

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
«ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
НАН УКРАЇНИ»**

УЛИЦЬКИЙ ОЛЕГ АНДРІЙОВИЧ

УДК 622.85: 502.15:174

«Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної безпеки геологічного середовища в умовах зняття вугільних шахт з експлуатації»

Спеціальність – 21.06.01 – Екологічна безпека

**дисертація на здобуття наукового ступеня
доктора геологічних наук**

**науковий консультант
доктор геологічних наук
Верховцев В.Г.**

Київ – 2014

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»

Науковий консультант:

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник

Верховцев Валентин Геннадійович,

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,
завідувач відділом спеціальної металогенії

Офіційні опоненти:

доктор геологічних, географічних та технічних наук, професор, **РУДЬКО Георгій Ілліч**, голова (Державна комісія України по запасах корисних копалин)

доктор геолого-мінералогічних наук, професор, **ОГНЯНИК Микола Степанович**,
завідувач відділу охорони підземних вод (Інститут геологічних наук НАН України)

доктор геологічних наук, професор **КРОЇК Ганна Аркадіївна**, кафедри безпеки
життєдіяльності (Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара)

Захист відбудеться «___» _____ 2014 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.192.01 при ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» за адресою: МСП 03680 м. Київ-142, пр. Палладіна 34-а

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

Автореферат розісланий « ___ » _____ 2014 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради

Кандидат геолого-мінералогічних наук

В.Г. Яценко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Внаслідок геополітичних, еколого-економічних та енергетичних причин вугільна промисловість багатьох європейських країн опинилася у критичному стані. До другої половини ХХ ст. вугілля відігравало провідну роль в енергетиці, а в таких вугледобувних країнах, як Німеччина, Велика Британія, Франція, Україна, Польща у галузі нараховувалося до мільйона робочих місць. У зв'язку з постійним збільшенням питомої ваги в енергетиці ефективніших джерел – нафти, природного газу, гідро- і атомної енергії та ін. – розробка вугільних родовищ із складними гірничо-геологічними умовами стає економічно недоцільною та небезпечною для навколишнього середовища. Значно зросла собівартість видобутку вугілля у світі. Залишився рентабельним його видобуток лише на підприємствах зі сприятливими гірничо-геологічними умовами при застосуванні передових технологій. Через це, починаючи з 1996 р., в Україні відбувається реструктуризація вугільної галузі, яка супроводжується закриттям вугледобувних підприємств і «мочною консервацією» шахт. В умовах інтенсивного порушення гірничими виробітками геологічного середовища (ГС) це стало суттєвим фактором впливу на нього техногенних процесів. Найбільш невирішеними питаннями структурної перебудови у вугільній промисловості є соціально-економічні та екологічні аспекти. Виходячи з цього, головним завданням державного регулювання в сфері екологічної політики є мінімізація впливу гірничодобувних підприємств на навколишнє природне середовище. Найбільш важливим нормативним документом, що регламентує діяльність у цій сфері є Постанова Кабінету Міністрів України від 31.08.1999 р. № 1606 «Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничодобувних регіонів України».

Видобуток і переробка вугілля супроводжується інтенсивним техногенним впливом на всі компоненти ГС (підземні води, гірські породи, ґрунти та ін.) в межах глибин гірничих робіт. Основними факторами цього впливу є як самі шахти (численні гірничі виробки) так і інтенсивна відкачка підземних (шахтних) вод, накопичення відходів у териконах та відстійниках ГЗК та ін. При закритті вугільних шахт суттєво змінюється характер процесів техногенного впливу, що проявляється у погіршенні гірського масиву, земної поверхні, атмосфери (викиди шахтного газу) та гідросфери (вихід на земну поверхню шахтних вод). Цю проблему активно досліджують зарубіжні вчені: Е. Боардмен, Д. Грінберг, Д. Діксон, К. Казімі, Р. Карпентер, Л. Скура, К. Смолл, П. Шерман. Серед українських вчених це – І. Абрамов, О. Баб'як, Л. Загвойська, М. Коржнев, Г. Лисиченко, Т. Маселко,

О. Лазор, Г. Рудько, В. Тихий, А. Шапар, М. Толстой, Л. Яровий, Є. Яковлев, М. Якуба та ін.

Таким чином, робота присвячена вирішенню (на прикладі Донбасу) важливої наукової проблеми – визначення рівнів екологічних загроз, оцінюванні геоекологічних ризиків та науковому обґрунтуванню заходів із захисту ГС в зонах впливу вугільних шахт, що експлуатуються чи підлягають ліквідації, яка є актуальною та своєчасною для вирішення питань екологічної безпеки держави. Актуальність цієї роботи значно підвищилась у поточному році після виникнення проблеми з руйнування шахт в результаті сепаратичних дій на Донбасі та руйнування частини цих об'єктів внаслідок військового конфлікту, який продовжується.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати виконаних досліджень, що є базовими дисертаційної роботи, безпосередньо пов'язані з науково-дослідницькою тематикою, які виконувалися у різних спеціалізованих виробничих геологічних організаціях (ДК «Укрвуглереструктуризація», ВО «Укрвуглегеологія», ДРГП «Донецькгеологія», ДП «Укршахтгідрозахист») та науково-дослідних і проектно-конструкторських галузевих інститутах (Дондіпрошахт, Луганськдіпрошахт, Дніпродіпрошахт, УкрДНІпроект та ін.). Автор під час роботи з 1996 по 2010 рр. був керівником та виконавцем робіт з вибору інженерно-технічних рішень, пов'язаних з реструктуризацією вугільної галузі, включаючи питання планування та реалізації проведення природоохоронних заходів (фізична ліквідація вугільних шахт; розв'язання проблем запобігання виходу на поверхню підземних вод і викидів газу; гасіння, перепрофілювання й озеленення відвалів порід та їх рекультивація). Зокрема, НДР «Оценить геомеханическую устойчивость и гидродинамическое сопротивление массива пород, слагающих барьерный целик между шахтами «Донецкая» и «Комсомолец Донбасса» при затоплении шахты «Донецкая», «Организация и проведение гидрогеологического мониторинга на полях шахт, которые ликвидируются в Стахановском, Центральном районах Донбасса и в Будёновско-Пролетарском районе г. Донецка», «Мониторинг геологической среды. Современное состояние и прогноз изменения режима подземных вод в условиях закрытия шахт Стахановского региона Луганской области», а також низка програм з охорони навколишнього середовища. Результатом такої співпраці, стала розробка нормативних документів, навчального посібника та методичних вказівок.

Мета і завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування сприяння поліпшення стану навколишнього природного середовища гірничовидобувних регіонів шляхом розробки методології обґрунтування

геоекологічних загроз та ризиків в зонах впливу вугільних шахт, що закриваються та визначення пріоритетності реабілітаційних заходів з мінімізації негативного впливу цих об'єктів на навколишнє середовище, у першу чергу за рахунок чинників гідробезпеки та геомеханіки.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

1. Провести аналіз сучасного стану вивчення проблеми із закриття вугільних підприємств в країнах світу та Україні та ефективність реабілітаційних заходів щодо поліпшення стану екологічної безпеки.

2. Провести аналіз наявних гідрогеологічних та геомеханічних впливів на ГС при закритті вугільних шахт модельного полігону Стаханівська гірничо-міська агломерація (ГМА), що обрана як типовий для Донбасу.

3. Розробити методи і прийоми прогнозування оцінки можливих змін гідрогеологічної ситуації та геомеханічної стійкості товщі гірський порід у межах територій гірничих відводів і зон техногенного впливу шахт.

4. Визначити критерії показників впливу шахти на забруднення ГС згідно з європейськими стандартами та очікуваний рівень небезпеки для поточного стану господарювання (ПСГ) вугільного підприємства з застосуванням методу рейтингових оцінок стану забруднення вугільних підприємств (шахт, збагачувальних фабрик і ін.) на основі розробки каталогу забруднень інфраструктури цих об'єктів.

5. На основі розробки детермінаційної моделі «джерело – маршрут – реципієнт» (ДМР) провести аналіз геолого-екологічних загроз, що мають місце на об'єктах досліджень та визначити рівень наявних екологічних ризиків для об'єктів вугільного сектору з урахуванням потоків відходів, що повинні розглядатися як «побічні продукти» (шахтні води, газ-метан, породні відвали).

6. Розробити методологічний підхід до оцінки економічної ефективності (монетизації) заходів з мінімізації екологічних впливів вуглевидобування на ГС.

7. Розробити теоретичні основи управління екобезпекою в умовах реструктуризації вугільних підприємств.

Об'єктом дослідження є гідрогеологічні і геомеханічні процеси, які відбуваються під час експлуатації або зняття вугільних шахт з експлуатації та перехід до квазістабільного стану складових ГС (підземних вод, породного масиву, тощо).

Предметом дослідження є геоекологічні загрози та ризики в зонах впливу вугільних шахт, що закриваються та природоохоронні заходи з поліпшення екологічного стану цих зон в системі «шахта–ГС».

