вуглевидобувних шахт. Особливо гостро ці впливи простежуються на територіях з високою концентрацією шахт і в більшості випадків мають субрегіональний масштаб. Одним із завдань екологічної політики держави є відтворення якості НПС. На сьогодні бракує методологічних розробок, в яких би поєднувались дві ключові основи: геолого-гідрогеологічна, як субстанційна - з одного боку, і регіональна екологічна небезпека, спричинена інтенсивним техногенезом - з іншого, розглянуті у своїй нерозривній сукупності, тобто у системній ув'язці. Трансформація геологічного середовища (ГС) як фактор «глибинної» (у прямому та переносному сенсі) геоєкології, мусить слугувати і поясненням сучасних процесів техногенного перетворення, і засобом прогнозування катастрофічних процесів, попередження й боротьба з якими є завданням системи екологічної безпеки не лише регіонального, але й національного рівня.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана в рамках загальнодержавної «Програми реструктуризації вугільної промисловості України», основні напрямки якої визначені Указом Президента України № 116 від 07.02.1996 р. «Про структурну перебудову вугільної промисловості» і Постановою Кабінету Міністрів від 28.03.1997 р. Необхідність регіонального підходу до питань закриття вугільних шахт передбачена Постановою Кабінету Міністрів № 31 від 12.01.1999 р. «Про міри щодо рішення еколого-гідрогеологічних проблем, що виникають у наслідок закриття гірничо-видобувних підприємств, шахт, розрізів».

Результати проведених досліджень, на яких ґрунтується дисертаційна робота, безпосередньо пов'язані з науково-дослідницькими темами, які виконувалися на спеціалізованих геологічних підприємствах (ДК «Укрвуглереструктуризація», ДРГП «Луганськгеологія») та Українському науково-дослідному інституті екологічних проблем. Автор під час роботи з 2000 по 2008 рр. був керівником та виконавцем робіт з вибору інженерно-технічних рішень, пов'язаних з фізичною ліквідацією вугільних шахт; паспортизацією та рекультивацією 85 відвалів порід у Луганській області.

Робота виконувалася відповідно до держбюджетних науково-дослідних робіт факультету геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: «Визначення елементного складу твердих донних відкладень (геологічних зразків) з використанням методу рентгенофлуоресцентного аналізу, 2012 р. № ДР 0112U001042»; «Дослідження впливу геохімічних бар'єрів на процеси міграції важких токсичних металів у ґрунтового покритті, 2011 р. № ДР 0110U000583»; «Відновлення забрудненого важкими металами та радіонуклідами ґрунтового покриття з застосуванням фітотехнологій та штучних геохімічних бар'єрів, 2013 р. № ДР 0111U010520».

Мета роботи - оцінка ступеню екологічної небезпеки, що виникає в результаті циклів техногенної трансформації ГС Північно-Східного Донбасу.

Для досягнення означеної мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- дослідити закономірності системного впливу закриття вугільних шахт на еколого-техногенні параметри ГС та встановити основні напрямки створення системи екологічної безпеки регіону;
- визначити особливості розподілу токсичних елементів у вугіллі та вміщуючих породах. Визначити їх єдність, відмінності, генезис;
- визначити закономірності розподілу та локалізації токсичних і рідкісних елементів у площині та вертикальному розрізі;
- визначити передумови формування зон підвищеної радіоактивності в процесі вуглевидобувної діяльності;
- дослідити процеси міграції важких металів та радіонуклідів у ґрунтах та підземних водах;
- розвинути класичні уявлення про вплив циклів техногенезу на ГС в умовах масштабного будівництва та закриття вугільних шахт.

Об'єктом дослідження є техногенні процеси в геологічному середовищі.

Предметом дослідження є чинники негативного впливу техногенної трансформації на навколишнє природне середовище.

Методи досліджень. При вирішенні теоретичних та практичних завдань використовувалися методи історичного, структурно-тектонічного, літолого-фаціального, гідрогеологічного, геохімічного уточнення геологічної будови вугільних та вуглевміщуючих формацій, виявлення та прогнозування зон з аномальними властивостями, зокрема:

- аналізу та узагальнення геологічної інформації по вугленосним відкладам Північно-Східного Донбасу, геологічних карт і схем шахтних полів, первинної геологічної документації діючих та ліквідованих шахт;
- виконання мінералогічних, петрографічних, хімічних, фізичних та інших досліджень вугілля та вуглевміщуючих порід;
- лабораторні вугলেখімічні (визначення елементного складу, технічних характеристик вугілля), спектральний та рентгеноскопічний методи;
- аналіз складу та просторово-часової динаміки факторів техногенних змін ГС вугледобувних районів Північно-Східного Донбасу;
- визначення радіо-геохімічної складової вуглепородних масивів та відходів вуглепромислових підприємств;
- ГІС-технології було залучено для побудови аналітико-картографічного матеріалу.

Наукова новизна одержаних результатів:

Вперше:

- обґрунтовано циклічність та етапи техногенної трансформації ГС регіону в умовах вуглевидобувної діяльності, як домінуючого фактору регіональної екологічної небезпеки;
- встановлено критерії, що можуть бути використані в якості індикаторів екологічно небезпечних процесів, та визначено їх характеристики для кожного з етапів циклу трансформації ГС.

Для регіону Північно-Східного Донбасу, встановлено:

- вплив закриття вугільних шахт на ГС, що дало змогу визначити основні напрямки впливу цього процесу на стан екологічної безпеки для НПС;

- відмінність прямого техногенного впливу від активізації постійно діючих природних процесів, які призводять до погіршення екологічного стану ГС та в цілому НПС, що дає змогу регулювати їх інтенсивність на локальному рівні;
- особливості розподілу токсичних елементів у вугіллі та вміщуючих породах в непорушених умовах, що дозволяє орієнтувати та звузити коло екологічних досліджень в процесі техногенезу;
- встановлено закономірності розподілу та локалізації токсичних і рідкісних елементів у вертикальному розрізі, у взаємозв'язку з тектонічними порушеннями, які сприяють активізації масо-, газо-, енергопереносу у ГС під впливом техногенезу;
- досліджено умови формування зон техногенно-підвищеної радіоактивності в процесі вуглевидобувної діяльності, що дає змогу систематизувати та оцінити чинники ризику безпеки життєдіяльності.

Удосконалено:

- окремі аспекти процесу локалізації важких металів, які мігрують у техногенних ґрунтових потоках (на основі чого отримано патент);
- способи укриття низькоактивних радіаційних відходів (на основі чого отримано патент).

Набули подальшого розвитку класичні теоретичні уявлення про вплив техногенезу на ГС в умовах вуглевидобувної діяльності та їх роль у розвитку геоecологічного напрямку досліджень і формуванні екологічної безпеки регіону.

Практичне значення одержаних результатів визначається:

- новими методичними підходами у визначенні основних закономірностей і зв'язку вуглевидобувної діяльності, техногенних змін НПС та екологічної безпеки у Північно-Східному Донбасі;

- використанням результатів дослідження для оцінки та прогнозування впливу вуглевидобувних підприємств на екологічний стан ГС, як провідної складової НПС досліджуваної території;

- оцінкою екологічного впливу ліквідації вуглевидобувних підприємств шляхом «мокрої» консервації на гідрогеохімічні характеристики підземних вод регіону досліджень;

- проведенням оцінки прогнозних ресурсів (категорія P_2) важких металів у відходах промислових підприємств досліджуваної території.

Результати досліджень дисертанта відображені у науково-технічних розробках та представлені у двох патентах.

За результатами виконаних досліджень дисертантом в співавторстві видано навчальний посібник для студентів та викладачів вищих навчальних закладів «Еколого-геологічне картографування та моніторинг геологічного середовища».

Результати дисертаційної роботи використано під час викладання ряду дисциплін на факультеті геології, географії, рекреації і туризму Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна («Еколого-геохімічна зйомка», «Моніторинг геологічного середовища», «Охорона підземної гідросфери від забруднення та виснаження», «Основи гідрогеології та інженерної геології»).

Особистий внесок здобувача. Формування ідеї, мети і завдань дослідження, а також розробка теоретичних положень здійснені здобувачем особисто.

Експериментальні та прикладні дослідження, їх впровадження проводилися за безпосередньою участю дисертанта. Автору належить ідея, планування та виконання польових експериментальних та лабораторних досліджень, обґрунтування висновків. Практичні рішення щодо управління екологічною безпекою розроблені здобувачем особисто.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідалися та отримали позитивну оцінку на українських і міжнародних з'їздах, конференціях, серед яких: XVIII Міжнародна конференція з фізики радіаційних явищ і радіаційному матеріалознавству, м. Алушта (Крим), 2008 р.; V Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення», м. Харків, Україна, 2009 р.; XIX та XXI Міжнародная науково-техніческая конференция «Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов», г. Харьков, Украина, 2012 г., 2013 г.; VIII Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення», м. Харків, Україна, 2012 р.; Науково-практична конференція з міжнародною участю «Регіон: стратегія оптимального розвитку», м. Харків, Україна, 2012 р., 2013 р., 2014 р., 2015 р., 2016 р.; XXI, XXII Міжнародная научно-практическая конференция «Казантип-Эко. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения», г. Харьков, Украина, 2013 г., 2014 г.; I, II, III Наукова конференція «Проблеми гідрогеології на сучасному етапі», м. Харків, Україна, 2014 р., 2015 р., 2016 р.; Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Ресурсозбереження і хіміко-екологічні проблеми технологічних процесів», м. Харків, Україна, 2014 р.; Міжнародна наукова конференція «Актуальні проблеми пошукової та екологічної геохімії», м. Київ, Україна, 2014 р.; Науково-практична конференція пам'яті В.П. Макридіна «Новітні проблеми геології», м. Харків, Україна, 2015 р., 2016 р.; II Міжнародна науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування», м. Трускавець, Україна, 2015 р.

Публікації. Матеріали дисертації опубліковано у 57 наукових працях, з яких 2 монографії, 2 патенти, 32 статті у фахових виданнях (з них 6 за кордоном) та 21 публікація апробаційного характеру (в матеріалах і тезах конференцій).

Структура та обсяг роботи. Дисертація має загальний обсяг 287 с., складається зі Вступу, 6 розділів і Висновків. У дисертації міститься 35 таблиць, 22 рисунки, 28 додатків. Список використаних джерел містить 326 найменувань.

Подяки. Автор щиро вдячний д. г.-м. н., проф. Лур'є А.Й. та д. т. н., проф. Касімову О.М. за поради та консультації при виконанні роботи. Особливу подяку автор висловлює колективу кафедри гідрогеології факультету геології, географії, рекреації і туризму ХНУ імені В.Н. Каразіна за допомогу при оформленні дисертації.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Перший розділ роботи «Сучасний стан вивчення проблеми та особливості геологічної будови території». Проаналізовано роботи відомих вчених, фахівців, інженерів за даною проблемою. Комплексні багатопланові гідрогеологічні дослідження на території Західного Донбасу протягом багатьох років виконували Яковлев Є.О., Берсенев М.Г., Штаковський А.В., Сергєєва О.А., Шестопапов В.М., Огняник М.С. та ін. Дослідження волого- масо-переносу на шахтних відвалах

здійснювали Ситніков А.Б., Ромащенко М.І., Гапонов В.В., Сухорєбрий А.О. та ін. Розглянуто вплив затоплення шахт у період 1941–1943 рр., їхня відкачка в 1944–1954 рр. та комплексний вплив закриття шахт на стан НПС у період 1995–2005 рр. (роботи Щеголева Д.І., Попова В.С., Левенштейна М.Л., Гавриленко Ю.М., Єрмакова В.М., Ксенди І.М., Уліцького О.А., Бабаєва М.В. та ін.). Проаналізовано роботи з радіологічного впливу на НПС та роботи зі зміни хімічного складу шахтних і підземних вод (роботи Коваленко Г.Д., Рудя К.Г., Лисиченко Г.В., Яковлева Є.О., Бєсиди М.І. та ін.). Процеси забруднення НПС важкими металами визначаються не тільки умовами їх надходження, а головним чином, інтенсивністю перебігу фізико-хімічних процесів. Це насамперед результати досліджень, одержані такими вченими як Сергєєв Є.М., Гольдберг В.М., Шестаков В.М., Голубєв В.С., Рошаль О.О., Орадєвська А.Є., Г. Томас, Я. Бер, Ж. Фрід. Значна роль для вирішення поставленої проблеми належить результатам дослідження фізико-хімічної активності ґрунтів як основи їх поглинальної здатності. Це роботи Г. Спозіто, Перельмана О.І., Соботєвича Е.В., Жєвїнського Е.Я., Самчука А.І.

Дисертаційна робота спирається на розробки Вернадського В. І., Ферсмана О.Є., Перельмана О.І., Саєта Ю.Є., Глазовської М.А. та ін., та підкріплена власними авторськими аналітичними роботами та узагальненнями. Власні й запозичені матеріали порівнювалися для перевірки на відповідність, коригування й узагальнення. У ряді випадків негативний результат співставлення дозволив знайти «вузькі місця», розробка яких дозволила поглибити висновки. Фактичні дані комплексно оброблялися, із залученням апробованого авторитетними фахівцями апарату математичної статистики, для аналізу результатів дослідження і обґрунтування висновків.

Досліджувана територія розташована в межах південної околиці Східно-Європейської платформи і представлена палеозойськими, мезозойськими і кайнозойськими відкладами. Породи докембрію, які є фундаментом осадової товщі, виходять на поверхню в приазовській частині Українського кристалічного масиву.

Розглядаючи тектонічну будову досліджуваної території, необхідно відзначити, що Донецька складчаста споруда (ДСС) є складовою частиною великої пізньопалеозойської геотектонічної структури Доно-Дніпровського прогину (Прогин Великого Донбасу), який простягається в субширотному захід-північно-західному напрямку від р. Дон до Білоруського масиву (Поліського валу). Він включає в себе Донецький басейн, Дніпровсько-Донецьку западину (ДДЗ) і Прип'ятський (Мозирський) прогин, що обрамлені двома піднятими брилами фундаменту Руської платформи – Українським і Воронезьким кристалічними масивами, занурені бортові частини яких входять до складу прогину згідно з дослідженнями Бородулина М.І., Гавриша В.К., Доленко Г.Н., Майданєвича І.А. та ін.

ДСС складена чотирма структурними поверххами, розділеними кутовими неузгодженнями і значними стратиграфічними перервами, а саме: докембрійський, палеозойський, мезозойський і кайнозойський. ДСС є досить значним за розміром синклінорієм, складеним усіма перерахованими структурними поверххами, з великими простими складками в центральній зоні і дрібними складками, ускладненими розривами в прибортових частинах.

Гідрогеологічні умови описуваної території досить складні і різноманітні, що відображено в гідрогеологічному районуванні Донбасу за Бабинцем А.Є., Бутом Ю.С.,

Вараві К.М., Галабуді Н.І., Решетовим І.К., Суярком В.Г., Сидоренком А.В. та ін. Науковцями виділено два гідрогеологічних райони: Північний і Центральний. У Північному гідрогеологічному районі підземні води зустрічаються у всіх відкладах, але найбільше практичне значення має водоносний горизонт, приурочений до крейдяних відкладів, який і є основним джерелом питного водопостачання. Центральний гідрогеологічний район представляє собою систему малих складно побудованих басейнів тріщинно-пластових вод. Вся величезна товща піщано-глинистих відкладів карбону утворює синкліналі, мульди і западини різноманітних розмірів і форм, розділені великими і дрібними антиклінальними складками, куполами, і які містять численні напірні водоносні горизонти.

На адміністративному рівні територія Північно-східного Донбасу складається з восьми геолого-промислових районів (ГПР) (з північного заходу на південний схід): Лисичанського, Алмазно-Мар'ївського, Селезнівського, Боково-Хрустальського, Луганського, Оріховського, Краснодонського, Довжано-Ровенецького. В роботі наведено їх основні характеристики. Особливу увагу приділено розгляду кам'яновугільних відкладень, що містять промислові скупчення вугілля. Детально розглянуті геологія, тектоніка та гідрогеологія ГПР.