Методи досліджень. Використано комплексний підхід, який включає аналіз відомих положень з оцінки геолого-екологічного стану та економічної ефективності (монетизації) заходів з мінімізації екологічних впливів вуглевидобування на ГС, а також запропановані автором теоретичні дослідження, що базуються на кількісних фактичних показниках у вигляді елементів зв'язків ПСГ у системі «шахта–ГС». Для вирішення поставлених завдань використовувалися методи системного аналізу ГС; методи гідрогеологічних досліджень щодо прогнозу та оцінки змін фільтраційних параметрів (Q, S) аналітичних розрахунків і моделювання методами водного балансу, гідрогеологічних аналогій, гідрогеохімічного картографування, ймовірностатистичний, метод кінцевих елементів, метод аналізу ієрархії, метод оцінки геолого-екологічних загроз та ризиків в умовах зняття вугільних шахт з експлуатації.

Наукова новизна одержаних результатів:

Вперше для підприємств вугільної галузі, що реструктуризують, розроблено наукові основи екологічної безпеки ГС, що ґрунтуються на аналізі гідрогеологічних та геомеханічних характеристик складних гірничо-геологічних систем «шахта–ГС» та моделях прогнозування змін цих характеристик для різних етапів зняття шахт з експлуатації, що дозволило визначити стійкість ГС до негативних впливів зазначених процесів та запропонувати заходи з їх мінімізації для забезпечення прийнятних рівнів екологічної безпеки для населення і територій. При цьому отримані такі наукові результати:

- вперше методом математичного моделювання гідрогеологічних процесів доведено, що наявність слабководопроникних шарів гірських порід (водотривів), які залягають над гірничим простором, створює позитивні умови для захищеності підземної гідросфери у вугільних регіонах (вони зменшують ступінь екологічних ризиків щодо забруднення геологічного простору шахтними водами з ліквідованих шахт);

- вперше створено теоретичну модель для аналізу ПСГ вугільного підприємства, яка на основі виробничих та екологічних показників дозволяє виконати оцінку основних чинників екологічної небезпеки, визначити геолого-екологічну загрозу та ризики і обґрунтувати економічну складову оптимізації природоохоронних заходів з урахуванням їх вартості;

- розроблено методологічний підхід до монетизації негативних екологічних наслідків як різновиду індексних методів та визначено найефективніші методи кількісного оцінювання впливів вугільних шахт на ГС в умовах зняття їх з експлуатації;

- вперше для підприємств вугільної галузі, що підпали під реструктуризацію

(закриття шахт), за методом рейтингових оцінок визначено рівень та ступінь їх екологічної небезпеки, що суттєво розвиває можливості застосування моделі «джерело–маршрут–реципієнт»;

– вперше теоретично обґрунтовано методологічні підходи щодо алгоритму управління екологічною безпекою на підприємствах вуглевидобувного комплексу в умовах зняття їх з експлуатації, що впроваджено на реальних об'єктах при вирішенні завдання з оцінки геолого-екологічних загроз і ризиків, та використовуються при розробці програм з відновлення природно-техногенних геосистем вугільних регіонів.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані автором наукові положення і висновки використовуються на вуглевидобувних підприємствах Донбасу для: створення бази гідрогеологічних, геомеханічних та екологічних показників вугільних підприємств; підвищення об'єктивності визначення геолого-екологічних загроз; оцінки екологічних ризиків від впливу природно-техногенних чинників на стан ГС; удосконалення системного підходу до вирішення еколого-гідрогеологічних та геодинамічних питань з метою обґрунтування ефективних заходів щодо усунення негативних наслідків зняття шахт з експлуатації, а також для визначення пріоритетних складових моніторингу навколишнього природного середовища. Результати дисертаційних досліджень автором впроваджено у виробництво низки підприємств (ДП «Укршахтгідрозахист», «Донвуглереструктуризація», «Луганська обласна дирекція «Луганськвуглереструктуризація», ПАТ «Дондіпрошахт» та інститут «УкрНДМІ НАН України»), що підтверджено відповідними актами впровадження.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно: сформульовано ідею, мету та завдання досліджень; обґрунтовано межі застосування і основні методи досліджень для вирішення питань екологічної безпеки та ризику, що виникають при закритті вугільних шахт; проаналізовано параметри розробленої моделі ПСГ для вугільного сектору України, виконана її параметризація для тестових об'єктів; розроблено діаграми зв'язків ПСГ у системі «шахта–ГС», що відображають поводження з побічними продуктами вуглевидобутку; за безпосередньою участю автора проведено оцінку небезпеки та аналізу ризиків, вибір об'єктів (шахт) та складові до «Каталогу забруднених об'єктів»; здійснено класифікацію шахт за показниками загальної інтенсивності факторів небезпеки (172 шахти); розроблено план управління екологічною безпекою при закритті вугільних шахт; визначено види першочергових робіт та необхідних додаткових заходів по всіх об'єктах ГС для забезпечення необхідного рівня екологічної безпеки з застосуванням сучасних ГС-технологій, побудовано спеціалізовані геологічні карти та схеми, що розкривають

основні положення дисертаційної роботи та прив'язку об'єктів досліджень до топографічної основи і природо-техногенних елементів ГС.

Апробація результатів роботи. Основні положення дисертації доповідались на міжнародних науково-практичних конференціях, серед яких: 6-й Міжнародний симпозиум «Освоение месторождений минеральных ресурсов и подземное строительство в сложных гидрогеологических условиях: Вопросы осушения и экология, специальные горные работы и геомеханика» (Белгород, 2001); Міжнародний семінар «Экологический мониторинг и пути реализации при закрытии шахт. Обмен опытом ликвидации угольных шахт в Украине, Российской Федерации и республике Казахстан (Донецк, 2002); II Науково-практична конференція «Інженерний захист території та об'єктів у зв'язку з розвитком небезпечних геологічних процесів» (АР Крим, Гурзуф, 2002); II Міжнародна науково-практична конференція «Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення» (АР Крим, Коктебель, 2007); XVIII міжнародна науково-практична конференція з фізики радіаційних явищ і радіаційного матеріалознавства (АР Крим, Алушта, 2008); IV Науково-практична конференція «Екологічна безпека техногенно переважаних регіонів. Оцінка і прогноз екологічних ризиків» (АР Крим, Гурзуф, 2008); IV Міжнародна науково-практична конференція «Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення» (АР Крим, Коктебель, 2009); XXXVIII IAH Congress (Krakov, 2010); Науково-практична конференція з міжнародною участю: «Регион-2010: Стратегія оптимального розвитку» (Харків, 2010); VIII Міжнародна науково-практична конференція: «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (Харків, 2012); Міжнародний екологічний форум «Довкілля для України. «Зелена» економіка: перспективи впровадження в Україні» (Київ, 2012); V Міжнародна наукова конференція: «Экологические проблемы недропользования. Наука и образование» (Санкт-Петербург, 2012).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковано у 45 друкованих роботах (13 – одноосібних, 5 – в іноземних виданнях), серед яких: 1 – монографія, 1 – навчальний посібник, 29 – статей у фахових виданнях МОН України, 11 – статей у матеріалах конференцій, 3 – тези доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 287 сторінках тексту, складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури з 237 найменувань і містить 78 рисунків та 35 таблиць. Первинний матеріал виробничих та екологічних показників вугільних шахт, геолого-гідрогеологічні та геомеханічні дані модельних розрахунків знаходяться в архіві автора.

Подяки. Дисертацію підготовлено у відділі спеціальної металогенії ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» (науковий консультант – д.г.н. В.Г. Верховцев). Велике значення для успішного завершення роботи мали поради та критичні зауваження фахівців, які знайомилися зі змістом роботи: д.т.н. Е.І. Піталенка (УкрНДМІ), Е.Л. Кауфмана, В.М. Гулейчука (Дондіпрошахт), к.г.-м.н. І.М. Ксенди (ВП «Укрвуглегеологія»), д. г.-м.н., проф. В.М. Загнітка (КНУ ім. Т. Шевченка), к.т.н. В.М. Єрмакова (Мінприроди), Л.А. Лисянської (ДРГП «Донецькгеологія»). Автор також щиро вдячний член-кореспонденту НАН України, д.т.н., професору Г.В. Лисиченку (ДУ «ІГНС НАН України») та д.г.-м.н., проф. В.Г. Суярку (ХНУ ім. В.Н. Каразіна) за поради та консультації при виконанні дисертаційної роботи.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, зв'язок досліджень з науковими темами, програмами, проектами. Сформульовано мету дисертаційної роботи та хавдання, які було вирішино у ній, викладено наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, наведено загальну характеристику роботи та дані про її апробацію.

У розділі 1 **«Сучасний стан вивчення проблеми: досвід реструктуризації вугільної галузі у країнах світу і Україні»** розглянуто та проаналізовано досвід реструктуризації вугільної галузі у країнах світу і Україні, вплив вуглевидобувного виробництва на ГС та екологічний стан довкілля. З кінця 1980-х років, як світове споживання вугілля, так і видобуток його в Україні характеризується уповільненням темпів росту та закриттям вугільних шахт. Перед різними країнами стоять однакові проблеми щодо реструктуризації вугільної промисловості і вирішення пов'язаних з цим техніко-технологічних, екологічних і соціальних питань.