Другий розділ «Теоретико-методологічні основи дослідження впливу техногенезу на ГС». Дослідження впливу техногенезу на ГС та саме введення в наукову літературу терміну «техногенез» та «геологічне середовище» пов'язане з діяльністю таких видатних вчених як В. І. Вернадський, О. Є. Ферсман, Є.М. Сергєєв, В.І. Осипов, В.Т. Трофімов та ін. В своїх роботах дослідники дають загальне уявлення зв'язку процесів впливу техногенезу на ГС в локальних умовах. В даній роботі їх класичні уявлення набули подальшого розвитку, враховуючи особливості території досліджень та масштабності процесів техногенезу на цих територіях. Відзначено, що відносно компактне розміщення шахт Північно-Східного Донбасу при виведенні їх із експлуатації створює в регіональному масштабі передумови для зміни техногенного навантаження на ГС, що склалося, у бік збільшення, і одночасно призводить до розвитку нових процесів і явищ, а також до суттєвої активізації і посилення дії вже існуючих. Вплив вуглевидобувної галузі на екологічний стан ГС відбувається в певній послідовності, що дозволяє розглядати цей процес як циклічний. Функціонування і особливо закриття вугільних шахт обумовлює формування в межах шахтного поля і прилеглої території специфічного різновиду природно-техногенної системи. Вона включає в себе:

- поверхневі виробничі, технологічні та господарські об'єкти шахти з їх багатовекторним впливом на повітряне, водне та інші середовища;
- простір верхньої зони ГС, що підпадає під прямий і супровідний вплив гірничих робіт.

В роботі детально описано, що з екологічної точки зору мали місце різновекторні впливи на НПС. Доведено, що добування вугілля протягом тривалого часу призвело до корінної зміни стану ГС, при цьому також суттєво змінились властивості масиву гірських порід.

Встановлено, що основною причиною активізації негативних геологічних процесів в породному масиві при закритті шахти є підйом рівня підземних вод і пов'язані з цим процесом явища.

В процесі досліджень виявлено, що техногенні фактори, в окремих випадках, служать каталізатором природних процесів, які впливають на стан масиву вугленосних і покривних порід. Техногенні фактори впливають на активність природних процесів і інтенсивність їх протікання. Так, наявність пустот в породному масиві і їх розміри, властивості міцності порід, ступень їх вивітрювання і метаморфізації, літологічні особливості і потужність шарів, а також фізико-механічні властивості порід, кут падіння окремих шарів – все це, без сумніву, впливає на стійкість і поведінку порід при зволоженні. В ситуації, що досліджується, ускладнює описані вище характеристики породного масиву, наявність розривної та плікативної тектоніки та природна тріщинуватість порід, техногенно підсилена в результаті діяльності шахт. Всі ці характеристики безпосередньо впливають і на фільтраційні властивості породного масиву. Крім того, було враховано активізацію масо-, газо- та енергопереносу в вертикальному розрізі. До техногенних факторів, що впливають на динамічний стан породного масиву, можна віднести: зміну гідродинамічних умов при функціонуванні шахти – осушування порід, а при затопленні, відповідно, замочування і зволоження, підробітку будівель і споруд під час розробки пластів з наступним обрушенням порід покрівлі і, відповідно, техногенним тріщиноутворенням, втратою щільності порід, які супроводжують процес експлуатації та ліквідації шахти. Показано, що одним із наслідків анізотропного розподілу структурно-геологічних та гідрогеомеханічних властивостей гірського масиву, обумовленого як природними, так і техногенними особливостями його стану, є погіршення інженерно-сейсмогеологічної обстановки на досліджуваній території.

Встановлено, що кожний із напрямів змін ГС, наведених в табл. 1 представляє собою сукупність факторів однакової спрямованості, але різної інтенсивності та просторово-часового розвитку. Відзначено, що техногенні фактори більш динамічні та мінливі, їх дія не постійна. Встановлено, що активовані та інтенсифіковані природні фактори є величинами більш постійними для досліджуваного породного масиву, вони відображають його фізико-механічний стан і змінюються повільно. Крім цього, вони характеризують генетичні особливості масиву порід і впливають на інтенсивність прояву процесів, що в них відбуваються. Виявлено, що процес закриття шахт поєднав їх дію.

На жаль, ступінь впливу окремих факторів наразі неможливо описати кількісно. На сам перед, найбільш негативним процесом для досліджуваного породного масиву є зміна та інтенсифікація міграційних параметрів ГС. Переважний вплив гідрогеологічних факторів пояснюється тим, що підземні виробки і порожнини в породному масиві, ускладнені зонами підвищеної тріщинуватості, обумовленими впливом гірничих робіт, створюють умови для інтенсивної міграції підземних вод. Зокрема, міграція високомінералізованих вод карбону до поверхні, і їх змішування з водами крейдового водоносного горизонту, що використовується для питного водопостачання, призводить до суттєвого погіршення якості останнього.

Відзначено, що води, які поступають в підроблену товщу, сприяють розвитку процесів обвалення порід у виробки, при цьому збагачуючись Fe, Mn і іншими елементами та радіонуклідами. Крім того, ці процеси інтенсифікують газову міграцію. Відомо, що при обводненні тріщинуватих гірських порід збільшується площа контакту цих порід з водою і процеси газовиділення йдуть швидше.

Систематизація геологічних процесів, пов'язаних з діяльністю
вугільних шахт

Постійно діючі природні процеси	Процеси під впливом техногенного навантаження		Ступінь екологічної небезпеки
	Діяльність шахт	Закриття шахт	
1. Екзогенні геологічні процеси (ЕГП – зсуви, підтоплення, ерозія і ін.)	Просідання та планові зрушення поверхні, активізація ЕГП	Додаткова активізація просідань та планових зрушень поверхні, локальна активізація ЕГП	Інфраструктурна небезпека (комунікації, будівлі, трубопроводи) Локальна
2. Гідрогео-фільтраційні, гідрогео-механічні, гідрогео-міграційні	Розвиток депресій підземних вод, формування техногенної трищинуватості, гідрогеомеханічних зон, техногенних водоносних горизонтів	Підйом рівнів, скорочення депресій підземних вод, активізація процесів підтоплення, прискорення міграції хімічних елементів, техногенних забруднень	Небезпека життєдіяльності Площинна
3. Сейсмічність території	Активізація сейсмічності		Синергетична дія з іншими геологічними процесами
		Додаткова короточасна інтенсифікація	
4. Газонасиченість порід	Активізація газовиділення		Пожежна та вибухонебезпека
	Локальна	Площинна	
5. Гідродинамічні процеси	Зміщення вод водоносних горизонтів в процесі роботи шахт водовідливу Локально	Суттєва активізація і інтенсифікація процесу з підвищенням мінералізації вод. Площинна	Небезпека втрати кондиційних підземних вод
	Незворотні зміни породного масиву. Локально	Вторинні зміни динаміки процесів і їх виявлення в породному масиві Площинне	Синергетична дія з іншими природними процесами Площинна
	Активізація процесів міграції специфічних елементів і речовин		Небезпека життєдіяльності високого рівня
	Можливі локальні прояви	Радіоактивність (Ra; Rn) Важкі метали	

В результаті виконаних узагальнюючих оцінок, наведених в цьому розділі, встановлено, що в результаті багаторічного розвитку видобутку вугілля Північно-Східний Донбас перетворився на складну природно-техногенну систему, для якої характерні:

- нестійкість і великомасштабна зміна геологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних і екологічних параметрів на великих територіях;
- переважання незворотних змін гідрогеологічних, геохімічних, інженерно-геологічних параметрів;
- формування комплексних техногенних геологічних систем, що активно взаємодіють між собою з розвитком як природних, так і техногенних процесів і явищ;
- активізація і розвиток небезпечних екзогенних геологічних процесів;
- прогресуюче погіршення стану НПС в регіонах і, насамперед, системи «породний масив-підземні води»;
- активізація інженерно-сейсмічних процесів в регіонах з інтенсивно підробленим масивом гірських порід, із суттєвим зниженням міцності останніх.

У третьому розділі «Розподіл токсичних елементів у вугіллі ГПР Північно-Східного Донбасу», у межах проведених досліджень виявлено відсутність чіткої залежності концентрацій «малих» елементів у вугіллі від віку порід. Об'єктивна складність у вирішенні цього питання виникла через наступні причини:

- вплив локально розвинутих гідротермальних процесів на концентрацію «малих» елементів у вугіллі;
- просторово нерівномірна виїмка вугільних шарів, що обумовило вплив технологій на геопросторове представництво і детальність випробування вугілля.

Для мінімізації помилки у дослідженні концентрацій токсичних елементів в залежності від віку вугілля, при накладенні на них процесів метаморфізму, дослідження проводились окремо для кожної марки вугілля. Найбільш представницьким виявились фактичні дані для газового, жирного вугілля і антрацитів.

Встановлено, що концентрації Hg, Pb і Ni зростають, а As - зменшуються зі збільшенням віку вугілля. Для Be і F дані суперечливі, але в газовому і жирному вугіллі концентрації F зі збільшенням віку вугілля зростають, а Be – у жирному вугіллі і антрацитах - зменшуються. Зазначена особливість порушується в наслідок стохастичного впливу накладених гідротермальних процесів, які найбільш інтенсивно проявляються на ділянках зі значно розвиненою розривною тектонікою і тріщинуватістю, як шляхів активної гідрогеоміграції.

Виявлено наявність випадків, де відхилення від зазначеної залежності повторюється в однаковому за віком вугіллі, але з різним ступенем метаморфізму, і пояснюється особливостями умов осадконакопичення. Так вугілля світи C₂⁷ (марка Г) характеризується більш високим середнім вмістом Hg і Pb і більш низьким As.

Відмічено, що прямо пропорційно до омолодження віку вугілля збільшуються концентрації в ньому As, Be, і зворотно пропорційно зменшується Ni та F. Виключення для Be і F складає вугілля світи C₂⁷. Відмічені незначні зміни вмісту Pb у вугіллі марок Г, Ж і К і різке його збільшення (в 3 рази) в антрацитах. У результаті досліджень мікрогеохімічного складу різновікових вугільних шарів встановлено, що основний вплив на вміст токсичних елементів у вугіллі має вік, а не метаморфізм.

Аналогічним чином проводилося вивчення залежності концентрацій токсичних елементів у вугіллі від ступеня їх метаморфізму. Щоб виключити вплив віку вугілля на концентрації елементів, ці дослідження проводилися окремо для кожної світи. Визначено, що найбільш повно охарактеризовано вугілля марок Г, Ж, К (ОС), А світ C_2^4 , C_2^5 , C_2^6 , і гірше – світ C_2^3 , C_2^7 .

Встановлено, що концентрації всіх проаналізованих токсичних елементів: Hg, Pb, As, F і Ni (окрім Be) збільшується зі зростанням ступеня метаморфізму. Для F і особливо As ця залежність проявляється не зовсім чітко. Концентрації Be і Ge збільшуються зі зростанням ступеня метаморфізму вугілля, що вказує на їх зв'язок з органічною частиною вугілля.

Для виявлення генетичних факторів вмісту у вугільних шарах токсичних елементів, які надходять у екологічні складові НПС (повітря, ґрунти та ін.) було визначено кореляційну залежність між концентраціями найтоксичнішого елементу – Hg у вугіллі, з іншими токсичними елементами та між собою. Для цього використовувався метод парної графічної кореляції, і на основі метода рангової кореляції наведено приклади зв'язку Hg з іншими елементами.

Основними факторами, що аналізувалися і враховувалися при визначенні генезису токсичних елементів у вугіллі, були:

- геолого-структурні;
- характер розподілу елементів та їх концентрації по площі досліджень;
- залежність концентрацій токсичних елементів у вугіллі від їх віку та метаморфізму.

Зафіксовано, що розподіл Hg у вугіллі не залежить від фаціальних умов його накопичення (у вугіллі Лисичанського, Краснодонського та інших ГПР, де домінував морський режим, концентрація Hg менша, у вугіллі Центрального і Донецько-Макіївського ГПР, де переважав континентальний режим осадко накопичення - більша). З метою виявлення особливостей парагенезисів елементів в ореолах розсіювання визначався кореляційний зв'язок Hg з Pb, Zn, Sb, Cu, Ag, Yb, La і As.

Аналіз накопиченого матеріалу показав, що питання генезису Hg у вугіллі є найбільш вивченим, і більшість дослідників вважають її генезис гідротермальним. Враховуючи встановлений зв'язок її підвищеного вмісту з розривними порушеннями, та пов'язаною з ними інтенсивністю гідротермальної переробки порід, можна вважати її гідротермальною. Однак для розподілу фонових вмістів Hg не можна виключати її сингенетичне походження. Відмічено, що основна частина Hg у вугіллі має саме сингенетичне походження, а підвищений вміст пов'язаний з гідротермальними процесами у фільтраційно проникних структурах тектонічної порушеності.

Виявлено, що Pb, як і Hg, можна вважати гідротермальним за походженням. Підтвердженням даної думки є приуроченість основних його ореолів з підвищеними концентраціями до Нагольного кряжу з родовищами і рудопроявами поліметалів, а також до ділянок з інтенсивно проявленою розривною тектонікою в північно-західній частині відкритого карбону та зоні впливу Северодонецького насуву.

Враховуючи вищезазначену особливість зміни концентрацій Ni у вугіллі в залежності від його віку та метаморфізму, визначено, що Ni як і Pb, має гідротермальне походження. Закономірності розподілу концентрацій Ni по району досліджень дуже близькі до закономірностей розподілу Hg.

Встановлено, що за своїми особливостями розподілу F близький до Hg, Pb, Ni, однак залежності тут неоднозначні. Дуже рівномірний розподіл його концентрацій по площі, і зворотні Hg особливості розподілу його підвищених концентрацій (до 2 геофонів – 150 г/т) дозволяють визначити, що F має сингенетичне походження.

Багатьма дослідниками підкреслювався зв'язок Hg з As. Виявлено, що в межах Північно-Східного Донбасу зустрічаються підвищені вмісти As, що перевищують фон в півтора рази, а також співпадають з ореолами Hg. Аналіз даних показав, що його розподіл близький до розподілу Be. До того ж встановлено, що концентрації As, як і Be, знаходяться в прямій залежності від віку вугілля і зворотній від метаморфізму. Відмічено, що концентрації збільшуються з омолодженням вугілля. Отже, основна частина As має сингенетичне походження, хоча його аномальні вмісти тяжіють до розривних порушень, і так саме як і у Hg, мають виключно гідротермальне походження. Хоча низкою дослідників відмічено, що As у вугіллі має вторинне походження.

Таким чином встановлено, що до породоутворюючих елементів (сингенетичних) можна віднести Be, V, Cr, Ge, F. Формування геохімічних полів таких елементів, як Hg, Pb, As, Ni, можна вважати гідротермального генезису, хоча не виключена можливість їх утворення (фонових вмістів) в період осадконакопичення. Локальні аномалії мають виключно гідротермальний генезис.

Проаналізовано, що своєрідність і різноманіття геологічної будови описуваної території, що включає Північну зону дрібної складчастості, зі складною взаємодією плікативних та диз'юнктивних структур, що знаходяться під впливом крупних регіональних насувів, безумовно накладають відбиток на накопичення і розсіяння різних хімічних елементів в геологічних тілах.

Аналізуючи кількісні виміри Hg, розрахунок її аномальних концентрацій і просторове положення проб з аномальним вмістом, відмічається тяжіння аномальних вмістів Hg до зон сполучення розривних порушень, і супроводжуючих їх тріщинуватих зон.