Для України найцікавішим є досвід реструктуризації вугільної промисловості у Великій Британії, Росії, Німеччині, Польщі, де є подібні до наших гірничо-геологічні умови видобутку вугілля. Ще у 90-і роки українські експерти вказували на загрозу національній безпеці через екологічну кризу, пов'язану з надмірним видобуванням вугілля, що також призводить до негараздів у економічному та соціальному розвитку нашої держави (О. Власюк, 2008). Негативний екологічний вплив у місцях розташування техносистем «шахта–ГС» зумовлений: а) відсутністю цілеспрямованої геоекологічної політики у розвитку вугільної промисловості; б) застарілими, екологічно недосконалими технологіями природокористування (порушення рівноваги гірських порід під впливом гірничих робіт); в) недосконалою структурою територіального управління у вугільній галузі (С. Єрмілов, 2007).

Починаючи з 1980-х років відбувається реструктуризація вугільної галузі

європейських країн, яка супроводжувалась різким скороченням видобутку вугілля та зайнятості працівників. Так, в процесі реструктуризації вугільної галузі у Нідерландах, Бельгії, Португалії були закриті усі вуглевидобувні підприємства, а у інших європейських країнах кількість їх скоротилася майже вдвічі. Європейський досвід показав, що реструктуризація вугільної галузі велася в напрямку удосконалення системи управління галуззю, зменшення кількості діючих шахт, приватизацією шахт і соціального захисту працівників (Т. Петровська, 2009).

Станом на 90-і роки ХХ ст. в Україні сумарні запаси вугілля до глибини 1800 м оцінювались у 140,8 млрд т, з них 108,5 млрд т – відповідають кондиціям за потужністю пластів і зольністю. Розвідані запаси промислових категорій вугілля складають 57,5 млрд т, а перспективні – 18,3 млрд т. Серед них за марками (млрд т): антрациту (13,8), газового (27,5), пісного (6,3), коксівного (9,8) вугілля. При річному видобутку 100 млн т. цих запасів може вистачити на 570 років. На початок здійснення програми реструктуризації вугільної промисловості України (1996 р.) у галузі нараховувалось 276 шахт (325 технічних одиниць) з виробничою потужністю 193 млн т. Середня глибина розробки пластів – понад 720 м. Близько 20% шахт працюють на горизонтах 1000–1400 м. Середня потужність вугільного пласта – близько 1 м. Фактори небезпеки: 90% шахт небезпечні через метан, 60% – через вибухи вугільного пилу; 45% – через раптові викиди; 22% – через самозаймання. За останні 16 років людський потенціал у галузі скоротився на 74% і сьогодні складає близько 224 тис. чол. (О. Амоша, 2013). Тож актуальною є проблема виводу вугільної промисловості з довготривалої кризи та перетворення її на стратегічну галузь, яка б забезпечила ліквідацію енергетичної залежності України від зовнішніх чинників.

З метою підвищення ефективності роботи підприємств вугільної промисловості у 2001 р. Урядом був прийнятий системний документ – Програма «Українське вугілля», розрахований на період 2001–2010 рр. У 2005 р. Кабінетом Міністрів України було схвалено Концепцію розвитку вугільної промисловості, згідно з якою основні напрями реформування галузі включали приватизацію привабливих для інвестування шахт. Окремою частиною Програми «Українське вугілля» є закриття збиткових та нерентабельних шахт, яке здійснюється за Державною програмою (КВКП 1301700 «Реструктуризація вугільної та торфодобувної промисловості»).

Основними *«індикаторами»* визначення рівня екологічної небезпеки ГС є показники гідрогеологічних та геомеханічних особливостей ліквідації шахт. Управління природоохоронною діяльністю галузі не може бути достатньо ефективним у зв'язку з тим, що вугільні підприємства мають різну підпорядкованість: вони можуть бути як у складі виробничих об'єднань, так і самостійними або

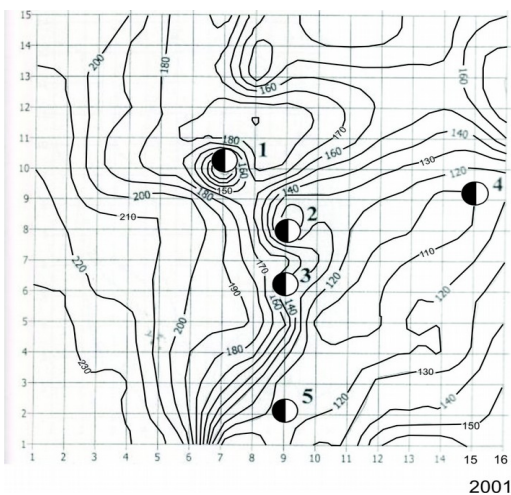
приватними, що діють самостійно.

Системний аналіз природоохоронних заходів у сфері реформування вугільної галузі дозволив зробити висновок: недоліки цієї структури можна усунути за рахунок посилення територіального управління природоохоронною діяльністю, здійснення змін у системі планування, фінансування та стимулювання природоохоронних заходів, а також розробки нових нормативно-методологічних документів і законодавчих актів. Останній рік під час проведення АТО навмисне руйнування шахт змушують автора ставити собі у перелік завдань ті, що будуть пріоритетними після завершення військових дій.

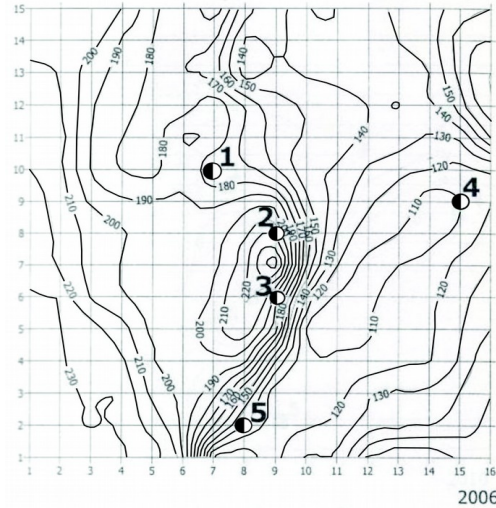
У розділі 2 *«Гідрогеологічні особливості геологічного середовища при закритті вугільних шахт»* розглянуто гідрогеологічні чинники, які є складовими техногенної системи «шахта–ГС» і ґрунтуються на особливостях формування режиму підземних та шахтних вод у геосистемі *«порода–вода»*. У зв'язку з цим виникає необхідність прогнозу негативних екологічних наслідків, обумовлених зміною гідрогеологічного режиму, що ставить перед проектувальниками багато проблем, серед яких гідрогеологічні: визначення об'єму та часу затоплення виробленого простору підземними (шахтними) водами; прогноз відновлення рівня підземних вод, вихід шахтних вод на земну поверхню і затоплення забудованих територій, сільськогосподарських земель та інших природних угідь; розробка заходів щодо недопущення проривів шахтних вод у гірничі виробки сусідніх шахт; аналіз зміни умов живлення водоносних горизонтів (зростання уразливості). Оцінюючи гідрогеологічну вивченість вугільних родовищ, зокрема на територіях шахт, що ліквідуються, слід вказати на недостатній обсяг досліджень впливу працюючих шахт і шахт, що затоплюються на еколого-гідрогеологічну ситуацію. Про наслідки цього впливу є лише окремі дані, які зібрані під час відновлення шахт у період 1944–1955 рр. У розділі викладені методи і прийоми прогнозу оцінки можливих змін гідродинамічної ситуації у межах гірничих відводів і зон впливу шахт, які працюють на видобуток вугільної продукції, а також таких, що закриваються і затоплюються. Прогнозна оцінка змін гідродинамічного стану виконується для конкретної шахти, фільтраційні параметри визначені за даними водоприпливів у гірничі виробки, які найбільш реально відбивають стан проникності вуглепородного масиву

За даними гідрогеологічних робіт (1998–2008 рр.) у Стаханівському регіоні Луганської області (шахти ім. Тюленіна, «Донецька», «Родина», «Чорноморка», «Ленінка» та ін.) встановлено, що затоплення гірничих виробок відбувається значно швидше, ніж насичення водою осушеного гірського масиву. Простежується два основних етапи: 1-й (триває 1–2 роки) – вільного заповнення простору гірничих виробок

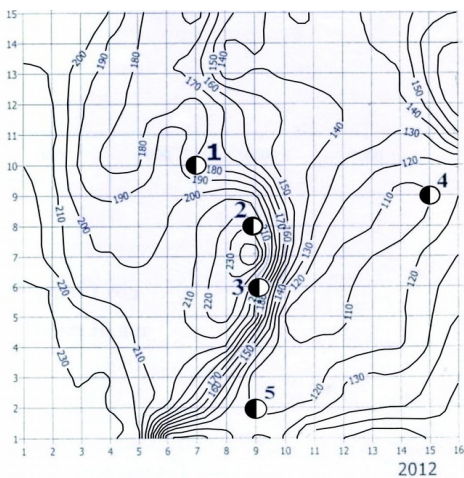
за рахунок інфільтраційного живлення при несуттєвому впливі гідродинамічного потоку внаслідок незначного відновлення депресійної воронки; 2-й (триває 5–10 років) – руйнація гірничих виробок разом із завершенням процесу заповнення усіх порожнин водою та насиченням нею раніше осушеного породного масиву (депресійної воронки). У цей період основним джерелом водоприпливу є динамічні ресурси. За результатами зворотної стаціонарної задачі отримані дані, на підставі яких побудовано карти водопровідностей для цього району. На кінцевий період розрахункового часу (2012 р.) спостерігається стабілізація гідродинамічної ситуації. Так, наприклад, на полях шахт Брянківська та ім. Держинського зона підтоплення досягла свого максимуму – абс. відм. +210 м. Згідно з розрахунками складових балансу вод вищевказаних шахт сформувалися такі притоки підземних вод: у напрямку річки – 2000 м³/добу; I–IV Брянківських насувів – 2600 м³/добу; Краснопіллівського насуву – 500 м³/добу. У процесі оцінки можливих змін гідрогеологічних умов (рис. 1).



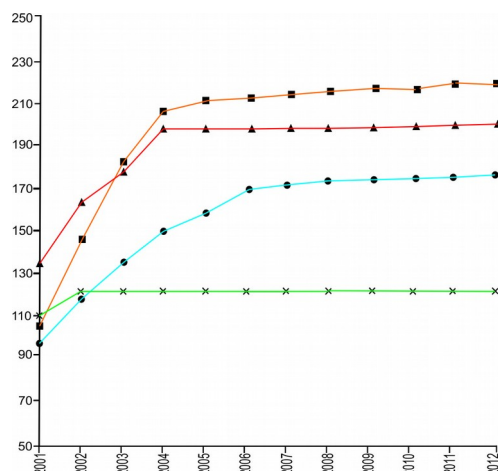
2001



2006



2012









Умовні позначення:  шахти (1 – РАУ, 2 - Брянківська, 3 – ім. Держинського, 4 – Павлівська, 5 – Замківська);  гідроізогіпси;  – РАУ;  – Брянківська;  – ім. Держинського;  – Павлівська.

Рис. 1. Зміна гідрогеологічного стану на полі Брянківської групи шахт у водоносному шарі з абс. відм. підшви +100 м на період 2001–2006–2012 рр. (за результатами зворотної прогностичної задачі).

першочергова увага надається одному з основних показників – прогнозуванню рівня підземних вод як головного гідродинамічного фактора в межах ПТГС «шахта–ГС», яка є найбільш динамічною і здатною вплинути на поверхневий стік і в цілому змінити загальний водний баланс, а за певних умов – викликати низку негативних процесів і явищ (підтоплення територій, просідання та ін.). За результатами досліджень при наявності ПТГС автором запропоновано три основні схеми умов обводнення гірничих виробок шахт, з урахуванням яких робиться розрахунок прогностичних гідрогеологічних задач.

1 схема – у формуванні водоприпливів до гірничих виробок значну роль відіграють також ресурси атмосферних осадів і поверхневих вод. В умовах закриття шахт значення цих ресурсів суттєво знижується. Схема застосовується для гідрогеологічно відкритих районів.

2 схема – гірничі виробки здійснюють дренаж, а джерелами їх затоплення є водоносні горизонти кам'яновугільних порід, що мають вільний гідравлічний зв'язок з іншими водоносними горизонтами. Водоприпливи у шахту формуються за рахунок природних запасів підземних вод. При затопленні шахт відбувається інтенсивний підйом рівня підземних вод. Схема застосовується для напівзакритих гідрогеологічних районів.

3 схема. Гірничі виробки здійснюють дренаж, а джерелами їх затоплення є водоносні горизонти кам'яновугільних порід, у яких відсутній гідравлічний зв'язок з водоносними горизонтами покривних відкладів через наявність у розрізі водотривких товщ.

У районі досліджень (Стаханівський ГМА) саме ці природні чинники визначають ступінь уразливості підземних вод (УПВ) та появу різних за генезисом гідрогеохімічних аномалій. Надзвичайної актуальності проблема розповсюдження мікроелементів у шахтних водах регіону набула у зв'язку з ліквідацією вугільних шахт, що супроводжувалася затопленням гірничих виробок. Внаслідок виникнення гідравлічної взаємодії між шахтними та підземними водами, шкідливі макро- та мікроелементи та їхні сполуки, що проникають у водоносні горизонти, негативно впливають на екологічний стан підземної гідросфери, а через неї – і на організм людини. Масове вивчення їх розпочалося з 1960-х років ХХ ст. і було пов'язане з водопостачанням шахтарських міст та селищ (І. Соляков, Є. Пономарьов, О. Суярко, В. Суярко, Л. Лисянська, Л. Яковчук та ін.). Дослідження мікроелементів у шахтних

та підземних водах на протязі останніх десятиріч здійснювалося за допомогою різних методів. Переважна більшість з них (Ag, Mo, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Sn, V, Y, Yb, Al, Ti, W, Mn, Be, Bi, Ge, Ga, Co, Cd, Sc, Nb, La, Ce, Ba, As, Sb, P, Sr) визначалася спектральним аналізом сухого залишку з чутливістю $n \cdot 10^{-3}$ – $n \cdot 10^{-5}\%$, інші – (Br, F, Pb, Zn, Fe, Al) різними видами хімічних аналізів з чутливістю $n \cdot 10^{-3}$ – $n \cdot 10^{-5}\%$, рідкісні луги (Li, Rb) і Sr – методом полум'яної фотометрії з чутливістю $n \cdot 10^{-4}$ – $n \cdot 10^{-5}\%$. Для виявлення у воді типоморфного для регіону рудного елемента Hg – з кінця 1970-х років був задіяний атомно-адсорбційний метод з чутливістю $n \cdot 10^{-7}$ – $n \cdot 10^{-10}\%$ (О. Гринберг, 1971; В. Суярко, 1995).

Надходження різних мікроелементів у шахтні води пов'язане як з природними геологічними процесами, так і з антропогенним забрудненням. Серед природних джерел це – осадові водоносні породи, вугілля, гідротермальна мінералізація. Ще одним вірогідним джерелом їх надходження у шахтні води є сучасний флюїдний тепломасоперенос, осередки якого приурочені до глибинних розломів. Саме тут часто формуються гідрогеохімічні аномалії, які є відображенням привнесу до гірничих виробок різних за хімічним складом водних розчинів зі значних глибин зон метаморфізму. Такі ділянки характеризуються підвищеною напруженістю теплового потоку, аномальними пластовими тисками, наявністю гідротермальної мінералізації, високими напорами підземних вод (В. Суярко, 2005). На прикладі Стаханівської ГМА автором виконано оцінку (у балах) УПВ при наявності комплексної дії техногенних факторів. При цьому в якості критеріїв УПВ були прийняті наступні параметри: питома площева щільність тектонічних структур (модуль щільності); модуль щільності гідрографічної мережі; товщина (m_0) і літологічний склад (проникність k_0) порід зони аерації є комплексним відбитком фільтраційного опору системи ненасиченої фільтрації (без урахування сорбційної здатності порід). У зв'язку з диференціацією проявів природних критеріїв УПВ на основі процесів гідрофільтрації застосовано однаковий показник балів для всіх критеріїв (табл. 1).

Таблиця 1. Показники критеріїв УПВ в зонах гідрофільтрації

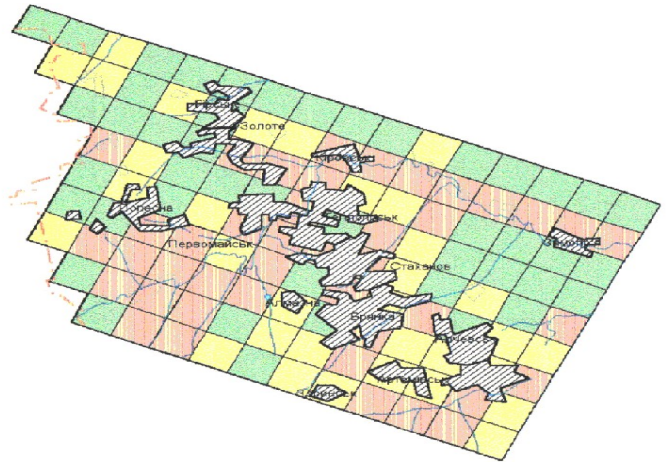
№ з/п	Бали / критерії	2	3	5
1	Потужність порід зони аерації	0–5	5–10	10–15
2	Модуль щільності тектонічних структур, км/км ²	0–5	5–10	10–15
3	Модуль щільності річної мережі, км/км ²	0–5	5–10	10–15

Комплекс контрольних розрахунків виконаний для оцінки *техногенних факторів* забруднення підземних вод у зонах впливу ПТГС свідчить про доцільність застосування п'ятибальної системи ранжування: 1 бал – фоновий рівень «порушених і слабопорушених аграрних ландшафтів»; 2 бали – території ГМА; 3 бали – території, які

займають терикони; 4 бали – території, на яких розміщено ставки-накопичувачі та діючі шахти; 5 балів – територія розташування шахт, що ліквідуються (рис. 2).