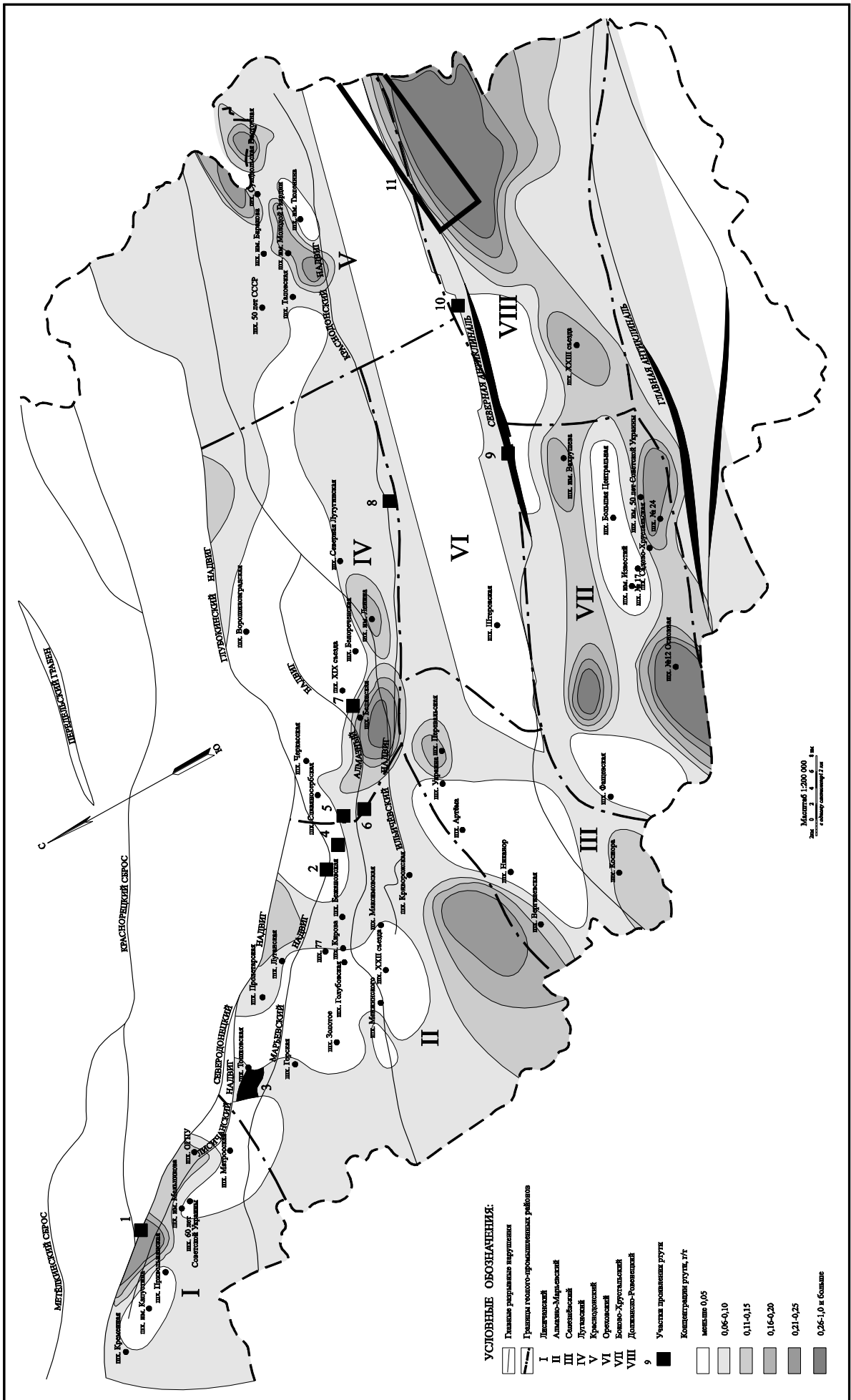
Нерівномірність розповсюдження As на досліджуваній території, невеликий процент проб вугілля, що містять цей елемент (в тому числі з аномальним вмістом), дозволяють зробити висновок про переважаюче значення для накопичення цього елемента накладених геохімічних процесів.

Як елемент Be просторово зустрічається по всій території досліджень. Він присутній в пробах практично всіх досліджуваних шахт та вуглерозвідувальних ділянок.

Встановлено, що геохімічне поле F характеризується достатньо рівномірним розподілом у вугіллі по всій території досліджень. Жодної закономірності в просторовому розміщенні аномальних вмістів не спостерігається.

Слід відмітити, що Pb як елемент характеризується рівномірним розповсюдженням по всій території. Приблизно для половини досліджених об'єктів аномальний вміст Pb в пробах не спостерігається. Статистично встановлено, що в дослідженому вугіллі Pb розподілений достатньо рівномірно і в невеликих кількостях. Крім того, аномальні проби розподілені без визначених закономірностей.

Карта-схема связи ореолов Hg в углях с проявлениями Hg в терригенно-глинистых породах карбона



Аналізуючи розповсюдження Ni в вугіллі, можна відмітити нерівномірність повсюдного вмісту і невелику кількість аномальних проб. Це дозволяє стверджувати, що накопичення цього елемента відбувалось як у процесі осадконакопичення, так і при можливому збагаченні вуглистою матеріалу накладеними процесами.

Зазначено, що проби з аномальним вмістом Co розподілені по описуваній території нерівномірно, закономірності в їх взаємному розташуванні не спостерігаються, тому висновки про походження аналогічні Ni.

Відмічено, що розподіл Mn, Cr, V на описуваній території повсюдний, за невеликими виключеннями і в порівняно невеликих кількостях.

При аналізі фактичних даних та проведенні порівняння зональності розподілу гідротермальної мінералізації і метаморфізму (за марками вугілля) відмічено просторове суміщення площ розвитку порід з прошарками вугілля високого ступеня метаморфізму (марки вугілля: А, ПА і Т) з мінералізацією кварц-анкеритового і кварцового складу, рудопроявами і родовищами поліметалів та благородних металів. Визначено що кварц-кальцитова мінералізація співпадає з площею розповсюдження порід з вугіллям марок К і ОС (температури утворення 120-150°C). При цьому карбонатна мінералізація розповсюджена в породах з вугільними пластами марок Ж, Г і Д, при чому для двох останніх характерна поява рідких бітумів.

Співставлення і аналіз проявів меркурію на території району досліджень, дозволив встановити залежність складу парагенетичних асоціацій ртутної мінералізації від стадій постдіагенетичних перетворень вміщуючих порід. Як результат, по напрямку з північного заходу на південний схід, від північних окраїн до центру території досліджень, зі збільшенням ступеня постдіагенетичних перетворень порід відбувається закономірна зміна супутніх мінеральних асоціацій меркурію:

- в ряду кальцит+диккіт+барит+марказит (стадія катагенезу – марки вугілля: Г, Ж, К, ОС);
- в ряду кварц+анкерит+сидерит+донбасит (стадія метагенезу – марки вугілля: Т, ПА і А).

Виявлено, що контури розповсюдження зон ртутноносних аргілізитів Донбасу визначають просторовий зв'язок зі ступенем ката- і метагенетичної зміни порід.

Помічено, що при інтенсивній переробці органічної речовини гідротермальними розчинами, форми перебування мікроелементів в кам'яному вугіллі суттєво відрізняються від їх форм перебування у вугіллі, що не піддавалися гідротермальним змінам або ж слабо змінені ними. Це видно по значенням коефіцієнтів спорідненості $F=C_{\text{орг}}:C_{\text{мін}}$, який показує відношення вмісту елементів в легкій (густина менше 1,4 г/см³) і важкій (густина більше 1,6 г/см³) фракціях вугілля в пробах. Встановлено, що найбільша кількість мікроелементів концентрується у фракції вугілля, густина якої становить 1,8 г/см³.

Статистично визначено, що у фракції вугілля, густина якої більше 1,8 г/см³, концентруються кіновар, а також інші мінерали гідротермального генезису: кварц, карбонати, хлорит, диккіт та інші. Виявлено, що розподілення Ве та Y суттєво відрізняється від розподілу Hg та інших халькофільних елементів. Найбільш високий вміст зазначених елементів відмічено у фракціях вугілля з густиною менше 1,5 г/см³, що складені переважно вітренітом, парфюзинітом, де Ве і Ga, ймовірно, пов'язані з органічними мікрокомпонентами.

Виявлені в процесі досліджень особливості впливу гідротермальних процесів на розподіл мікроелементів і форм їх перебування в кам'яному вугіллі є суттєвою ознакою геотектонічних структур вугільного басейну. Їх аналіз і облік важливі при визначенні потенційних ресурсів токсичних елементів з метою їх селективного видобутку на території Північно-Східного Донбасу.

Охарактеризовані вище особливості локалізації ртутної мінералізації у вугіллі Донбасу мають велике значення при пошуках і прогнозуванні прихованих гідротермальних родовищ у вугленосних товщах. До числа виявлених в процесі досліджень регіональних ознак розповсюдження Hg можуть бути віднесені дані про наявність підвищеного вмісту Hg у вугіллі, який для Донбасу значно вищий, ніж для інших вугільних басейнів і родовищ без прояву ртутного чи іншого гідротермального орудиніння.

Зафіксовано, що вміст Hg в пластах вугілля в межах Північно-Східного Донбасу коливається від 0,03 г/т до 100 г/т, при середньому вмісті 0,04 г/т. Крупні та інтенсивні ореоли Hg виявлені в південній частині досліджуваного району (Боково-Хрустальський, Должанно-Ровенецький ГПР). Особливо широко ореоли збагачення ртутною мінералізацією (понад 1 г/т) розповсюджені у східній частині Должанно-Ровенецького ГПР, де в пластах вугілля h₈, k₂, k₅, k₆ та інших була виявлена кіновар разом з літійвмісним хлоритом. Значні за розмірами та інтенсивністю ореоли Hg у вугіллі виявлені на півдні Алмазно-Мар'ївського ГПР, в південно-східній частині Краснодонського і в південно-західній частині Луганського ГПР. Відмічено, що всі ореоли Hg у вугіллі, як правило, обрамляють первинні ореоли Hg в теригенно-глинистих породах карбону, і знаходяться поблизу всіх відомих проявів і рудопроявів Hg.

В процесі досліджень виявлена чітка зворотна залежність зміни концентрацій Hg у вугіллі від стратиграфічного положення. Встановлено, що концентрація Hg у вугіллі збільшується зі зростанням ступеня метаморфізації вугілля. Наглядним прикладом цього є ореол розповсюдження Hg в породах карбону, що виявлений на ділянці Черкаська Південна. Встановлено її розташування у місці стику двох гілок Алмазного насуву Білянського ореолу Hg у вугіллі (з концентрацією до 60,0 г/т), який знаходиться на північному крилі Криворізької антикліналі. Виявлені аномальні концентрації Hg (1,0 – 10,0 г/т) зустрічаються у всякому боку Алмазного насуву, в тектонічному блоці між ним і його південним відгалуженням. Коефіцієнт аномальності тут змінюється від 3,0 до 16,2, при кількості позитивних проб від 44,9 до 89,6%.

У четвертому розділі «Розподіл токсичних елементів у вміщуючих породах ГПР Північно-Східного Донбасу» проведено аналіз розподілу найбільш розповсюджених 18 токсичних елементів у вміщуючи породах Північно-Східного Донбасу. Виявлено, що співвідношення концентрацій цих елементів у вміщуючих породах корелюється з їх розподілом у вугіллі. Більш детально ці дані наведено в дисертаційній роботі.

Крім вищеописаних токсичних і потенційно токсичних елементів, у породах вміщуючих вугілля на території Північно-Східного Донбасу оцінено середній вміст супутніх елементів, концентрація яких у відходах промислових підприємств майже досягає категорії прогнозних ресурсів. Можливість їх використання розглянуто у розділі 6. Виявлено, що середній вміст більшості цих елементів нижче кларків.

Коефіцієнт концентрації їх змінюється від 0,32 до 0,9. І тільки Ва в вапняках має середній вміст, близький до кларка. Коефіцієнт концентрації дорівнює 1,1.

Таким чином, з аналізу середнього вмісту токсичних і супутніх елементів у породах, що вміщують вугілля, можна зробити висновок, що всі вони, за винятком As, мають вміст нижче кларка. Середній вміст As приблизно в 2 рази вище кларка, а середній вміст Pb і Mn близькі до кларка.

Відзначено, що серед всіх вміщуючих порід найнижчий середній вміст елементів, крім Mn, мають вапняки. Доведено, що максимальний середній вміст Hg, Be, Ni приурочений до пісковиків і зменшується послідовності "алевроліти – аргіліти". Всі інші елементи мають максимальний середній вміст у алевролітах, за винятком V – в аргілітах. Середній вміст Co, Cr, Sn, Ga, Ag, As, Mn зменшується в послідовності "аргіліти – пісковики".

Встановлено, що в порівнянні із середнім вмістом досліджених хімічних елементів у вугіллі, їх середні вмісти у породах, що вміщують саме вугілля, в 1,5-2,0 рази вище. До вмістів цих елементів у вугіллі найбільш близькі їх середній вміст у вапняках.

Для виявлення зв'язків токсичних і супутніх елементів у вміщуючих породах з цими ж елементами у вугіллі було проведено парний кореляційний аналіз. Для цього використано по 10 однакових елементів всіх літологічних різностей порід.

Встановлено, що As має значний негативний зв'язок з c Ni, Ga і Pb в північній зоні дрібної складчастості і позитивний з Ni, Pb і Be в районі Головної синклінали. Показано також, що там же Be має негативний зв'язок з F, Pb, Cr і V; і позитивний з Cu, Zn, Ag, Li і Co. Негативний зв'язок виявлений у F з Cr, V; у Pb з As; і у Mn з V і Cr. Відмічено, що позитивний зв'язок між елементами виявлено: у F з Pb, Ni, Mn, Cr, V, Co; у Pb з Ni, Co, Cu, Zn, Cr, Ga, Mn, V, Ag; у Ni з Co, Cu, Be, Zn, Mo, Cr, Mn, V, Ag. Встановлено, що Co має позитивний зв'язок з Cu, Be, Zn, Ba (ділянка Краснодонська Північна); з Mn, V, Cr (ділянка Чапаївська); Zn і F (ділянка Боржиківська Південна).

Необхідно зазначити, що найбільше надходження токсичних мікроелементів в екологічні складові НПС (повітря, ґрунти, водні об'єкти) обумовлене спалюванням вугілля, процесами горіння та вивітрюванням породних відвалів.

Аналіз літератури вказує на те, що при визначенні вмісту токсичних елементів у вугіллі відсутня чітка залежність концентрації «малих» елементів від їх віку. Виявлено, що для низки елементів така залежність виявилася більш-менш чіткою. Так, вміст As і F в газовому вугіллі і в антрацитах збільшується по мірі омолодження віку вугілля, і навпаки – вміст Hg, Pb, Ni і Be для жирного вугілля зменшується.

Щоб на залежність концентрації токсичних елементів у вміщуючих породах від віку не впливав метаморфізм, ця залежність розглядається тільки для порід, вміщуючих вугілля однієї марки.

Встановлено, що чіткої залежності вмісту токсичних елементів від віку кам'яновугільних відкладів не спостерігається. Вона більш-менш спостерігається для Co, Hg і F. Можна з деякими припущеннями зазначити, що з омолодженням віку порід збільшується вміст Co, F, Be, Pb (в породах, які включають і худе вугілля), а вміст Hg, Ni зменшується. На ділянці Боржиківській Південній товщі вміщують лише худе вугілля світ C₂⁵-C₂⁷ і C₃¹. Встановлено, що з урахуванням усереднення кривих з

омолодженням віку порід збільшуються концентрації тільки F і Li; і зменшується вміст Hg, Ni, Co, Ga, Bi і Ag.

Аналіз цих даних доводить, що для низки елементів із певних літологічних різниць залежності однозначні. Так, з омолодженням віку порід збільшуються концентрації Sn (в вапняках і алевролітах), Li, Ba, Mo (в пісковиках і вапняках), Zn (в вапняках) та зменшуються концентрації Ni, Co, Sn (в аргілітах), Hg, Pb, Ga, Bi, Ag (в алевролітах) і Zn – в аргілітах. Виявлено, що з омолодженням віку порід однозначно збільшується концентрація Sn і Zn; Pb, Ba, Li, Cu (з урахуванням усереднення кривих). І навпаки, зменшується концентрація таких елементів, як Ag і Bi (однозначно); As, Ga, Ni, Co (з урахуванням усереднення кривих).