Таким чином, виконані розрахунки оцінки змін захисної здібності ГС та їх впливу на УПВ у межах Стахановського ГМА свідчить про те, що як і в період експлуатації, так і після закриття шахт техногенне навантаження на підземну гідросферу є головним чинником зниження захищеності підземних вод. У шахтних водах регіону присутні різноманітні мікроелементи, найхарактернішими з яких є: Br, B, Al, Li, Rb, Cs, Sr, Ba, Ni, Ge. Міграція їх визначається мінералізацією, кислотно-лужними показниками підземних вод, а також присутністю газів, термічним режимом надр та іншими чинниками.

У розділі 3 «*Геомеханічні особливості геологічного середовища при закритті вугільних шахт*» розглянуто геомеханічні чинники, які є складовою ПТГС «шахта–ГС», і ґрунтуються на особливостях геомеханічного процесу. При видобутку вугілля у масивах гірських порід утворюються порушення їх напруженого стану, що призводить до просідання земної поверхні, розвитку гідрогеодеформаційних полів, а у процесі закриття шахт – й до зміни інженерно-геологічних властивостей порід. Наслідками цього є деформування і провали земної поверхні, які затухають в цілому через 3–28 місяців, залежно від системи розробки, глибини ведення очисних робіт та інших гірничо-технологічних параметрів (А.Алексєєв, 1998; Є. Піталенко, Ю. Гавриленко, 2007). Процеси формування зсувів у породах над виробленими просторами висвітлено у роботах М. Йофіса, В. Земесева, В. Черняєва, Ю. Гавриленка, Є. Піталенка, В. Назімка та ін. За результатами досліджень, визначено, що в разі припинення роботи водовідливного комплексу шахти, вироблений простір заповнюється шахтною водою, що призводить до активізації геодинамічних процесів у ГС, а за рахунок шахтних вод



Умовні позначення: Природна вразливість підземних вод (в балах):

незначна (0–5),
 підвищена (5–10),
 висока (10–15),
 міста,
 річки

Рис. 2. Оцінка вразливості підземних вод на основі врахування природно-техногенних факторів: співвідношення площі з незначними (38%), підвищеними (27%) та високими (35%) величинами значень *природної УПВ* в межах Стаханівської ГМА

відбувається намокання обвалених порід і їх переміщення вниз з додатковим ущільненням. При цьому зменшуються показники зчиплення, тертя, кута відкосу та ін. Об'єм води у гірничій виробці визначається за формулою: $Q_B = V k_3$ (2), де V – об'єм виробленого простору, m^3 ; k_3 – коефіцієнт заповнення виробленого простору. Об'єм виробленого простору розраховується аналітичним способом за планами гірничих робіт: $V = S m k_{mid}$ (3)

Активізація зрушення гірських порід над старими очисними виробками має наступний вигляд (рис. 3).

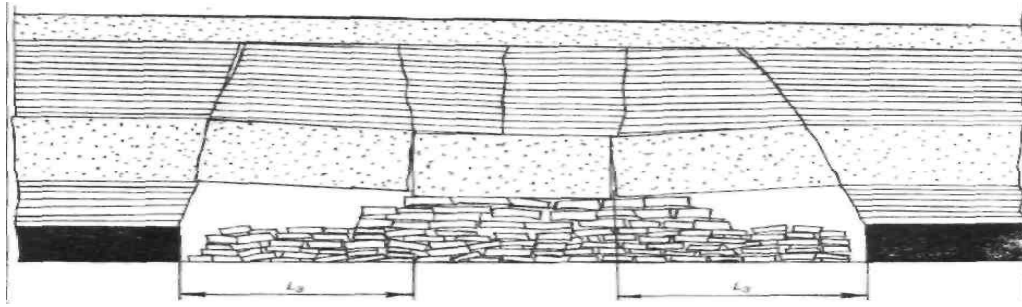


Рис. 3. Схематична модель процесу обвалення порід над забоєм

Експериментальні дослідження зразків порід показують, що внаслідок насичення водою, міцність їх зменшувалася у 2-3 рази. Для пісковиків характерним є те, що із зростанням їх вологості до 3% знижується модуль їхньої пружності, модуль зрушення стає меншим у 1,3–1,5 рази, а енергія руйнування – у 3,4 рази. Зменшення рівнів пружних модулів, щільність енергії зміни об'єму, а також збільшення коефіцієнта Пуассона і щільності енергії формозмінення свідчать про пластифікацію порід. Визначено, що опір вугілля (марки Ж, Д, Т) при одноосному стисканні із збільшенням вологості від 0,15 до 3% зменшується у 2,8–3,5 рази (рис. 4).

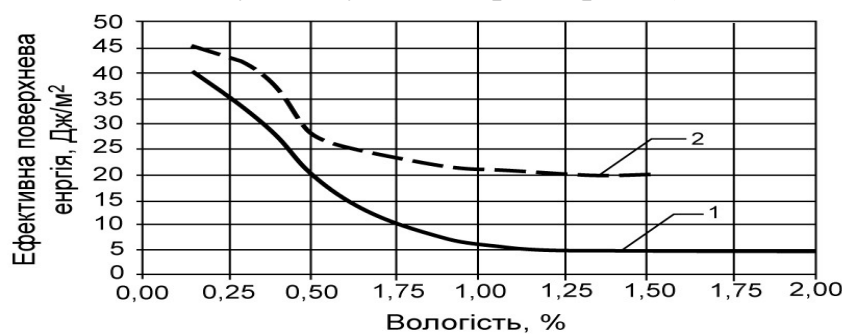


Рис. 4. Залежність ЕПЕ пісковиків від їх вологості: 1 – пісковик з глинисто-слюдяним і глинисто-крем'янистим цементом, 2 – пісковик з глинисто-карбонатним цементом

Тріщиностійкість зразків зі збільшенням їх вологості від 0,15% до 2% зменшується від 8 до 2,5 разів. Тобто, опір пісковиків механічному руйнуванню за умови розповсюдження в них дефектів типу тріщин при їх зволоженні значно зменшується. Враховуючи наведене, виникає необхідність розгляду *механізму стійкості міжшахтних ціликів*.

У результаті досліджень автором зроблено висновок, що основна проблема, яка виникає при прийнятті інженерно-технічних рішень з забезпечення гідрогеомеханічної безпеки роботи шахти, що знаходиться у стадії ліквідації, пов'язана з правильною оцінкою стійкості міжшахтних ціликів та визначення ризиків прориву шахтної води у гірничі виробки. Автором розроблено раціональний підхід до оцінки стійкості бар'єрних ціликів на основі різнорівневої ідентифікації геомеханічного деформування і розподілення напірного градієнта води з використанням дискретної моделі Кюндалла. Питання критеріїв гарантованого безпечного розміру ціликів на основі врахування реального механізму втрати їх стійкості залишається відкритим. Отже, розглядається два можливих сценарії зменшення геомеханічної стійкості міжшахтного цілика при його односторонньому підтопленні, що характерно при закритті вугільних шахт: 1) зрушення цілика під дією гідравлічного напору та 2) різке збільшення проникності цілика внаслідок появи тріщин гідророзриву. Співвідношення розміру ціликів по фронту (B) і ширині (L) таке, що $L < B$, тобто можна розглядати їх плоскодеформований стан під дією вертикального геостатичного тиску і горизонтального (здвигаючого) тиску води. Для цієї схеми слід прийняти співвідношення між нормальними (σ) і зрушуючими (τ) напругами у вигляді граничної огинаючої Кулона-Мора: $\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C$ (5), де φ і C відповідно кут внутрішнього тертя та питоме зчеплення по контакту кривлі і ґрунту вугільного пласта.

Враховуючи критерій (5), стійкість цілика забезпечується при співвідношенні:

$$L \geq \frac{\gamma_s h_s m}{2(k\gamma_n H \operatorname{tg} \varphi + C)},$$
 (6), де m – потужність цілика, де h_s – напір води над ціликом, а H – глибина закладення цілика від поверхні; γ_s і γ_n – відповідно щільність води і середньовзвážена щільність гірських порід між ціликом і поверхнею; k – коефіцієнт концентрації напруги.

Механізм гідророзриву гірських порід, що застосовується для інтенсифікації видобутку вуглеводнів, найбільш досліджений у нафтовій геології (М. Сургачев, В. Шуров, 1983, 1985 та ін.), у вугільній галузі є засобом збільшення прийомистості тампонажних сумішей, а також способом оцінки параметрів напруженодеформованого стану гірських порід (М. Мусхелішвілі, 1966). Не суперечить експериментальним даним по гідророзриву порід у вигляді тріщини і рівняння С. Християновича: $1 - \frac{g}{P} = \sqrt{1 - a^2}$ (7), де g і P – відповідно гірський тиск і тиск всередині тріщини, a – коефіцієнт співвідношення лінійного розміру розповсюдження тріщини (R) та величина прикладання тиску (P) за умови кінцевості прикладання напруги в точці з поточним лінійним розміром (r), коли $R/r = 1$.