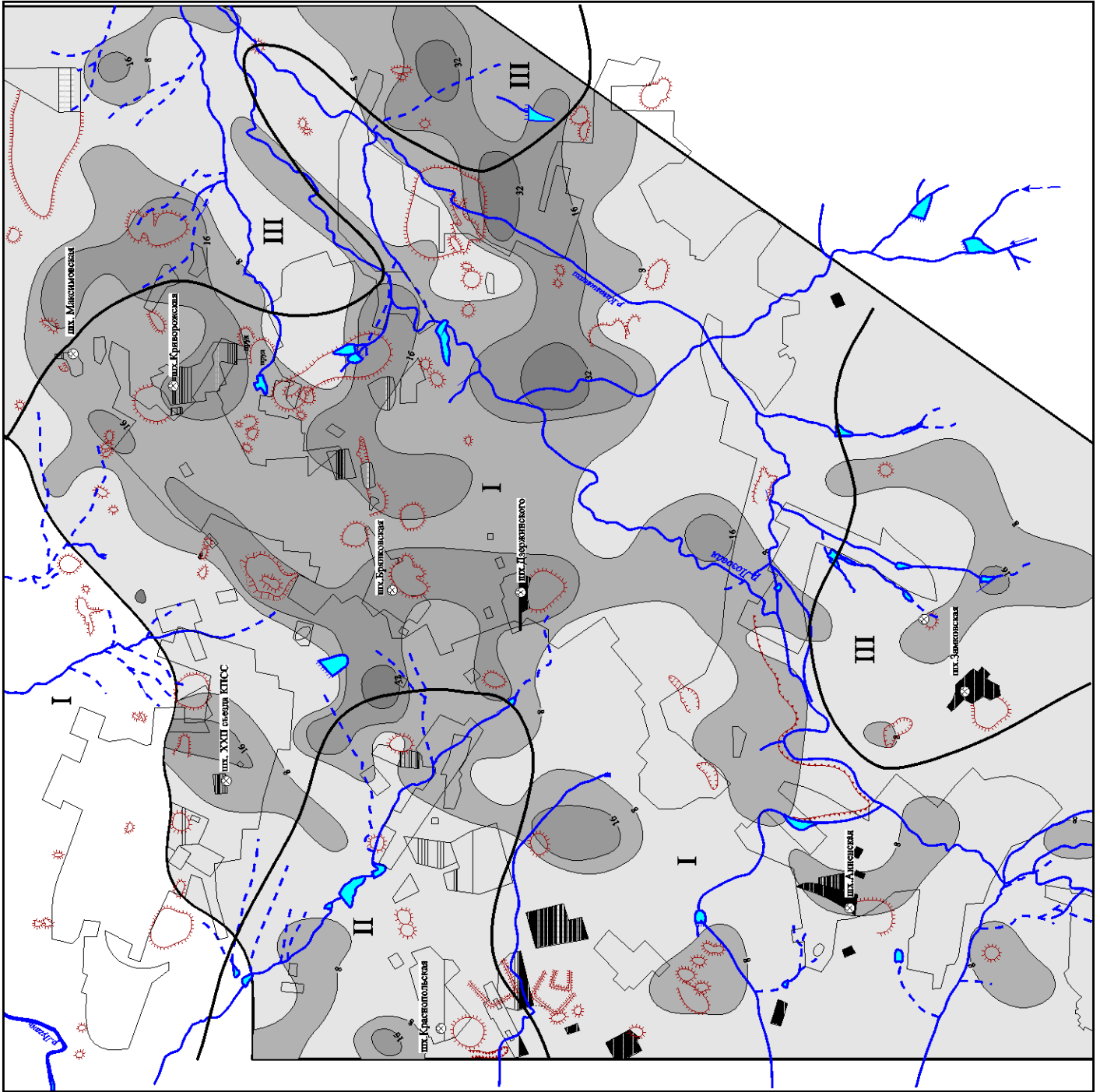
Для порід світи C_2^2 розглянуто залежність концентрації хімічних елементів від метаморфізму порід, що включають вугілля марок Ж, К і Г. Визначено, що зі збільшенням метаморфізму порід збільшується концентрація Cu (однозначно); Pb, Bi, Ag, Zn, Ni, Ba (з деяким наближенням). І навпаки – зменшуються концентрації таких елементів, як Hg, Sb (однозначно), а Mo, Ga, Li – з деяким наближенням.

Встановлено, що чіткої залежності концентрації токсичних і супутніх елементів у породах, що їх вміщують, від віку та метаморфізму немає. Але для деяких з них вона однозначна. Відзначено, що з омолодженням віку порід спостерігається збільшення концентрації Pb, Be, Sn і Li; і зменшення Hg і Ni. Виявлено, що зі збільшенням ступеню метаморфізму порід, спостерігається збільшення концентрацій Pb, Co, V, Cu, Zn, Bi, Ag і зменшення Hg, Ni, Sn і Mo.

Дослідженням встановлено, що в зоні Мар'ївського і Алмазного насувів кіновар зустрічається досить рідко і переважно в карбонатних прожилках. Окрім цього, для зони Мар'ївського насуву характерна піритова та баритова мінералізація, слабке окварцування теригенних порід і окремніння вапняків. У гідротермальних прожилках поряд з кіновар'ю зустрічаються поодинокі зерна галеніту, сфалериту, куприту і міллериту. Виявлено, що в зоні Алмазного насуву кіновар зустрічається в карбонатно-діккітових прожилках, разом з кварцом. Мінералізація тут аналогічна описаній вище, але на відміну від неї частіше зустрічається кварц на стінках тріщин в пісковиках і більш висока інтенсивність діккітізації і окварцування порід. Варто звернути увагу, що в склепінних частинах антикліналей широко розповсюджені: кварц-анкерит-ректоритова, кварц-анкерит-донбаситова і кварцева (Хрусталеносна) мінералізації. Майже повсюди при проведенні шліхового аналізу виявлені ореоли кіноварі.

Визначено, що As зустрічається в кам'яновугільних відкладах як в сульфідній формі (арсенопірит), так і у вигляді ізоморфного домішку в піриті. В піриті Боково-Хрустальської котловини вміст As складає 1130-2070 г/т. В межах Головної антикліналі As супроводжує золото-поліметалічні руди Нагольного кряжа і Sb-Hg руди ртутних родовищ. Це дозволяє зробити припущення, що дані аномалії мають гідротермальне походження і лише фонова частина родовищ може бути сингенетичною.

Зазначено, що Pb, як і Hg, мають гідротермальний генезис. Як правило, він зустрічається в сульфідній формі (галеніті). Підтвердженням цього є той факт, що основні ореоли завищеної концентрації цих елементів приурочені до Головної синкліналі біля золото-поліметалічних руд Нагольного кряжа, а також до ділянок в Північній зоні дрібної складчастості з інтенсивним проявленням розривної тектоніки.



Условные обозначения

- Речи
- Пруды и водохранилища
- Технологические ландшафты
- Промышленные предприятия
- Территории
- Пруды-оседайки, выкопанные промстоки, аэротехнически
- Территория городской застройки
- Шахты
- Границы геолого-экологических районов

Шкала интенсивности суммарного показателя загрязнения грунтов $Z = \sum K_c \cdot (n - 1)$,

где K_c – коэффициент концентрации С/Сф,
 n – количество элементов-показателей из $K_c \geq 1,5$

Категория загрязненности грунтов	4	8	16	32
Оценка	Допустимая	Умеренно опасная	Опасная	Опасная



Контуры геологического опробования грунтов

Встановлено, що Ni разом з Co, Mn, Be утворює ореоли малої контрастності, які подібні до ореолів Hg (до 1,5 геофонів). Всі ці елементи характерні для гідротермальної мінералізації, яка пов'язана з альпійським тектогенезом і найбільш активно проявляється в Північній зоні дрібної складчастості. Виявлено, що Ni і Co зустрічаються в сульфідній формі у вигляді мілеріту і зігеніту.

Визначено, що Cr і V є токсичними елементами осадового походження, а Hg, As, Pb – гідротермального. Елементи Ni, Co, Be, F, Mn мають як гідротермальний так і осадовий генезис (на рівні фонового вмісту).

Hg зустрічається в осадовій товщі вкрай нерівномірно. Процент зустрічальності його складає від 2,5 % до 47 %.

Процент зустрічальності As в кам'яновугільних відкладах на території дослідження коливається від 0,83 % (Сентянівська площа) до 1,4 % (Санжарівська площа). Більший процент зустрічальності As виявлено в групі Довжанських ділянок (10,0-16,6 №) і на Грабівській ділянці (16,5 %).

Вміст Be в кам'яновугільних відкладах Північно-Східного Донбасу визначався на 14 вуглерозвідницьких ділянках. Встановлено, що на 8 з них Be має аномальний вміст. Більша частина цих ділянок розташована в Алмазно-Мар'ївському і Луганському ГПР. Зазначимо, що коефіцієнт аномальності (КА) знаходиться в діапазоні від 0 (Світланівська, Черкаська Південна) до 2,3 % (Білянівська площа).

Аномальний вміст F виявлено по всій області з різними значеннями КА. Встановлено, що ділянки, які розташовані в Північній зоні дрібної складчастості за значеннями КА можна розділити на кілька зон. Значення КА від 0,2 до 0,8% виявлені в зоні, до якої відносяться ділянки: Кіровська Південна, Світланівська, Сентянівська і Білянівська площа. В цій зоні максимальний вміст F для всіх літологічних різниць становить 1000,0-1500,0 г/т. Виняток становить Білянівська площа, де вміст F в алевролітах становить 5000,0 г/т, в аргілітах і вапняках – 2000,0 г/т.

Аномальний вміст Pb виявлено на всіх вуглерозвідницьких ділянках. Розподіл КА в Північній зоні дрібної складчастості змінюється від 0,2 % (ділянка Краснодонська глибока) до 17,5 % (Білянська площа). На ділянках Кіровська Західна, Кіровська Південна і Світланівська в аргілітах виявлені поодинокі аномальні проби з максимумом вмісту Pb 700,0 г/т.

При аналізі даних виявлено, що на ділянках Кіровська Східна, Сентянівська і на Білянській площі аномальний вміст Pb виявлено переважно в пісковиках і аргілітах (до 70,0 г/т в пісковиках і 150,0 г/т – в аргілітах).

На ділянці Краснолуцька Північна виявлено максимальні значення Pb, які складають 300,0 г/т в піщаниках і вапняках, 100,0 г/т в алевролітах і 200,0 г/т в аргілітах. Аргіліти і вапняки містять більший відсоток аномальних проб. На ділянці Фащівська у алевролітах виявлено максимальний вміст Pb (500,0 г/т). В інших породах вміст Pb становить 150,0 г/т.

На ділянці Світланівська аномальні значення Ni виявлені лише в пісковиках з максимальним вмістом 70,0 г/т. На ділянці Кіровська Південна аномальні значення розподіляються рівномірно у всіх породах з максимальним вмістом 70,0-100,0 г/т у аргіліті. На ділянці Краснодонська Північна виявлені 2 проби Ni з вмістом до 150,0 г/т.

Аномальний вміст Ni з рівномірним розподілом виявлений в усіх породах на ділянках Світланівська, Довжанська Каменська, Каменський блок. Максимальний вміст Ni встановлено в пісковиках – 20,0 г/т, на ділянці Черкаська Південна 30,0 г/т і на ділянці Менчикурівська – 50,0 г/т. В алевролітах максимальний вміст Ni майже стабільний, і становить 20,0-30,0 г/т, і лише на ділянці Менчикурівська виявлена проба з вмістом 100,0 г/т.

В аргілітах на ділянці Менчикурівська і Черкаська Південна виявлено максимальний вміст Co - 50,0 г/т, на інших ділянках максимум становить 20,0-30,0 г/т. На ділянці Черкаська Південна зустрінуті поодинокі проби з вмістом Co 200,0-100,0 г/т.

На всіх вуглерозвідувальних ділянках виявлено Cr з аномальним вмістом. Максимальний вміст Cr близько 500,0 г/т мають пісковики на ділянках: Менчикурівська, Боржиківська, Світланівська, Кіровська Східна і на Білянській площі. У алевролітах і аргілітах максимальні значення Cr змінюються від 150,0 до 200,0 г/т, в вапняках – від 100,0 до 150,0 г/т. Необхідно акцентувати увагу, що на ділянках Довжанська Західна і Довжанська Південна аномальні значення містяться лише в пісковиках, а на Світланівській, Довжанській Кам'янській, Манчикурівській ділянках – в пісковиках і алевролітах. На інших ділянках аномальні значення Cr виявлені у всіх породах.

Аномальний вміст V виявлено на всіх досліджуваних ділянках з КА від 0,6 % (ділянка Боржиківська) до 5,7 % (ділянка Довжанська Каменська), з максимальним вмістом цього елемента до 1000,0 г/т (Білянська площа). Максимальний вміст V - 1000,0 г/т виявлено в трьох пробах вапняків зі свердловини № Г-2641 на Білянській площі; в інших породах вміст становить 200,0-300,0 г/т.

Вміст Mn в кам'яновугільних відкладах визначався на 11 вуглерозвідувальних ділянках. Максимальні КА встановлені на Черкаській Південній і складають 6%, на Білянській площі – 10,1%, на ділянці Довжанська Південна – 5,8%. Мінімальні значення виявлені на ділянці Світланівській (0,25%). Максимальний вміст Mn 10000,0 г/т виявлено у всіх породах району досліджень. Встановлено, що аномальні проби, які містять Mn, зустрічаються на ділянках Кіровська Східна, Сентянівська перспектива, Довжанська Західна і Південна, Каменська зі значеннями від 3000,0 до 10000,0 г/т.

На ділянках Світланівській, Менчикурівській, Боржиківській, Санжарівській, Сентянівській перспективі і на Білянській площі більшість максимальних проб приурочені до вапняків. Особливо слід відзначити, що на Білянській площі і на ділянці Черкаській Південній перспективі проби з максимальним вмістом зустрічаються частіше в алевролітах (13%), а на Білянській площі – у вапняку (29,1%).

У п'ятому розділі «Вплив закриття вугільних шахт на навколишнє природне середовище» розглянуто вплив закриття вугільних шахт на НПС. В якості типового об'єкта досліджень обрано Алмазно-Мар'ївський ГПР. На його прикладі розглянута комплексна оцінка впливу ліквідації шахт на ГС. Цей район цікавий досить складними геолого-гідрогеологічними умовами, описаними в розділі 1. Складність цих умов накладається на велику кількість тектонічних порушень і проявляється в складчастому заляганні порід, ускладнених зонами подрібнення. Крім того, в Алмазно-Мар'ївському ГПР практично одночасно було закрито більше 20 шахт.

В основу проведених еколого-геохімічних досліджень покладено комплексний підхід до вивчення і поширення забруднення в НПС. Тому для з'ясування характеру розподілу і рівня концентрації хімічних елементів техногенного походження проведено геохімічне опробування ґрунтів Брянківської і Стаханівської територіально промислових агломерацій (ТПА).

Дослідження геохімічних проб ґрунтів Брянківської і Стахановської ТПА напівкількісним спектральним методом проводилося по 35 хімічним елементам. З огляду на рівень чутливості спектрального аналізу, в ґрунтах не встановлено: Sn, Hf, Ce, Au, Sb, As, і лише в поодиноких пробах зафіксовано Cd і Sr. Приблизно в половині проб виявлено Be (42% від загальної кількості проб) і Ba (58%). Зазначимо, що практично немає диференціації значень у W, Bi, Nb, La. Погано диференційовані значення вмістів таких елементів, як Cu, P, Ti, Zr, Sc і Ag. Значну мінливість має вміст у таких елементів, як Hg, F, Pb, Zn, Co, Ni, Mo, Cr, Li, V, Mn, Ge, Ga, Sn і Y.