Звертаючись до умови (7) для рідини з в'язкістю води, гідророзрив буде виникати при $P \rightarrow g$. З рівняння $\gamma_n H > \gamma_v h_v$ (8). Слід визнати неможливим утворення горизонтальних тріщин гідророзриву у міжшахтних вугільних ціликах. Модифікуємо співвідношення (9) з урахуванням (8) для вертикальної тріщини гідророзриву: $k\gamma_n H \left(\frac{v}{1-v} \right) = \gamma_v h_v$ (9), де v – коефіцієнт Пуассона.

Для міжшахтних ціликів $H \geq h_v$, $\gamma = 25\text{KN}$, $v \leq 0,2$; $k \leq 2$ вказує співвідношення (9) є припустимим, що відбиває умову С.А. Христиановича. Приплив води і можливість її прориву у гірничі виробки розглядається як напівобмежена область фільтрації. На прикладі шахт «Донецька» і «Комсомолец Донбасу» область фільтрації з боку шахти «Донецька» видалена у нескінченність, оскільки вона є затопленою. Межею її є контур гірничої виробки і прилегла зона підвищеної тріщинуватості, яка визначена на підставі моделювання МКЕ. За результатами досліджень напруженого стану існує небезпека прориву води, приуроченого до цілика між 4-ю західною лавою шахти «Донецька» та 4-ю північною лавою шахти «Комсомолец Донбасу» по пласту l_7 (рис. 5).

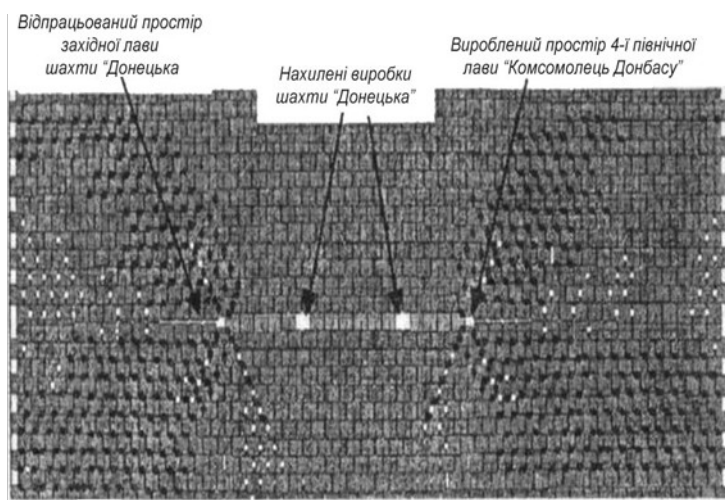


Рис. 5. Розподіл тріщин при затопленні шахти «Донецька» до рівня абс. відм. + 18,4 м і підвоблі цілика пласта l_7 .

Для вирішення задач геомеханіки суцільних середовищ, пов'язаних з вивченням напружено-деформованого стану гірничих виробок у складних гірничо-геологічних умовах, широке застосування знайшов МКЕ, який має достатню точність і апробований у вугільній промисловості, у тому числі і при розгляді обводненості виробок (М. Мусхелішвілі, 1966; Ж. Єржанов, 1975; А. Семенов, 2001). З аналізу розподілу вертикальних і

дотичних напружень у критичному перетині можна зробити висновок, що в умовах відпрацьованих лав шахт «Донецька» і «Комсомолец Донбасу» утворені в породах геомеханічні системи не об'єднуються і є незалежними. Їх взаємний вплив обмежений відстанню до ≈ 40 м. Похилі виробки шахти «Донецька» не потрапляють під вплив геомеханічних систем вироблених лав. Тому руйнування, що обумовлені підвищеною напругою, не досягають цих виробок, що є позитивним фактором з точки зору недопущення об'єднання великих геомеханічних систем у єдину мегасистему. Це

можна підтвердити при розгляді розподілу зон законтурних деформацій у перерізі, які розраховані на основі теорії Кулона-Мора.

Детальніший аналіз розподілу цих зон вказує на те, що породи у даному місці знаходяться у стані близькому до руйнування. Така ситуація якісно охарактеризована нами як передкритична. Очевидно також, що тільки значна товщина порід між вугіллям є у даному випадку стримуючим фактором дезінтеграції порід поблизу нахилених виробок. Таким чином, у критичному перетині бар'єрного цілика між 4-ю західною лавою шахти «Донецька» та 4-ю північною лавою шахти «Комсомолец Донбасу» по пласту l_7 (при відсутності його підробки по пласту l_6) потужні геомеханічні системи відпрацьованих просторів лав шахт не об'єднуються. При реалізації проектного рішення (затоплення гірничих робіт шахти «Донецька») за орієнтир прийматимуть дані моделювання як такі, що повністю враховують поточну гірничо-геологічну та геолого-технологічну ситуацію. Проте ряд вчених відмічають, що у геомеханіці, зважаючи на невизначеність умов деформування, усі параметри носять імовірнісний (стохастичний) характер. Це стосується властивостей, що характеризують неоднорідність та анізотропію міцності у перерізі шарів, орієнтацію тріщин та інших параметрів, які використовуються при розрахунках. Закон розподілу для них носить нормальний характер. При цьому стійкість масиву гірських порід, як і враховані параметри, оцінюються вірогіднісно, з певним показником надійності. Автором при використанні МКЕ було обґрунтовано значення напруженості масиву, що вплинуло на підсумкові результати (у тому числі міру ризику) які мають також невизначену надійність. Ґрунтуючись на статистиці фактичної «геомеханічної» поведінки ціликів, можна припустити, що показник надійності при визначенні властивостей гірських порід знаходиться у межах 0,65–0,8, тобто є відносно високим. Виходячи з цього, ступінь ризику прориву води нами пропонується визначати як співвідношення часу, за який досягнуто геомеханічну ситуацію, для котрої визначається ризик, і часу, при якому відбувається об'єднання зон проникних тріщин, по найкоротшій відстані між різними шахтними просторами. Це дозволяє визначити період одного циклу моделювання, що за довільної геомеханічної ситуації визначається як добуток кількості циклів, за які досягнуто певну ситуацію при моделюванні, та часу, що припадає на один цикл моделювання. В цілому, сам чинник часу носить відносний характер, і відповідно не має принципового значення. Іншими словами, пропорційність між часом і циклами моделювання може бути визначена приблизно, і це не позначиться на поточному значенні міри ризику. Автором зроблено важливий висновок, що в умовах невизначеності у геомеханіці для забезпечення стійкості геомеханічної конструкції з показником 0,95 її запас повинний

дорівнюватись 3. Якщо розрахунковий відсоток ступеня ризику буде в три рази меншим за 33%, то можна вважати, що стійкість цілика забезпечено. Саме цим і визначається запас стійкості, оскільки ми припускаємо заздалегідь, що усі тріщини є водопровідними. Для підвищення достовірності прогнозу ступеня ризику, за критичну приймалася геомеханічна ситуація, коли тріщини знаходяться на найкоротшій відстані між виробленими просторами шахт, тобто безпосередньо в цілику або у його контурі. За такою методикою було проаналізовано і інші критичні перетини у бар'єрному цілику між шахтами «Донецька» і «Комсомолець Донбасу».

Отже, ризик прориву води без підробки цілику при затопленні шахти «Донецька» до рівня абс. відм. +18,4 м складає усього до 8%, що є цілком прийнятним. З точки зору нормативного документа підробка цілику за існуючої гірничотехнічної ситуації є можливою. Результати моделювання МКЕ показали, що безпосередньо після затоплення шахти «Донецька» до рівня + 18,4 м і підробки цілику очисними роботами по пласту l_6 тріщини не поширюються на усю ширину цілику. Такої геомеханічної ситуації досягнуто за рахунок змін напружень в процесі проходки лави на 10-тисячному циклі моделювання (≈ 11 років). Отже, ризик досягнення геомеханічної ситуації з руйнуванням цілику складає приблизно $1/8$ або 13% і його можна визнати таким, який забезпечується стійкістю міжшахтного цілика. Ступінь ризику прориву води тут складає $<13\%$. Проведені дослідження дозволили зробити такі висновки: 1) існуюча нормативна методика визначення розмірів бар'єрних ціликів не враховує реальних гірничо-технічних. 2) МКЕ дозволяє достатньо надійно оцінити стійкість бар'єрних ціликів за конкретних гірничо-технічних і гірничо-геологічних умов.