У процесі досліджень виконана статистична обробка даних спектрального аналізу. Обчислено середній вміст хімічних елементів з досліджуваного району, крім того визначено фоновий вміст цих елементів на ділянках, максимально віддалених від техногенних джерел забруднення. В результаті робіт визначено наступні статистичні параметри: середнє арифметичне (\bar{X}), середнє квадратичне відхилення (δ), асиметрія (A), ексцес (E), коефіцієнт варіації (V). Порівняння фонових вмістів елементів з їх середніми вмістами в межах всієї досліджуваної території дозволяє зробити висновок про їх техногенне походження. Помічено, що в межах Брянківської ТПА фоновий вміст таких елементів, як Hg, W, Ba, Be, Y в 1,5-10,0 раз вище аналогічного за межами досліджуваної території.

Визначено, що основними елементами-забруднювачами ґрунтів, які утворюють великі аномальні ореоли, є Hg, Ba, Pb і Mn. Всі інші елементи перевищують значення ГДК лише в поодиноких пробах. Площа поширення в ґрунтах аномальних ореолів хімічних елементів, що мають техногенне походження, збігається з контуром ТПА, де розташована більшість підприємств – джерел забруднення. За межами ТПА виявлені аномальні ореоли лише в східній частині досліджуваного району, де негативний вплив на ґрунти викликаний близькістю звалищ промислових підприємств м. Комунарськ.

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів проводилась за наступними показниками: коефіцієнтом концентрації хімічної речовини (K_c), який визначається відношенням його реального вмісту в ґрунті (C) до фонового (C_f), і сумарним показником забруднення (Z_c). Сумарний показник забруднення дорівнює сумі коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів і виражений наступною формулою:

$$Z_c = \sum_1^n K_c (C_i - C_f)$$

де n – число сумованих елементів.

Оцінка небезпеки забруднення ґрунтів комплексом металів за показником Z_c відбиває диференціацію забруднення повітряного басейну досліджуваної території, як металами, так і іншими найбільш поширеними інгредієнтами (пил, окис вуглецю, оксиди азоту, сірчистий ангідрид). Виявлено, що помірно небезпечні рівні забруднення ґрунтів (Z_c в межах 16–32) помічено в північно-східній частині досліджуваної території у вигляді витягнутих досить протяжних (до 4 км) аномальних ореолів, приурочених до вуглевидобувних та вуглепереробних підприємств, а також до відстійників, золовідвалів і териконів шахт. Небезпечні рівні забруднення ґрунтів

(Zс в межах 32–128) мають локальний характер у східній частині площі і приурочені до відвалів порід і відстійників стічних вод.

Виявлено, що крім промислових підприємств джерелами забруднення ґрунтів є численні терикони шахт. При їх загорянні в атмосферу виносяться, а потім осідають на ґрунт такі елементи, як Hg, Be, Y, Mn, Co і Ti. При цьому решта породних відвалів збагачується P, Mo, Cr, As, Pb, Li, Ge і V, частина з яких вилуговується кислими водами, що утворюються при окисленні піриту (з рН <3), і забруднює ґрунти і рослини.

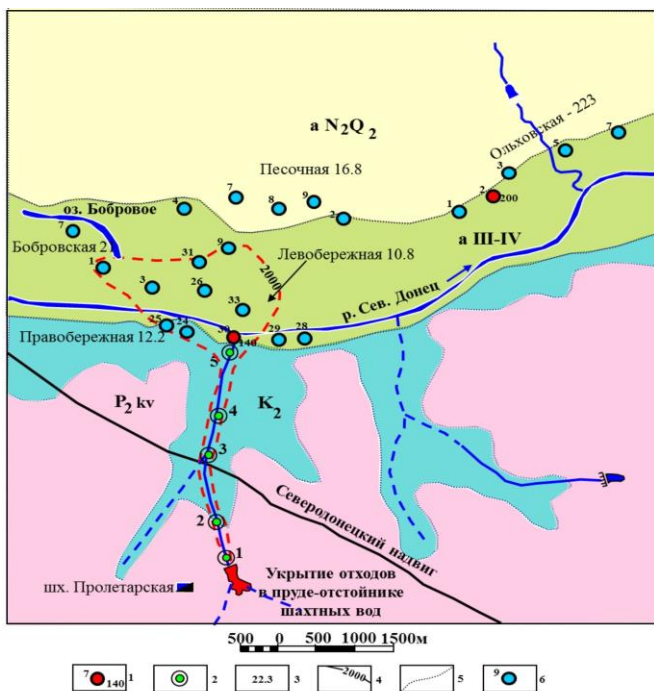
Відомо, що ґрунти, забруднені техногенними хімічними елементами, збагачують ними поверхневі і підземні води, а також рослинність, що росте на них. Для з'ясування ролі рослинності в акумуляції багатьох важких металів було проведено біохімічне опробування листя найбільш поширених 15 видів дерев, в тому числі і плодових, спектральним напівкількісним методом. Аналіз проводився за 34 хімічними елементами з подальшим підрахунком середнього вмісту токсичних і важких металів за всіма їх видами. Максимальні концентрації елементів відзначаються у дуба, тополі, полинці, а мінімальні – у плодових дерев. У ґрунтах сильно зросли концентрації таких елементів, як P, Ba, Sr. При цьому останній у ґрунтах не визначений через недостатню чутливість аналізу. Варто зазначити, що в пробах відсутні наступні елементи: Be, Bi, Sb, As, W, Nb, Yb, La, Sc, Hf, Ce, Au, F. У поодиноких пробах виявлено Y і Sn. По інших добре диференційованих елементах побудовані монометальні еколого-геохімічні картосхеми, наведені в роботі.

При дослідженні якості підземних і поверхневих вод Брянківської ТПА води аналізувалися за макрокомпонентним складом і наявності в них важких металів. Відомо, що вуглевидобувна промисловість внесла великі зміни в формування природного водного балансу території. Вони полягають в дренаванні підземних вод і

переведенні їх в поверхневі за рахунок скидання в гідрографічну мережу у вигляді промислових стоків.

Виявлено, що вода всіх досліджених водопунктів за макрокомпонентним складом не відповідає вимогам ДСТУ 7525:2014 «Вода питна». Перевищення ГДК визначене за такими показниками, як мінералізація, загальна жорсткість, вміст сульфатів і азотних сполук. Встановлено, що підземні води досліджуваної території забруднені важкими металами, при цьому з 32 металів у воді виявлено 13. У кількостях, що перевищують ГДК, виявлено такі елементи, як Li, Ti, Pb і Mn, що належать до 2 і 3 класу небезпеки. Джерелом забруднення підземних вод цими металами служать промислові підприємства Брянківської ТПА.

Поверхневі води Брянківської ТПА представлені р. Лозова з притоками,



- Условные обозначения:
 1. Эксплуатационная скважина
 Цифры: вверху - её номер.
 Справа - наличие радона Бк/дм³
 2. Наблюдательные скважины;
 3. Водоотбор по группам скважин;
 4. Контур загрязнения подземных вод
 высокоминерализованными шахтными водами;
 5. Граница распространения стратиграфических горизонтов;
 6. Эксплуатационная скважина.

штучними водоймами (ставками) і накопичувачами стічних вод. У всіх пунктах опробування в воді виявлено важкі метали, у кількості, що перевищує ГДК: у 3–8 разів для Li і Ti; в 2–15 разів для Mn і майже повсюдно для Sr. Проведений аналіз доводить, що поверхневий стік, який надає живлення річкам досліджуваної території, формує гірничодобувний і переробний комплекс, де основну роль відіграють підприємства вуглевидобувної промисловості.

Відзначено, що питне водопостачання Стаханівської і Брянківської ТПА здійснюється за рахунок подачі води зі Світличанського водозабору. Він є одним з найбільших на Донбасі і розташований в заплаві річки Сіверський Донець. В даному випадку на невеликій території діяли два об'єкта, що істотно впливали на підземну гідросферу: шахта «Пролетарська» та Світличанський водозабор.

Визначено, що досліджувана територія відноситься до Північного гідрогеологічного району Донбасу. За хімічним складом води крейдового водоносного горизонту, що експлуатуються для питного водопостачання Світличанським водозабором переважно гідрокарбонатно-кальцієві і натрієво-кальцієві. У зв'язку з частковим розвантаженням підземних вод кам'яновугільних відкладів по регіональному Північно-Донецькому насуву з боку Старобільськ-Мілеровської монокліналі при проходці гірських виробок деякими шахтами («Пролетарська», «Луганська», «Кремінна», «Імені Г.Г. Капустіна») розкриті пласти високомінералізованих вод (наприклад, шахта «Пролетарська», глибина 684 м, в пісковиках k_2sk_3 , де мінералізація води складає $82,3 \text{ г/дм}^3$). Так, середня мінералізація шахтних вод, перерахованих вище вуглевидобувних підприємств, становить відповідно: $16,0\text{--}20,0 \text{ г/дм}^3$; $20,0 \text{ г/дм}^3$; $27,0 \text{ г/дм}^3$; $11,0 \text{ г/дм}^3$.

Аналіз архівних матеріалів показав, що в зв'язку з інтенсивним забрудненням річкових вод Сіверського Дінця протягом останніх 60 років, і тісним взаємозв'язком четвертинних алювіальних і крейдяних водоносних горизонтів по діючим водозаборах з інфільтраційним живленням, спостерігається погіршення якості підземних вод. Відбувається збільшення мінералізації, жорсткості, вмісту Cl, Fe і Mn. Так, по експлуатаційним групам свердловин Світличанського водозабору виявлено область хлоридного забруднення; мінералізація води до 1993 року по Лівобережній і Бобровській групам досягає $1,5\text{--}1,9 \text{ г/дм}^3$, а жорсткість – $16,5\text{--}20,1 \text{ мг-екв/дм}^3$. У Правобережній групі свердловин забруднення підземних вод хлоридами помічено в 1961–1962 роках, а з 1965 року спостерігається їх стабільне зростання в усіх свердловинах. Найбільший вміст хлоридів (до 2325 мг/дм^3) фіксувався в 1989 році в воді свердловин №18 і №24а. У 1993 році середнє значення хлоридів по 4-м працюючим свердловинам – $1\ 860 \text{ мг/дм}^3$, при середній мінералізації $3\ 992 \text{ мг/дм}^3$.

Як показав аналіз спостережень за якісним складом підземних вод, причиною хлоридного забруднення крейдяного водоносного горизонту є скидання високомінералізованих вод шахтного водовідливу шахти «Пролетарська» в балку Світлична. Встановлено, що крім хлоридного забруднення, підземні води на заплавної терасі містять також розчинені солі Fe в кількостях, що значно перевищують ГДК для питних вод. При цьому вміст Fe у воді неухильно збільшувався. Так, в найбільш забрудненій Лівобережній групі свердловин Світличанського водозабору вміст Fe у воді до 1998 року досягав $14,2 \text{ мг/дм}^3$, в Пісочній групі становив $1,9 \text{ мг/дм}^3$, Бобровській – до $5,0 \text{ мг/дм}^3$, Ольхівській – до $10,0 \text{ мг/дм}^3$. У цих групах свердловин

також відзначається підвищений вміст Mn. Його вміст у 1998 році в воді становив 0,44–0,49 мг/дм³, при ГДК 0,1 мг/дм³.

Дослідженнями встановлено, що підвищений вміст Mn в підземних водах пояснюється його глибинним походженням і перетоками в тектонічно послабленій зоні, якою є долина р. Сіверський Донець.

Пробурена в 1965 році Луганською комплексною геолого-розвідувальною експедицією (КГРЕ) свердловина К-1391 в середній частині траси скидання шахтних вод розкрила в крейдяному водоносному горизонті воду з аномальним складом: сухий залишок – 2,8 г/дм³, хлориди – 1,3 г/дм³. Проведені Луганською КГРЕ в 1984–1986 роках методом вертикального електричного зондування дослідження, дозволили оконтурити площу хлоридного забруднення.

Найбільша інтенсивність забруднення була відзначена в тальвегу балки Світлична (глибина 30–40 м, мінералізація води більше 3,0 г/дм³) і Правобережної групи свердловин Світличанського водозабору. На лівобережжі максимальна мінералізація води була зафіксована на північному заході від гирла балки Світлична – в південній частині Бобровського і Лівобережного водозабірних майданчиків Світличанського водозабору і становила від 1,0–3,0 г/дм³.

Визначено, що після виведення з експлуатації шахти «Пролетарської» зростає порушення рівноваги геологічного середовища в системі «мінеральний скелет гірських порід – підземні води», що склалася за 40 років роботи шахти. В результаті цього виник ряд незворотних геологічних процесів, до яких належать:

- зрушення породного масиву в зонах прямого впливу гірничих робіт;
- зниження механічної міцності порід, розвиток техногенної тріщинуватості, ускладненої зоною дроблення гірських порід, а також впливом водонасичення, вилуговування та ін. процесів;
- активізація вертикальної міграції високомінералізованих вод глибоких горизонтів, з загрозою подальшого погіршення якості запасів питних вод крейдяного водоносного горизонту, що експлуатується Світличанським водозабором, а також зміна структури і збільшення інтенсивності потоків радіоактивних і вибухонебезпечних газів;
- розвиток гідрогеомеханічних напруг і ударів, внаслідок затоплення гірничих виробок і об'ємного розподілу гідростатичних тисків, результатом яких можуть бути локальні землетруси (з деформацією денної поверхні і руйнуванням наземних споруд).

У шостому розділі «Особливості розподілу токсичних, рідкісних та радіоактивних елементів у відходах промислових підприємств», наведено результати оцінки еколого-радіаційного стану навколишнього середовища на території ліквідованих шахт Алмазно-Мар'ївського ГПР. В приземному шарі атмосферного повітря в робочих зонах шахт і поблизу териконів, в свердловинах, в джерелах підземних вод і в поверхневих водотоках вивчався вміст ²²²Rn. Крім того, в усіх ліквідованих шахтах ґрунти, породні відвали і суглинисто-мулісті відклади в відстійниках шахтних вод вивчені за такими показниками: потужність дози гамма-випромінювання, щільність потоку бета- і альфа-частинок, наявність еманцій ²²⁶Ra на поверхні порід. Результати вивчення Алмазно-Мар'ївського ГПР наводяться на прикладі Брянківської і Стахановської ТПА.

Встановлено, що вміст ²²²Rn в приземному шарі атмосфери поблизу териконів, що не горять, змінюється в діапазоні від 0,3 до 6,0 Бк/м³ і не виходить за межі

фонових значень для атмосферного повітря. Встановлено також, що питома ефективна активність гірських порід у відвалах шахт цього району становить 125-285 Бк/кг, тобто сумарний вміст ^{226}Ra , ^{232}Th і ^{40}K не перевищує 370 Бк/кг.

В районі шламонакопичувачів шахт «Брянківська» і «Луганська» зафіксовано підвищений вміст ^{222}Rn в повітрі. В приземному шарі над вуглистими, мулистими і супіщаними відкладами концентрації ^{222}Rn складають 22-35 Бк/м³. Встановлено, що в породах під шламонакопичувачем шахти «Луганська» (глибина 0,3 м) ^{222}Rn міститься в концентраціях 160-180 Бк/м³. В шламонакопичувачі шахти «Луганська» також спостерігається висока радіоактивність вуглистих відкладів. Потужність дози гамма-випромінювання складає 180-400 Бк/м³, щільність бета- і альфа-випромінювання, відповідно, - 80 і 5 імп./мін.см². Аномально високі концентрації ^{222}Rn виявлені також в підземних водах в районі шахти «Луганська» (до 180-900 Бк/м³).

В результаті проведених радіометричних досліджень встановлено, що потужність дози гамма-випромінювання на поверхні землі на території шахтних полів становить 13,0-24,0 мкР/год, біля породних відвалів – 19,0-27,0 мкР/год. Максимальні значення виявлені на території шахтних полів «Максимівська» і «Бежанівська» – 32,0 і 42,0 мкР/год відповідно. Максимальна щільність бета-випромінювання виявлена в гірських породах відвалів цих шахт – 8,0-12,0 імп./мін.см², при середніх значеннях 0,5-4,0 імп./мін.см². Щільність альфа- випромінювання становить 0,5-2,5 імп./мін.см², тобто не виходить за межі фонових значень. Концентрація ^{222}Rn в повітрі біля породних відвалів зазвичай не перевищує перших одиниць Бк/м³. Максимальне значення зафіксовано на шахті «імені Ілліча», де вміст ^{222}Rn складає 27,0 Бк/м³.