У розділі 4 **«Вплив на геологічне середовище та оцінка природного, техногенного і екологічного ризиків при закритті вугільних шахт»** викладено підходи до природного, техногенного та екологічного ризиків, дані для оцінки стану забруднення (екологічні наслідки видобування вугілля, породні відвали, відпрацьовані шахтні води, викиди газу). Проблемою подальшого розвитку вугільної галузі України є об'єктивне висвітлення впливу вугільних шахт на ГС, що призводить до порушень його екологічної рівноваги, що проявляються у поєднанні таких явищ, як виснаження і забруднення підземних і поверхневих вод та підтоплення прилеглих до вугільних підприємств територій (і як наслідок – вилучення сільськогосподарських угідь з обігу), а також деформація земної поверхні, що в цілому призводить до погіршення безпеки життєдіяльності (БЖД) у ГМА і ін. Незважаючи на зменшення видобутку і переробки вугілля, щорічно утворюються десятки млн т відходів (відвалів), скидаються у водоймища приблизно 500–800 млн m^3 /рік шахтних вод і викидається в атмосферу

сотні тис. т шкідливих речовин. Це обумовлює необхідність проведення досліджень впливу роботи шахт на ГС з вивченням таких процесів як: підтоплення і заболочування територій внаслідок підняття рівня ґрунтових вод; засолення ґрунтів через виливи високомінералізованих шахтних вод; коливання річкового стоку; поява нових і відновлення старих джерел з хлоридним натрієвим або сульфатним хімічним складом вод; техногенний вплив на ґрунти та інші природні геологічні об'єкти; порушення існуючих інженерно-геологічних умов (зсуви, яри, карст та ін.); можлива зміна сейсмостійкості гірського масиву (Є. Яковлев, 1997). Проте на сьогоднішній день вугільна галузь практично не має розвинутої багатофункціональної системи природоохоронних заходів та екологічного моніторингу, які відповідали б сучасним вимогам на рівнях: шахта – локальний, об'єднання та субрегіон.

Проведення ефективного моніторингу (особливо на регіональному і загальногалузевому рівнях) потребує комп'ютеризації практично усіх напрямків діяльності підприємств та управлінських структур різних рівнів (починаючи вже з вугільних підприємств) та наявності відповідного програмного забезпечення. Виходячи з цього, у даному розділі дисертації розглядаються шляхи розв'язання цієї проблеми. Спроба оцінити відносну пріоритетність впливів (техногенезу) на ГС для сектору вуглевидобування в цілому може коливатися у широких межах залежно від місцевих обставин (Г. Рудько, 2001; Г. Лисиченко, 2008). Відносна пріоритетність ризику визначалася згідно зі стандартною практикою в управлінні промисловою та екологічною безпекою і ґрунтувалася на методології *ДМР*, що дає основу для наукової оцінки ризику. Небезпечні фактори, які створюють високі ризики та мають високу ймовірність, потребують першочергового відповідного фінансування, оскільки в іншому випадку їх зменшення може бути під загрозою (рис. 6).

Матриця оцінки екологічного ризику		Імовірність				
		реально	можливо	імовірно	малоймовірно	дуже малоймовірно
Наслідки	невеликі	низький ризик				
	помірні	помірний ризик				
	суттєві	високий ризик				

Рис. 6. Матриця оцінки екологічних ризиків.

Для териконів з високим вмістом вугілля та сірки, розташованих неподалік від житлової забудови, небезпека займання, імовірність якої перевищує один раз на рік, призводить до ризику для здоров'я мешканців, які проживають найближче до терикону.

Найчастіше для визначення впливу на довкілля використовують індексні методи, проте не всі вони дають об'єктивну оцінку ситуації. Це вимагає удосконалення методологічних підходів у тому числі і до монетизації впливу

гірничих вугільних підприємств на довкілля. Оцінювання негативного впливу вугільного виробництва та алгоритм такого оцінювання показано на рис. 7.

Вартість наслідків екологічних змін визначалася за допомогою методів кількісного оцінювання впливів на довкілля та методів економічного аналізу вигод і витрат, в яких акцент робився саме на економічне оцінювання впливів вугільної промисловості на ГС. Особливе місце серед них посідають *методи кількісного оцінювання впливів на довкілля* – індексні, матричні, моделювання, накладання карт, роботи з мережами, схемами та ін. Індикаторами негативного впливу на довкілля у вуглевидобувних регіонах є зміни хімічного складу і мінералізації шахтних та підземних вод, засолення ґрунтів, загазованість повітря та інші показники, які закладено в основу методики визначення стану довкілля в умовах видобутку та переробки 1 т корисних копалин, що наведено у таблиці 1. При цьому: $M = V_{екс} + V_e + V_z$ (10), де M – загальні витрати, грн; $V_{екс}$ – експлуатаційні витрати (робота машин і механізмів, постачання електроенергії, транспортування матеріалів і породи, робота водовідливу, заробітна плата працівників та ін.), грн.; V_e – екологічні витрати (пов'язані із запобіганням забрудненню ґрунтів, об'єктів гідросфери, повітря), грн; V_z – витрати, пов'язані з відчуженням земель, грн

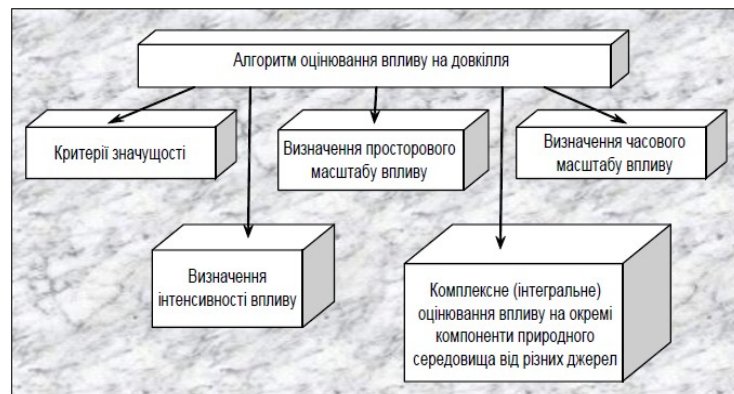


Рис. 7. Алгоритм оцінювання впливу на навколишнє природне середовище

Таблиця 2. Підхід до монетизації екологічних витрат при видобуванні вугілля

Діяльність, що пов'язана з вуглевидобуванням	Об'єкти впливу на компоненти довкілля	Потенційний масштаб впливу	Монетизація впливу (витрати/позитивний ефект)
1	2	3	4
Шахтний майданчик та прилегла територія			
<i>Період діяльності</i>			
Землевідведення	Земля	Місцевий, територія шахтного	витрати – середні

1	2	3	4
		майданчика, гірничий відвід придбаний на період відпрацювання запасів	
Споживання електроенергії	Запаси корисних копалин (ресурси)	Національні енергетичні потреби	витрати – середні
Транспортування	Мешканці біля шляхів	Незначний, місцевий, на шляхах та дорогах	витрати – середні
Дегазація гірничих виробок – CH ₄	Місцевий та глобальний	Місцева утилізація газу для енергетичних потреб шахти	позитивний ефект – високий
Шламосховища збагачення вугілля	Приватні та державні землі	Місцевий, суттєвий вплив, оскільки шлам включає тонкий піл, потенційно забруднений важкими металами	витрати – високі
Зміна ландшафту	Погіршення ландшафту, зсуви, підтоплення	Місцевий, інфраструктура шахт та прилеглої території	витрати – невисокі
Скидання шахтної води та побутових стоків	Річки та озера	Субрегіональний, щорічно вугільна галузь скидає (постійно) великі обсяги шахтної води (млн. м ³), рН води від 6 до 9, а мінералізація – 1000-3000 мг/дм ³	витрати – високі
Накопичення небезпечних відходів	Полігони, де розміщуються такі відходи	Місцевий, породні відвали, непридатні акумулятори, флуоресцентні лампи, фарби, розчинники	витрати – середні
Викиди в атмосферу, що спричинені діяльністю шахти	Повітря	Місцевий, глобальний – викиди шахтних газів	витрати – середні
Період після завершення експлуатації			
Інфраструктура шахти	Місцева економіка	Місцевий, покинуті шахтні споруди	витрати – високі
Шахтні стволи, технологічні свердловини	Вихід для шахтних газів, відкачування шахтної води	Місцевий, стволи ліквідуються та встановлюються вентиляційні труби або стволи використовуються для відкачування шахтної води	витрати – високі
Зміна ландшафту	Погіршення зовнішнього вигляду, зсуви, підтоплення	Місцевий, покинуті шахтні споруди, деформування земної поверхні над стволами шахт	витрати – невисокі
Котельні	Водопостачання, екосистеми	Місцевий, котельні продовжують експлуатувати у випадку необхідності доступу до шахтних	витрати – середні

1	2	3	4
		стволів	
Скидання шахтних вод	Річки та озера	Субрегіональний. У випадку, якщо ліквідована шахта є місцевим водовідливним комплексом, що забезпечує експлуатацію сусідніх шахт або недопущенню підтоплення території	витрати – високі
Терикон			
Землевідведення	Земля	Місцевий. Кілька гектарів, у міських та сільських районах	витрати – середні
Зміна ландшафту	Населення, водойми	Місцевий, субрегіональний, потенційні зсуви, потенційне займання	витрати – невисокі
Інфільтрація осадів	Гірський масив в дооєний горизонт	Місцевий, можливе вивільнення забруднюючих речовин	витрати – середні
Викиди в атмосферу (якщо терикони не горять)	Населення	Субрегіональний, пил, що випадає на сільгоспугіддя та на житлові райони	витрати – високі
Викиди в атмосферу (якщо терикони горять)	Населення, економіка, глобальний клімат	Субрегіональний. Суттєвий вплив на здоров'я місцевих мешканців, особливо дітей та осіб похилого віку, глобальне накопичення парникових газів в атмосфері	витрати – високі
Підземні гірничі роботи			
Деформування земної поверхні	Споруди, ландшафт, екосистеми, економіка	Місцевий, вплив на комунальну та приватну інфраструктуру	витрати – високі
Дегазація (CH ₄)	Якість повітря на місцевому рівні, глобальний клімат	Місцевий, витік газів з підземних пластів, окрім газів, які відкачуються системами газифікації	витрати – високі
Енергоспоживання	Економіка, ринок праці	Національний, суттєве споживання електроенергії та потреби у робочій силі	витрати – середні
Нестабільність ґрунту	Населення, споруди	Місцевий – вплив на приватну та комунальну інфраструктуру	витрати – високі