У суглинисто-мулових відкладах відстійника шахтних вод шахти «Луганська» зафіксовано високу радіоактивність. Потужність дози гамма-випромінювання на поверхні становить 150,0-520,0 мкР/год, в шпурах на глибині 0,5 м – до 700,0 мкР/год. Щільність бета-випромінювання на поверхні – 80,0 імп./мін.см², а альфа-випромінювання – 4,0 імп./мін.см². За даними гамма-спектрометричного визначення в суглинистих мулових відкладах відстійника шахти «Луганська» міститься ^{226}Ra в кількості декількох тисяч Бк/кг. Виявлено, що сумарна питома активність на більш ніж 90 % зумовлена присутністю ^{226}Ra і становить 3490-13000 Бк/кг. Радіоактивні породи - це донні відклади в ставках-відстійниках шахтних вод. Вони представлені суглинками чорного кольору, товщина яких становить 1,8-2,0 м. Поверхня відстійника суха і відкрита для вітрової ерозії, що не виключає перенесення радіонуклідів на житловий масив селища, а в період сніготанення – міграцію з поверхневими водами в р. Лугань.

В результаті обстеження водопунктів району досліджень виявлено води з вмістом ^{222}Rn від 67 до 702 еман (240,0-2528,0 Бк/дм³). Високий вміст ^{222}Rn в підземних водах встановлено в районі шахт «Луганська» та «Максимівська».

Обґрунтовано, що за концентрацією ^{222}Rn в підземних водах їх можна віднести до дуже слаборадонових вод (водозабірний колодязь шахти «Луганська і джерело на шахті «Луганська») і до радонових вод середньої концентрації (джерело на шахті «Максимівська» і джерело на шахті «Луганська»). Ресурси радонових вод оцінюються від 100 до 400 м³/доб, що достатньо для функціонування великої водолікарні, де їх можна використовувати для бальнеологічних цілей.

На шахті «Максимівській» джерела радонових вод середньої концентрації приурочені до підніжжя породного відвалу (терикон №1). Розвантаження

здійснюється у вигляді мочажин і малодобітних джерел (менше 0,1 дм³/доб), які утворюють низове болото розміром 50 x 70 м. Концентрація ²²²Rn у воді джерела (т. 16) – 640 еман (2300 Бк/дм³); в струмку, який витікає з заболоченої ділянки з витратою 350-430 м³/доб – 42 еман (150 Бк/дм³).

Дуже слаборадонові води (67 еман; 240 Бк/дм³) виявлені у водопровідній мережі автогосподарства на шахті «Максимівська».

Джерелом надходження в підземні води ²²²Rn є горизонти вугілля на ділянках шахтних виробок. Окисне середовище сприяє переходу U і ²²⁶Ra і ²²²Rn із цих горизонтів у підземні води.

У зв'язку із закриттям шахт і відновленням рівнів підземних вод виникає проблема їх радіоактивного забруднення. Це підтверджується виявленням ²²²Rn в експлуатаційних свердловинах Світличанського водозабору.

При ліквідації шахти «Пролетарська» в межах проммайданчика на місці миття вагонеток, на насипу залізничної колії і на трасі трубопроводу зливу шахтних вод виявлено відходи з техногенно-посиленою радіоактивністю. Було прийнято рішення про захоронення цих відходів в ставку-відстійнику шахтних вод. Для цього була виконана детальна радіометрична зйомка проммайданчика шахти і шахтного поля, що дозволило оконтурити біля 22 тис. м³ цих відходів.

За результатами цієї зйомки можна зробити такі висновки:

- найбільшу радіоактивність мають відходи на місці миття вагонеток, де потужність дози γ -випромінення досягає 1800 мкР/год. Площа розповсюдження радіоактивних відходів складає близько 0,6 га при середній товщині 0,3-0,5 м.
- вміст ²²²Rn в приземному шарі повітря коливається в межах 2,5-39,0 Бк/м³ і не перевищує ГДК. Але в заглиблених спорудах, де відсутня вентиляція, вміст ²²²Rn досягає 274,0 Бк/м³

Відходи за показниками α -, β - і γ -активності, а також за вмістом радіонуклідів відносяться до 1 групи низько активних твердих відходів. Для встановлення зв'язків стічних вод шламонакопичувача і підземних вод водозабору було відібрано проби для аналізів з метою визначення радіонуклідів. Визначалися характерні для району досліджень радіонукліди ²³²Th, ²²⁶Ra, ⁴⁰K і одночасно проводилися заміри вмісту ²²²Rn в підземних і поверхневих водах.

Результати проведених досліджень вказують на:

- завищений вміст ²³²Th в ставку і в свердловині № 2 Ольхівської групи свердловин Світличанського водозабору, де їх питома активність відповідно дорівнює 291 Бк/дм³ і 129 Бк/дм³, але не перевищує ГДК;
- питома активність ²²⁶Ra і ⁴⁰K перевищує значення ГДК в свердловині № 30 Правобережної групи і не перевищує значення ГДК в стічних водах ставка-відстійника;
- вміст ²²²Rn в підземних водах водозабору вищий, ніж в поверхневих водах ставка-відстійника і в зливних колодязях після ставка. Так, в поверхневих водах ставка-відстійника вміст ²²²Rn досягає 90 Бк/дм³; в колодязі, куди зливаються шахтні води нижче греблі, – 114 Бк/дм³; в підземних водах досягає: в свердловині № 30 Правобережної групи – 140 Бк/дм³, в свердловині № 2 Вільхівської групи – 200 Бк/дм³, в свердловині № 4 Капітонівської групи – 38 Бк/дм³. Відповідно до існуючих норм, вміст природних радіонуклідів в джерелах господарського питного

водозабезпечення має складати для ^{222}Rn – 100 Бк/дм³. Встановлено, що для свердловин № 30 і №2 значення ГДК перевищені в 1,5-2 рази.

Проектом захоронення радіоактивних відходів у ставку-відстійнику шахтних вод передбачені заходи, що повністю виключають можливість міграції радіонуклідів за межі ставка. Головною умовою для цього є облаштування протифільтраційних екранів з коефіцієнтом фільтрації 10^{-7} см/добу на поверхні ложа ставка і з поверхні його покриття.

В межах робіт із забезпечення екологічної надійності експлуатації укриття відходів з техногенно-посиленою радіоактивністю виконані дослідження із перехоплення можливої міграції радіоактивних речовин в підземні води. Аналіз проектів захоронення відходів вуглевидобування з техногенно-підвищеною природною радіоактивністю в ставках-відстійниках шахтних вод дозволив встановити, що головною умовою надійності ізоляції відходів є спорудження протифільтраційних екранів. Вони мають виключати інфільтрацію атмосферних опадів з поверхні укриття, а також інфільтрацію важких металів і радіонуклідів з ними в підземні води, і, відповідно, в НПС. Відмічено, що за час експлуатації ставків-відстійників шахтних вод (протягом більш, ніж 50-ти років) в деяких районах фіксуються зміни гідрогеологічних умов. При цьому в районах розміщення ставків-відстійників виникали потоки підземних вод за рахунок техногенної діяльності або «мокрої» консервації вугільних шахт. В роботі зазначено, що в протифільтраційних екранах можливі дефекти, внаслідок природного старіння і руйнації, наприклад, в результаті військових дій на Донбасі, що і призводить до інфільтрації забруднюючих речовин і їх міграції в потоках ґрунтових вод.

Виявлено, що рух ґрунтових вод є основним динамічним механізмом переносу (розповсюдження) забруднення важкими металами і радіонуклідами природних ландшафтів від області живлення (в нашому випадку – джерела забруднення) до області розвантаження.

Для захисту і охорони НПС було запропоновано створення штучних (інженерних, редиментаційних) геохімічних бар'єрів (ГБ). Суть ГБ полягає в цілеспрямованому різкому зниженні швидкостей та інтенсивності міграції забруднюючих речовин і елементів за рахунок переводу їх у малорухомі форми.

В роботі запропоновано спосіб створення штучних ГБ для затримки важких металів і радіонуклідів. Визначено, що найбільша контрастність техногенного середовища з природним середовищем може виникнути при ін'єкційному хімічному ущільненні ґрунтових масивів, які вміщують мінералізовані підземні води. З фізичної точки зору кожен із елементів цих техногенно-геохімічних умов варто розглядати як систему «гель–розчин» електроліту, де різний склад і концентрації компонентів в рідкій фазі гелю і в підземних водах обумовлюють їх зустрічну дифузію. В якості гелеутворюючої речовини використовується розчин, який формує щавелево-алюмосилікатний гель (ЩАС-гель). Розчин виготовляється шляхом змішування силікату Na густиною $1,19$ г/см³ і комплексного затверджувача. Лабораторні дослідження адсорбційної поглинальної здатності ЩАС-гелів, проведені в заповнених ним фільтраційних колонках, показали високу адсорбційну ефективність для всіх важких металів і радіонуклідів.

Перспективи сталого розвитку України та її складової частини Донбасу в найближчому майбутньому визначаються мінерально-сировинними ресурсами, повноцінне використання яких необхідно як в даний час, так і на перспективу.

Результатом відсутності механізму екологічно ефективного використання мінерально-сировинного потенціалу, а також наслідком накопичення величезної кількості твердих промислових відходів стала поява на земній поверхні штучних утворень – масштабних скупчень твердих відходів виробництва, які за умовами залягання, обсягами і концентраціями цінних компонентів можна класифікувати як «техногенні родовища». При вивченні закономірностей накопичення мікроелементів у вугіллі і їх поведінки при збагаченні і спалюванні, істотне значення мають відомості про форми сполук мікроелементів у твердому паливі. У вище наведених розділах вивчено мікроелементи, які можуть або становлять екологічну небезпеку, або реальну чи потенційну промислову цінність. До промислово цінних мікроелементів відносять: U, Ge, Ga, Mo, V, Hg, Re, B, Li, Ag, Se, PЗЕ, Sc, Be, Au; до екологічно небезпечних: As, Hg, Be, V, Zn, Pb, Mo, U, F, Cl, Ni, Cr, Sb, B, Cu, Th, ⁴⁰K, Ra, U. Доведено, що зола вугілля є сировинним джерелом рідкісних елементів. Аналіз даних показує, що концентраторами багатьох малих елементів можуть бути високозольні фракції (густина більше 1,6-1,7 г/см³) вугільної речовини. У той же час, носіями мікроелементів є фракції густиною менше 1,6-1,8 г/см³ з переважаючим вмістом органічної речовини.

Зафіксовано, що мігруючі розчини з-під техногенних відходів надходять у ґрунти, утворюючи техногенні геохімічні аномалії, які характеризуються широким комплексом металів. Оцінено, що аномально високий вміст металів у ґрунтах має локальний характер, і порівняно рівномірне поле з невисоким рівнем концентрацій, за межами цих локальних зон. В роботі виконано перевірку промислових підприємств Алмазно-Мар'ївського ГПР Північно-Східного Донбасу на наявність у відходах чорних, кольорових і рідкісних металів.

В ході проведення робіт виявлено техногенні утворення, вміст металів в яких перевищує фон у сотні разів, і наближається до промислових концентрацій. Ці техногенні утворення розміщуються на поверхні землі і, в переважній більшості, досить значні за розмірами. Проведено підрахунок прогнозних ресурсів (категорія Р₂), який на досліджуваній території, виконувався вперше. При підрахунку прогнозних ресурсів металів мінімальна промислова концентрація не задавалася. Вміст металів визначався в лабораторії кількісними методами. Середній вміст металів по об'єкту визначався як середньоарифметичне. Вологість відходів на даній стадії робіт при підрахунку ресурсів не враховувалася. Прогнозні ресурси техногенних утворень (Q) у ваговому виразі, визначалися як об'єм тіла помножений на об'ємну масу (густина). Ресурси корисного компонента (Р металу) визначалися як середній вміст корисного компонента (металу) в досліджуваному тілі помножений на Q. Характеристику об'єктів, за якими проведено підрахунки прогнозних ресурсів корисних компонентів наведено на прикладі підприємств, що знаходяться в Стаханівській та Алчевській ТПА.

Зведені дані по техногенним утворенням, які розміщуються на території промислових підприємств, приведені в таблиці 2. В таблиці позначкою «-» наведено, що підрахунок прогнозних ресурсів за цим елементом не виконувався.

Таблиця 2

Оцінка прогнозних ресурсів кольорових та рідкісних металів у відходах промислових підприємств Алмазно-Мар'їнського ГПР

№ п/п	Об'єкт	Кіл-ть проб	Об'єм V (м³)	Густина P (т/м³)	Ресурси руди Q (млн т)	Ресурси металу (P тис. т) (Вміст металу від-до (г/т) / Середній вміст металу (г/т))												
						Mn	Pb	Zn	Ti	Gr	Ni	Sn	Cu	Sb	Ge	Cd	Ag	As
1	З-д феросплавів	14	1000000	2.3	2.3	–	1.9 (135–2179/ 823)	8.1 (538–7000/ 3508)	–	–	–	1.6 (150–1000/ 682)	0.5 (66–500/ 198)	0.2 (20–200/ 83)	0.1 (17–150/ 49)	0.02 (1–17/ 7)	0.01 (1–8/ 4)	0.2 (10–148/ 66)
2	АМК а)шламонакопичувач № 1	12	5600000	3.1	17.4	165 (5000–18641/ 9531)	16.4 (300–2000/ 944)	14.6 (200–3096/ 840)	–	–	–	–	–	–	–	0.3 (9–36/ 18)	–	–
		4	600000	3.1	1.9	6.8 (3000–5429/ 3660)	0.4 (70–429/ 195)	0.3 (84–200/ 146)	–	–	–	–	–	–	–	0.02 (7–27/ 11)	–	–
	б)шламонакопичувач № 2	2	100000	3.1	0.3	1.8 (1615–10000/ 5808)	–	–	3.1(1000 0/10000)	2.3 (5000–10000/ 7500)	1.1 (300–6956/ 3628)	–	–	–	–	–	–	–
		18	6300000	3.1	19.6	174	16.8	14.9	3.1	2.3	1.1	–	–	–	–	0.3	–	–
Всього:																		
3	Цех № 2 Філіал АМК	4	50000	3.1	0.2	0.8 (3000–7000/ 5000)	–	–	–	0.3 (1000–2000/ 1625)	–	–	–	–	–	–	–	–
4	Відвал АМК	2	6240000	1.7	10.6	185(12 568–22320/ 17444	0.4 (32–34/ 33)	–	–	32 (1000–5000/ 3000)	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Відвал з-ду металовиробів	1	10000	2.3	0.02	–	0.01 (243/ 243)	0.7(30 615–30615	–	0.1 (3000/ 3000)	0.2(10 556/10 556)	0.1 (2387/ 2387)	–	–	–	–	–	–
	Всього:	39	136000000		32.7	360	19.1	23.7	3.1	34.7	1.3	1.6	0.6	0.2	0.1	0.3	0.01	0.2

ВИСНОВКИ

В роботі встановлено і досліджено етапи циклу техногенної трансформації ГС в процесі будівництва, експлуатації, закриття вугільних шахт та доведено незворотність трансформації ГС у техногенну екогеосистему, зумовлену впливом техногенних процесів при великомасштабному видобутку вугілля.

1. Розроблено систему геологічних досліджень для прогнозування розвитку екологічних процесів у ГС. Система базується на співставленні показників геологічних, геохімічних, міграційних та інших процесів у непорушених та порушених техногенезом умовах, що дозволило відокремити процес безпосереднього забруднення ГС та активізацію постійно діючих природних процесів в ньому. Виявлено, що техногенні фактори є каталізатором природних процесів, які впливають на стан масиву гірських порід. Даний підхід надав розвиток класичним уявленням про техногенез в умовах масштабної трансформації ГС.

2. Оцінено ступінь концентрації та характер розподілу токсичних і деяких рідкісних елементів у вугіллі і вміщуючих породах ГПР Північно-Східного Донбасу. Описано генезис і форми знаходження токсичних і рідкісних елементів у вугіллі і вміщуючих породах. Проаналізовано залежності концентрації токсичних і рідкісних елементів від віку порід та їх метаморфізму. Відмічено, що чіткої залежності концентрації більшості токсичних і супутніх елементів від віку та метаморфізму порід немає. Відзначено, що з омолодженням віку порід спостерігається збільшення концентрації Pb, Be, Sn і Li; і зменшення вмісту Hg і Ni. Доведено, що зі збільшенням ступеню метаморфізму порід спостерігається збільшення концентрацій Pb, Co, V, Cu, Zn, Bi, Ag і зменшення – Hg, Ni, Sn і Mo.

3. Вперше за результатами кореляційного аналізу встановлено, що вміст і форми знаходження мікроелементів в кам'яному вугіллі і вміщуючих його породах досліджуваної території для низки елементів мають однозначні залежності. Так, з омолодженням віку порід збільшуються концентрації Sn (в вапняках і алевролітах), Li, Ba, Mo (в пісковиках і вапняках), Zn (в вапняках) та зменшуються – Ni, Co, Sn (в аргілітах), Hg, Pb, Ga, Bi, Ag (в алевролітах) і Zn - в аргілітах. Виявлено, що з омолодженням віку порід однозначно збільшується концентрація Sn і Zn; Pb, Ba, Li, Cu (з урахуванням усереднення кривих). І навпаки, зменшується концентрація таких елементів, як Ag і Bi (однозначно); As, Ga, Ni, Co (з урахуванням усереднення кривих).

4. Встановлено зміни концентрації ртуті у вугільних пластах ГПР Північно-Східного Донбасу. Доведено розподіл гідротермальної мінералізації вуглевмісних порід та відмічена зональність у розподіленні нерудної гідротермальної мінералізації в межах відкритого карбону Північно-Східного Донбасу і роль регіональних насувів в Північній зоні дрібної складчастості.

Співставлення і аналіз проявів ртуті, дозволив оцінити залежність складу парагенетичних асоціацій ртутної мінералізації від стадій постдіагенетичних перетворень вміщуючих порід. З північного заходу на південний схід, від північних окраїн до центру, зі збільшенням ступеня постдіагенетичних перетворень порід відбувається закономірна зміна супутніх мінеральних асоціацій ртуті:

в ряду кальцит+диккіт+барит+марказит (стадія катагенезу – марки вугілля: Г, Ж, К, ОС);

в ряду кварц + анкерит + сидерит + донбасит (стадія метагенезу – марки вугілля: Т, ПА і А).

5. Зафіксовано вплив гідротермальних процесів на розподіл мікроелементів і форм їх перебування в кам'яному вугіллі, що є суттєвою ознакою геотектонічних структур вугільного басейну. Їх аналіз і характер важливі при визначенні потенційних ресурсів токсичних елементів з метою їх селективного видобутку на території Північно-Східного Донбасу. Аналіз розподілу елементів у вугіллі та вуглевміщуючих породах в не порушених умовах дозволив виявити комплекс, значущість та потенційну небезпеку елементів, які необхідно контролювати в процесі досліджень наслідків техногенезу.

Визначено, що основними елементами-забруднювачами ґрунтів, які утворюють великі аномальні ореоли, є: Hg, Ba, Pb і Mn. Крім промислових підприємств джерелами забруднення ґрунтів є численні терикони шахт. При їх загорянні в атмосферу виносяться, а потім осідають на ґрунт такі елементи, як: Hg, Be, Y, Mn, Co і Ti. При цьому решта породних відвалів збагачується: P, Mo, Cr, As, Pb, Li, Ge і V, частина з яких вилугується кислими водами, що утворюються при окисленні піриту (з рН < 3), і забруднює ґрунти і рослини.

Доведено, що зола вугілля є сировинним джерелом рідкісних елементів, які можна класифікувати як «техногенні родовища». Встановлено, що концентраторами багатьох елементів є високозольні фракції (щільність більше 1,6-1,7 г/см³) вугільної речовини, а носіями мікроелементів є фракції щільністю менш 1,6-1,8 г/см³ з переважним вмістом органічної речовини. Проведено оцінку прогнозних ресурсів (категорія Р₂) кольорових та рідкісних металів, на прикладі промислових підприємств Алмазно-Мар'ївського ГПР.

6. Виконана комплексна оцінка забруднення підземної гідросфери в межах ТПА досліджуваної території. Обґрунтовано закономірності впливу вуглевидобувних підприємств на якість поверхневих та підземних вод. Зафіксовано, що підземні води досліджуваної території забруднені важкими металами, при цьому з аналізованих 32 металів у воді виявлено 13. У кількостях, що суттєво перевищують ГДК, виявлено елементи 2 і 3 класу небезпеки: Li, Ti, Pb і Mn. Доведено, що поверхневий стік, який надає живлення річкам досліджуваної території, формує гірничодобувний і переробний комплекс. У всіх пунктах опробування в воді виявлені важкі метали, у вмісті, що перевищує ГДК: у 3–8 разів Li і Ti; в 2–15 разів – Mn і майже повсюдно Sr.

7. Оцінено вплив шахтного водовідливу на якісні характеристики питних підземних вод Світличанського водозабору, що є стратегічним об'єктом для забезпечення населення питною водою. Виконано кількісну оцінку формування хімічного і радіаційного забруднення вод крейдового водоносного горизонту, який експлуатує Світличанський водозабір. Таким чином відбулось техногенне перетворення параметрів ГС внаслідок регіонального автореабілітаційного підйому рівня підземних вод при «мокрій» консервації вугільних шахт.

8. Досліджено радіоекологічні умови ГС (на прикладі Алмазно-Мар'ївського ГПР) з точки зору природного і техногенно-обумовленого радіоактивного забруднення території. Встановлено, що формування поверхневих вторинних ореолів (аномальних зон) підвищеної радіоактивності, в умовах Північно-Східного Донбасу, відбувалося в результаті експлуатаційної розробки глибинних горизонтів та винесення на поверхню за рахунок процесів масо-, газо- та водообміну радіоактивних елементів.

9. Удосконалено спосіб укриття низькоактивних радіаційних відходів, що дозволило захоронити 22 тис. м³ відходів з техногенно-підвищеною радіоактивністю. Для підвищення надійності експлуатації укриття відходів с техногенно-посиленою радіоактивністю виконані дослідження по перехопленню можливої міграції радіоактивних речовин в підземні води. Запропоновано спосіб створення штучних ГБ для затримання міграції важких металів і радіонуклідів у техногенних потоках забруднення (патент).

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В РОБОТАХ

Монографії та статті у наукових фахових виданнях

1. **Удалов І.В.** Трансформация геологической среды под влиянием техногенных процессов в условиях Северо-Восточного Донбасса: монография / **И.В. Удалов**. – Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2016. – 176 с.

2. Єрмаков В.Н. Організація комплексного моніторингу навколишнього середовища на період реструктуризації вугільної промисловості (на прикладі Стаханівського гірничо-промислового району Донбасу) / В.Н. Єрмаков, М.В. Бабаєв, **І.В. Удалов** // Збірник наук. праць УкрНДІЕП, 2001. – № 25. – С. 63–71. (*Особистий внесок – моніторинг техногенних змін НПС Стаханівського району, 40 %*).

3. Бабаєв М.В. Особенности радиационной ситуации при закрытии угольных шахт (шахта «Пролетарская» ГХК Луганскуголь) / М.В. Бабаєв Б.Я. Пятко, **И.В. Удалов** // Вопросы атомной науки и техники, 2003. – № 6. – С.133–136. (*Особистий внесок – оцінка і розрахунки радіаційної ситуації, 60 %*).

4. **Удалов І.В.** Радиационно-экологическая обстановка на закрывающихся шахтах Стахановского региона Луганской области / **И.В. Удалов**, И.К. Решетов // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: Зб. наук. праць УкрНДІЕП. – Х.: ВД «Райдер», 2005. – С. 48–57. (*Особистий внесок – оцінка і розрахунки радіаційної ситуації, лабораторні дослідження, 60 %*).

5. **Удалов І.В.** Применение методики региональной оценки влияния природных и техногенных факторов на уязвимость подземных вод (на примере Стахановской горно-городской агломерации) / **И.В. Удалов**, И.К. Решетов, М.В. Бабаєв // Збірник наукових праць. Тематичний випуск “Хімія, хімічна технологія та екологія”. – Харків: НТУ “ХП”, 2005. – № 14. – С. 93–99. (*Особистий внесок – уточнення методики, комплекс розрахунків по оцінці впливу на підземні води, 60 %*).

6. **Удалов І.В.** К вопросу «мокрой» консервации шахт и ее влияния на качество подземных вод Луганской области / **И.В. Удалов**, И.К. Решетов // Збірник наукових праць. Тематичний випуск “Хімія, хімічна технологія та екологія”. – Харків: НТУ “ХП”, 2007. – № 8. – С. 34–40. (*Особистий внесок – обробка фактичних даних та практичні рекомендації, 50 %*).

7. **Удалов І.В.** Вплив реструктуризації шахт на еколого- радіологічний стан підземних вод / **И.В. Удалов**, И.К. Решетов, В.К. Янчев // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, №3 (33), 2006. – С. 22–28. (*Особистий внесок – постановка завдання та розрахунки, 50 %*).

8. **Удалов І.В.** Региональное влияние группового закрытия шахт на эксплуатационные параметры действующих водозаборов / **И.В. Удалов**, И.К. Решетов

// Проблемы охраны навколишнього природного середовища та екологічної безпеки: зб. наук. пр. УкрНДІЕП. – Х.: ВД «Райдер», 2008. – С. 197–206. (*Особистий внесок – формулювання мети, оцінка параметрів, розрахунки впливів, 60 %*).

9. **Удалов И.В.** «Мокрая» консервация шахт как источник влияния на качество подземных вод Луганской области / **И.В. Удалов** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені Каразіна, 2008. – № 824. – С. 245–249.

10. **Удалов И.В.** Динамика изменения техногенного прессинга на почвенный покров на примере Стахановского региона Луганской области / **И.В. Удалов** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків. ХНУ імені Каразіна, 2009. – № 882. – С. 212–216.

11. **Удалов И.В.** Изменение вертикальной гидрохимической зональности в процессе мокрой консервации угольных шахт / **И.В. Удалов** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені Каразіна, 2011. – № 956. – С. 77–82.

12. **Удалов И.В.** Влияние угледобывающих предприятий на качество поверхностных и подземных вод (на примере Брянковской промышленно-городской агломерации) / **И.В. Удалов** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. – № 986. – С. 92–95.

13. **Удалов И.В.**, Екологічна оцінка стану ґрунтів на прикладі Брянківської територіально-промислової агломерації (Луганська область) / **И.В. Удалов**, Д.Ф. Чомко, Ю.О. Кононов // Збірник наукових праць. «Геологія». – Київ: КНУ імені Т. Шевченка, 2012. – № 58 – С. 50–52. (*Особистий внесок – обробка фактичного матеріалу та розрахунки, 50 %*).

14. **Удалов И.В.** Оцінка забруднення донних відкладень водою техногенними відходами (на прикладі вуглепромислового комплексу Луганської області) / **И.В. Удалов** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – № 997. – С. 236–241.

15. **Удалов И.В.** Оцінка впливу вуглевидобувних підприємств на стан ґрунтів Луганської області / **И.В. Удалов** // Науковий журнал. «Геологія і геохімія горючих копалин». – Львів: Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, 2012. – № 1–2 (158–159). – С. 102–110.

16. **Удалов И.В.** Формы нахождения и генезис токсичных элементов во вмещающих угли породах тектонических структур горнопромышленных районов Луганской области / **И.В. Удалов** // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Геологія. Географія», 2013. – Т. 21. – № 3/2. – С. 123 – 129.

17. **Удалов И.В.** Влияние «мокрой» консервации шахт на состояние подземных вод Стахановского горнопромышленного района / **И.В. Удалов** // Экологический Вестник Северного Кавказа. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. – Т. 10. – № 1. – С. 64–68.

18. **Удалов И.В.** Особенности техногенного загрязнения грунтов редкими элементами (на примере Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса) / **И.В. Удалов** // Экологический Вестник Северного Кавказа. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. – Т. 10. – № 3. – С. 79–85.

19. **Udalov I.** Ecological and geological investigation of the mine industrial regions in Luhansk district in connection with coal-mining industry's restructuring / **I. Udalov**, D. Chomko // Збірник наукових праць. «Геологія». – Київ: КНУ імені Т. Шевченка, 2013.

– № 4 (63). – С. 63–65. (*Особистий внесок – формування мети, завдання, висновків дослідження, 60 %*).

20. **Удалов И.В.** Анализ влияния «мокрой» консервации шахт Донбасса на эколого-радиологическое состояние подземных вод / **И.В. Удалов** // Известия НАН Республики Казахстан. «Серия геологии и технических наук». – Алматы НАН РК, 2014. – № 4 (406). – С. 79–84.

21. **Удалов И.В.** Эколого-экономические методы сокращения ущерба окружающей среде, наносимого накопителями отходов / **И.В. Удалов, А.М. Касимов** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені Каразіна, 2014. – № 1128. – С. 133–139. (*Особистий внесок – екологічна частина роботи, 50 %*).

22. **Удалов И.В.** Гидрохимическая характеристика поверхностных и грунтовых вод Лисичанского и Алмазно-Марьевского геолого-промышленных районов северо-восточного Донбасса / **И.В. Удалов** // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Геологія. Географія», 2014. – Т. 22. – № 3/2. – С.181–188.

23. **Удалов И.В.** Результаты эколого-радиометрических исследований при ликвидации шахт Северо-Восточного Донбасса / **И.В. Удалов** // Известия НАН Республики Казахстан. «Серия геологии и технических наук». – Алматы НАН РК, 2015. – № 3 (411). – С. 79–85.

24. **Удалов И.В.** Технические и эколого-экономические показатели перспективных технологий утилизации ценных компонентов из крупнотоннажных промышленных отходов / **И.В.Удалов, А.М. Касимов, А.В. Кононенко** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені Каразіна, 2015. – № 1157. – С. 124–130. (*Особистий внесок – технічні та екологічні аспекти статті, 50 %*).

25. **Удалов И.В.** Формы нахождения микроэлементов в каменных углях и антрацитах Северо-Восточного Донбасса вблизи ртутно-рудных тел / **И.В. Удалов** // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Геологія. Географія», 2015. – Т. 23. – № 1. – С.137–143.

26. **Удалов И.В.** Исследование промышленных отходов предприятий Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района на наличие ценных элементов / **И.В. Удалов** // Екологія і промисловість. Щоквартальний науково-виробничий журнал: ДП УкрНТЦ «Енергосталь», 2015. – № 3 (44). – С. 50–53.

27. **Удалов И.В.** Рудні елементи у відходах промислових підприємств Алмазно-Мар'ївського гірничо-промислового району Донбасу / **И.В. Удалов** // Геохімія та рудоутворення, 2015. – Вип. 35. – С. 69–76.

28. **Удалов И.В.** Исследование процессов миграции ионов тяжелых и редких металлов в почвах в зоне размещения накопителей золошлаков угольных ТЭС / **И.В. Удалов** // Збірник наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені Каразіна, 2015. – № 43. – С. 189–200.

29. **Udalov Igor Valerevich.** Rational integration of ecologic-geological studies / **Igor Valerevich Udalov, Aziz Amjadi, Narges Ghasemi Sargeini** // Eco. Env. & Cons. 21 (4) : 2015; pp. (1–7) Copyright@ EM International ISSN 0971–765X. (*Особистий внесок – теоретичні основи дослідження, 80 %*).

30. **Удалов И.В.** Основні передумови зниження якості питних підземних вод крейдяних водозаборів Східної України / **И.В. Удалов, А.В. Кононенко** // Збірник

наукових праць. «Геологія - географія - екологія». – Харків: ХНУ імені Каразіна, 2016. – № 44. – С. 63–71. (*Особистий внесок – оцінка якості питних вод, 50 %*).

31. **Udalov I.** Pollution of soils by compounds of solid and rear metals in the area of location of ash-slag dumps of thermal-power stations / **I. Udalov, A. Kasimov** // Экологический Вестник Северного Кавказа. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2016. – Т. 12. – № 2. – С. 49–56. (*Особистий внесок – цілі та висновки дослідження, 50 %*).

32. **Удалов И.В.** Особенности процессов миграции естественных радионуклидов в подземных водах при ликвидации угольных шахт Северо-Восточного Донбасса / **И.В. Удалов, А.В. Кононенко** // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Геологія. Географія». – 2016. – Т. 24. – № 2. – С.121-129 (*Особистий внесок – обґрунтування процесів міграції радіонуклідів, 60 %*)

33. Полевич О.В. Поток техногенных грунтовых вод, визначення шляхів їх руху та створення на них штучних геохімічних бар'єрів / О.В. Полевич, О.В. Чуенко, **И.В. Удалов** // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія "Геологія". – Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – № 4 (75). – С. 65-72 (*Особистий внесок – обґрунтування особливостей міграції ґрунтових вод, цілі та завдання дослідження, 60 %*)

34. **Удалов И.В.** Еколого-геологичне картографування та моніторинг геологічного середовища : навчальний посібник для студентів геологічних, географічних та екологічних спеціальностей / **И.В. Удалов, І.К. Решетов.** – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 152 с. (*Особистий внесок – організація та ведення моніторингу, 50 %*).

35. **Удалов И.В., Окунь А.О.** Спосіб укриття низькоактивних радіаційних відходів. Патент на корисну модель № 88199. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 11 березня 2014 р.

36. **Удалов И.В., Полевич О.В.** Спосіб локалізації важких металів, які мігрують у техногенних потоках забруднення. Патент на корисну модель № 108686. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25 липня 2016 р.

Матеріали і тези конференцій

37. **Удалов И.В.** Проблеми підтоплення і шляхи їхнього рішення в регіонах Лівобережної України / **И.В. Удалов, І.К. Решетов, В.К. Янчев** // Підтоплення-2006 – загальні проблеми запобігання та боротьби з регіональним підтопленням земель: Матеріали наук.-практ. конф. – Слов'янськ: НПП «Екологія наука техніка», 2006. – С. 76–78. (*Особистий внесок – оцінка процесів підтоплення, 50 %*).

38. **Удалов И.В.** Особливості радіаційно-екологічної ситуації при закритті вугільних шахт / **И.В. Удалов, О.А. Улицкий** // Праці 18 Міжнародної конференції по фізиці радіаційних явищ і радіаційному матеріалознавству. – Алушта (Крим), 2008. – С. 368. (*Особистий внесок – оцінка радіаційної, екологічної ситуації, 80 %*).

39. **Удалов И.В.** Особенности радиационно-экологической ситуации при закрытии угольных шахт / **И.В. Удалов, Решетов И.К.** // 5 Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: Зб. наук. ст. у 2-х т. УкрНДІЕП. – Х.: Райдер, 2009. – Т. 2. – С. 209–211. (*Особистий внесок – оцінка радіаційної ситуації, 50 %*).

40. **Удалов И.В.** О региональном подходе в эколого-геологических исследованиях в связи с закрытием шахт / **И.В. Удалов** // Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов. / Сб. научн. трудов 19 междунар. научно-технич. конф. // Под ред. к.т.н. В.Ф. Костенко, Д.Н. Почепецкого: Х.: УкрВОДГЕО, 2012. – С. 469–476.

41. Н.К. Маркина. Влияние «мокрой» консервации угольных шахт Донбасса на изменение инженерно-геологических свойств породного массива / Н.К. Маркина, **И.В. Удалов**, // 8 Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: Зб. наук. ст. у 2-х т. УкрНДЦЕП. – Х. Райдер, 2012. – Т.2 . – С. 123–126. (*Особистий внесок – оцінка інженерно-геологічних властивостей породного масиву, 50 %*).

42. **Удалов І.В.** Особливості розповсюдження техногенних відходів у донних відкладах (на прикладі вуглепромислового комплексу Луганської області) / **І.В. Удалов** // Регіон – 2012: стратегія оптимального розвитку: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю (м. Харків, 25-26 жовтня 2012 р.) / Гол. ред. колегії В.С. Бакіров. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. – 332 с.

43. **Удалов І.В.** Вивчення техногенного впливу вуглепромислового комплексу на стан донних відкладів і ґрунтів Алмазно-Мар'ївського та Лисичанського гірничопромислових районів / **І.В. Удалов** // Экологическая и техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов / Сб. науч. трудов XXI международной научн. технич. конф. // Под ред. к.т.н. В.Ф. Костенко, к.ю.н. С.В. Разметаев: УкрВОДГЕО – Х., Изд-во «С.А.М.», 2013. – с. 347–355.

44. **Удалов И.В.** Проблемные аспекты влияния «мокрой» консервации шахт на качество подземных вод Луганской области / **И.В. Удалов** // Казантип-Эко-2013. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения: сборник трудов XXI Международной научно-практической конференции, 3-7 июня 2013 г., г. Щелкино, АР Крым: в 3 т. / ГП «УкрНТЦ «Энергосталь». – Х.: НТМТ, 2013. – 352 с.

45. **Удалов І.В.** До питання щодо регіонального підходу в еколого-геологічних дослідженнях, у зв'язку із закриттям вугільних шахт / **І.В. Удалов**, О.О. Шестакова // Регіон – 2013: стратегія оптимального розвитку: матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю (м. Харків, 7-8 листопада 2013 р.) / Гол. ред. колегії В.С. Бакіров. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013. – 459 с. (*Особистий внесок – формування мети і висновків, 50 %*).

46. **Удалов И.В.** Аспекты техногенного воздействия на окружающую среду при реструктуризации угольной промышленности Украины / **И.В. Удалов** // Казантип-Эко-2014. Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения: сборник трудов XXII Международной научно-практической конференции: в 2 т./ ГП УкрНТЦ «Энергосталь». – Х.: НТМТ, 2014. – 380 с.

47. **Удалов І.В.** Вплив шахтного водовідливу на гідрохімічний режим річок Луганської області / **І.В. Удалов** // Проблеми гідрогеології на сучасному етапі: матеріали 1 наукової конференції (м. Харків, 5-6 листопада 2014 р.) / Гол. оргкомітету Азаренков М.О. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2014. – 102 с.

48. **Удалов І.В.** Еколого-геохімічні дослідження гірничопромислових районів Північно-Східного Донбасу / **І.В. Удалов** // Ресурсозбереження і хіміко-екологічні проблеми технологічних процесів: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Харків, 10-12 листопада 2014 р.) / Гол. Оргкомітету Туренко А.М. – Х.: ХНАДУ, 2014. – С. 206–208.

49. **Удалов І.В.** Анализ влияния «мокрой» консервации шахт на качество подземных вод Северо-Восточного Донбасса / **И.В. Удалов** // Регіон – 2014: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 80-річчю кафедри соціально-економічної географії і регіонознавства Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (м. Харків, 6 листопада 2014 р.) / Гол. ред. колегії В.С. Бакіров. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2014. – 371 с.

50. **Удалов І.В.** Особенности техногенного загрязнения грунтов редкими элементами (на примере Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса) / **И.В. Удалов** // Актуальні проблеми пошукової та екологічної геохімії : Зб. тез між нар. наук. конф. (Київ, 1-2 липня 2014 р.) / НАН України; Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка; Ін-т геології і геохімії горючих копалин; «Г-во пошукової та екологічної геохімії». – К.: Інтерсервіс, 2014. – 160 с.

51. **Удалов І.В.** Особенности техногенного загрязнения грунтов редкими элементами (на примере Алмазно-Марьевского геолого-промышленного района Донбасса) / **И.В. Удалов** // Новітні проблеми геології. Матеріали науково-практичної конференції до 100-річчя від Дня народження В.П. Макрідіна (м. Харків, 21-23 травня 2015 р.) / Гол. ред. колегії В.С. Бакіров. – Х.: Вид.: Іванченка І.С., 2015. – 188 с.

52. **Удалов І.В.** Экологические аспекты утилизации ценных элементов промышленных отходов / **И.В. Удалов, А.В. Кононенко** // Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали Другої міжнародної науково-практичної конференції (5-8 жовтня 2015 р., м. Трускавець). Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). – К.: ДКЗ, 2015. – 466 с. (*Особистий внесок – екологічні аспекти утилізації, 50 %*).

53. **Удалов І.В.** «Мокрая» консервация шахт и ее влияние на качество питьевых подземных вод (на примере Северо-Восточного Донбасса) / **И.В. Удалов** // Актуальні проблеми гідрогеології: матеріали 2 наукової конференції (м. Харків, 4-6 листопада 2015 р.) / Гол. оргкомітету Азаренков М.О. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. – 149 с.

54. **Удалов І.В.** Особенности концентрации ценных элементов в отходах промышленных предприятий Северо-Восточного Донбасса / **И.В. Удалов** // Регіон – 2015: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 5-6 листопада 2015 р.) / Гол. ред. колегії В.С. Бакіров. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. – 293 с.)

55. **Удалов І.В.** Влияние тектонических условий на активизацию процессов миграции радона при закрытии шахт Северо-Восточного Донбасса / **И.В. Удалов, А.В. Кононенко** // Новітні проблеми геології. Матеріали науково-практичної конференції пам'яті В.П. Макрідіна (м. Харків, 27-28 травня 2016 р.) / Гол. ред. колегії В.С. Бакіров. – Х.: Вид. Іванченка І.С., 2016. – 119 с. (*Особистий внесок – опис процесу міграції, 80 %*).

56. **Удалов І.В.** Радонные воды – дополнительный источник развития геолого-промышленных районов Северо-Восточного Донбасса / **И.В. Удалов, А.В. Кононенко**

// Регіон – 2016: стратегія оптимального розвитку: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 10-11 листопада 2016 р.) / Гол. ред. колегії В.С. Бакіров. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. – 346 с. (*Особистий внесок – опис бальнеологічних властивостей радонових вод, 50 %*).

57. **Удалов І.В.** Маршрутизація техногенних ґрунтових потоків та особливості створення штучних геохімічних бар'єрів / **І.В. Удалов** // Гідрогеологія: наука, освіта, практика: матеріали 3 наукової конференції (м. Харків, 2-4 листопада 2016 р.) / Гол. оргкомітету Азаренков М.О. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. – С. 144–145.

АНОТАЦІЯ

Удалов І.В. Цикли техногенної трансформації геологічного середовища та створення системи екологічної безпеки Північно-Східного Донбасу. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 21.06.01 – «екологічна безпека». Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України». – Київ, 2017.

Вирішено актуальну науково-практичну проблему циклічності техногенної трансформації геологічного середовища в процесі будівництва, експлуатації та закриття вугільних шахт. Виділено етапи циклу та доведено незворотність трансформації геологічного середовища у техногенну екогеосистему, зумовлену впливом техногенних процесів при великомасштабному видобутку вугілля.

Розроблено систему геологічних досліджень, що базується на співставленні показників геологічних, геохімічних, міграційних та інших процесів у непорушених та порушених техногенезом умовах, що дозволило відокремити процес безпосереднього забруднення геологічного середовища та активізацію постійно діючих природних процесів.

Оцінено характер розподілу та ступінь концентрації токсичних та деяких рідкісних елементів у вугіллі та вмшуючих породах геолого-промислових регіонів Північно-Східного Донбасу. Описано генезис та форми знаходження токсичних і рідкісних елементів у вугіллі і вмшуючих породах. Проаналізовано залежності концентрації токсичних і рідкісних елементів від віку порід та їх метаморфізму. Визначено, основні елементи-забруднювачі ґрунтів, які утворюють великі аномальні ореоли.

Виконана комплексна оцінка забруднення ґрунтів та підземної гідросфери досліджуваної території. Обґрунтовано закономірності впливу вуглевидобувних підприємств на навколишнє природне середовище та якість поверхневих та підземних вод.

Ключові слова: геологічне середовище, техногенез, рідкісні елементи, породні відвали, техногенні відходи, вмшуючі породи, радіоактивність, підземні води.

АННОТАЦИЯ

Удалов И.В. Циклы техногенной трансформации геологической среды и создание системы экологической безопасности Северо-Восточного Донбасса. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора геологических наук по специальности 21.06.01 – «экологическая безопасность». Государственное учреждение «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины». – Киев, 2017.

Решена актуальная научно- практическая проблема цикличности техногенной трансформации геологической среды в процессе строительства, функционирования и закрытия угольных шахт. Выделены этапы цикла и доказана необратимость трансформации геологической среды в техногенную экогеосистему, обусловленную комплексным влиянием техногенных процессов при крупномасштабной добыче и переработке угля.

Разработана система геологических исследований, которая базируется на сопоставлении показателей геологических, геохимических, миграционных и иных процессов, в ненарушенных и нарушенных техногенезом условиях. Это позволило рассмотреть процесс непосредственного загрязнения геологической среды и выявить активизацию постоянно действующих природных процессов.

Оценен характер распределения и степень концентрации токсичных и некоторых редких элементов в углях и вмещающих породах геолого-промышленных регионов Северо-Восточного Донбасса. Описаны генезис и формы нахождения токсичных и редких элементов в углях и вмещающих породах. Проанализированы зависимости концентрации токсичных и редких элементов от возраста пород и их метаморфизма. Определены, основные элементы-загрязнители почв, которые образуют крупные аномальные ореолы.

Впервые установлено, что содержание и формы нахождения микроэлементов в каменных углях и вмещающих породах исследуемой территории имеют однозначные зависимости. Анализ проявления ртути позволил оценить зависимость состава парагенетических ассоциаций ртутной минерализации от стадий постдиагенетических преобразований вмещающих пород.

Зафиксировано влияние гидротермальных процессов на распределение микроэлементов и форм их нахождения в каменных углях и вмещающих породах, что является важной характеристикой геотектонических структур угольных бассейнов. Их анализ и характер необходимы для определения потенциальных ресурсов токсичных и редких элементов в отходах углеперерабатывающих предприятий. Проведена оценка прогнозных ресурсов цветных и редких металлов в отходах промышленных предприятий исследуемой территории.

Выполнена комплексная оценка загрязнения почв и подземной гидросферы исследуемой территории. Обоснованы закономерности влияния угледобывающих предприятий на окружающую природную среду и качество поверхностных и подземных вод.

Исследованы радиоэкологические условия геологической среды в ракурсе загрязнения исследуемой территории естественными радионуклидами. Даны рекомендации по повышению экологической безопасности региона.

Ключевые слова: геологическая среда, техногенез, редкие элементы, породные отвалы, техногенные отходы, вмещающие породы, радиоактивность, подземные воды.

ABSTRACT

Udalov I.V. The process of technogenic transformation of the geological environment and the creation of a system of ecological security of the North-Eastern Donbass. – Manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor Geological Sciences, specialty 21.06.01 – “Environmental Safety”. State Institution “Institute of Environmental Geochemistry, National Academy of sciences of Ukraine”, Kiev, 2014.

Solved urgent scientific and practical problem of cyclicity of technogenic transformation of the geological environment in the construction process, operation and closure of coal mines. The stages of the cycle and proved the irreversibility of transformation of geological environment in man-made ecosystem due to the influence of anthropogenic processes in large-scale coal mining.

Developed a system of geological research, based on the comparison of geological, geochemical, migration and other processes in undisturbed and disturbed technogenesis conditions, which allowed to separate the process of direct contamination of the geological environment and activation of permanent natural processes.

Evaluated the distribution pattern and concentration of toxic and rare elements in coals and host rocks geological-industrial regions of the North-East of Donbass. Describes the Genesis and the deportment of toxic and rare elements in coals and host rocks. We have analyzed the dependence of the concentration of toxic and trace elements from the age of rocks and their metamorphism. Determined, the main elements-pollutants in soils, which form a large anomalous halos.

Performed a comprehensive assessment of pollution of soils and underground hydrosphere of the study area. Regularities of influence of mining enterprises on the environment and the quality of surface and groundwater.

Key words: geological environment, technogenesis, rare items, waste dumps, industrial waste, host rock, radioactivity, groundwater.