Визначення пріоритетних факторів ризику проводилося на основі розробленої методики визначення пріоритетних елементів системи природної, техногенної та екологічної безпеки. Для кожного з факторів визначено ваговий коефіцієнт (пріоритет фактора) та внесок кожного фактора екологічного ризику у техногенне навантаження на ГС. Вагові коефіцієнти визначено на основі парних порівнянь факторів ризику та оцінки відносного пріоритету факторів. Для

проведення попарних порівнянь елементів використано шкалу ієрархії Т. Сааті, (1980). Визначення відносної важливості факторів екологічного ризику для навколишнього середовища проводилося з використанням двох підходів: порівняння **екологічних показників шахт та експертних оцінок**. При визначенні відносної важливості факторів ризику для здоров'я населення використовувались **експертні оцінки**, які ґрунтуються на методичних рекомендаціям МОЗ України «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря». Характеристики ризиків визначалися шляхом порівняння фактичних значень експозиції з референтними та визначення коефіцієнту небезпеки HQ за формулою: $HQ = AC/RfC$ (11), де HQ – коефіцієнт небезпеки, AC – середня концентрація забруднювача, mg/m^3 , RfC – референтна гранична концентрація, mg/m^3 .

Коефіцієнти небезпеки HQ визначено для речовин, концентрації яких в атмосферному повітрі у межах шахт перевищують або наближені до ГДК. Максимальне значення HQ дорівнює стандартному значенню 10,0. На території моделювання екологічних ризиків проаналізовано спостереження по 12 шахтах (табл. 3).

Таблиця 3. Викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин (2010 р.)

Назва шахт	Загальні викиди забруднюючих речовин, т/рік	Викиди вуглепородного пилу, т/рік	Викиди сполук N, т/рік	Викиди сполук S, т/рік	Викиди CO ₂ , т/рік	Викиди CH ₄ , т/рік
Тернопільська	738	58	2	29	0	666
Комсомолець Донбасу	н	н	н	н	н	н
ім. 1 Травня	531	18	2	31	39	428
ш/у Волинське	96	10	5	59	9	0
Прогрес	818	24	7	336	331	818
Вінницька	2	н	н	н	н	0
Кіровська	957	2	2	37	238	676
Московська	1037	11	5	75	476	467
Шахтарська	9	1	0	5	0	0

Закінчення табл. 3

Назва шахт	Загальні викиди	Викиди вуглепородного	Викиди сполук	Викиди сполук S,	Викиди CO ₂ , т/рік	Викиди CH ₄ ,
------------	-----------------	-----------------------	---------------	------------------	--------------------------------	--------------------------

	забруднюючих речовин, т/рік	пилу, т/рік	N, т/рік	т/рік		т/рік
Об'єднана	74	4	н	н	н	70
№3-біс	2842	46	1	13	1	2782
Рассвет	н	н	н	н	н	н
Загалом	7104	174	23	586	1093	5089

Примітка: н – дані відсутні.

У роботі пріоритетні фактори екологічного ризику для ГС (табл. 4) визначено на основі аналізу виробничих та екологічних показників діяльності підприємств.

Таблиця 4. Матриця попарних порівнянь факторів екологічного ризику для ГС

Фактори екологічного ризику	Викиди в атмосферу	Продукти вивітрювання з териконів	водиЗабруднення	Порушення водного режиму	Забруднення ґрунтів	Порушення земної поверхні	Пріоритет
Викиди в атмосферу	1,000	5,000	1,000	2,000	4,000	4,000	0,312
Продукти вивітрювання териконів	0,500	1,000	0,500	0,500	1,000	0,300	0,078
Забруднення води	1,000	5,000	1,000	1,000	3,000	2,000	0,236
Порушення водного режиму	0,200	5,000	1,000	1,000	3,000	3,000	0,193
Забруднення ґрунтів	0,400	1,000	0,300	0,300	1,000	0,200	0,059
Порушення земної поверхні	0,400	3,000	0,200	0,300	2,000	1,000	0,097

На основі аналізу виробничих та екологічних показників підприємств розраховано, що найважливішим фактором екологічного ризику є викиди в атмосферу (ваговий коефіцієнт 0,312). Пріоритетними є також такі фактори як забруднення води та порушення водного режиму (пріоритети 0,236 та 0,193 відповідно) (табл. 5).

1	2	3	4	5	6	7	8
Викиди в атмосферу	1,000	2,000	1,000	3,000	3,000	5,000	0,330
Продукти вивітрювання териконів	0,200	1,000	2,000	3,000	2,000	3,000	0,217
Забруднення води	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	0,221

Закінчення табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8
Порушення водного режиму	0,300	0,300	0,200	1,000	0,200	1,000	0,061
Забруднення ґрунтів	0,300	0,200	0,200	2,000	1,000	3,000	0,101
Порушення земної поверхні	0,500	0,300	0,200	1,000	0,300	1,000	0,071

Визначено, що на здоров'я населення найбільше впливають викиди в атмосферу (пріоритет 0,330), а найменше – порушення водного режиму – 0,061. Для усіх складових матриці характеристика ризику проводилась шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з референтними (табл. 7).

Таблиця 7. Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий	< 1
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	> 1

Для вуглепородного пилу з терикону розрахований **HQ** (табл. 8, рис. 8).

Таблиця 8. Характеристика викидів вуглепородного пилу

Код та назва речовини	ГДК, мг/м ³	Концентрації, мг/м ³		Коефіцієнт небезпеки	
		для ізоляції 1	для ізоляції 2	для ізоляції 1	для ізоляції 2
10835 Пил вуглепородний	0,03	0,017	0,012	0,55	0,4



Рис. 8. Ізоляції концентрацій вуглепородного пилу

Розсіювання вуглепородного пилу навколо терикону відбувається у вигляді ізоляцій концентрацій. Перша ізоляція відповідає концентрації пилу 0,017 мг/м³ (HQ – 0,55), а друга ізоляція – концентрації 0,012 мг/м³ (HQ – 0,4). Оскільки HQ для вуглепородного пилу є меншим за одиницю, ризик виникнення шкідливих ефектів

наближається до нульового (рис. 8). Є і інші приклади (викиди марганцю та пилу неорганічного, що містить двоокис кремнію (70–20%) (таблиці 9, 10 та рис. 9).

Таблиця 9. Характеристика викидів пилу неорганічного

Код та назва речовини	ГДК, мг/м ³	Концентрації, мг/м ³			Коефіцієнт небезпеки		
		для ізоляції 1	для ізоляції 2	для ізоляції 3	для ізоляції 1	для ізоляції 2	для ізоляції 3
2908 Пил неорганічний, який містить двоокис кремнію	0,3	0,25	0,22	0,19	0,84	0,74	0,63

Таблиця 10. Характеристика викидів марганцю

Код та назва речовини	ГДК, мг/м ³	Концентрації, мг/м ³		Коефіцієнт небезпеки	
		для ізоляції 1	для ізоляції 2	для ізоляції 1	для ізоляції 2
143 Марганець та його сполуки	0,01	0,012	0,004	240	80

Враховуючи класифікацію об'єктів екологічного ризику з урахуванням фактичних виробничих показників діяльності вугільних підприємств (ПСС), у дисертації детально розкрито зміст кожного із елементів зв'язків з «побічними» продуктами, які виникають при вуглевидобуванні. Параметри ПСС характеризують кількісний підхід до оцінки явища у вигляді елементів побічних продуктів, з яких складається поточна діяльність вугільних підприємств (шахт). До основних побічних продуктів належать: накопичена порода; шахтні води; шламонакопичувачі збагачувальних фабрик; шахтна інфраструктура, що залишена після завершення експлуатації шахт; неліквідовані шахтні стволи, які сприяють викидам шахтних газів в повітря; викиди газів в атмосферу в процесі хімічних реакцій та горіння териконів; деформації земної поверхні під впливом гірничих процесів та зміни гідродинамічного режиму; викиди метану у повітря із ліквідованих шахт і т. ін. Рівень екологічної небезпеки, що спричинений побічними продуктами видобутку вугілля, який можна визначити, врахувавши кожен із видів відходів та проаналізувавши ступінь їхньої інтенсивності. Отже, в межах теоретичної моделі ДМР застосовано низку оцінок (у балах), що дає можливість провести аналіз рівнів

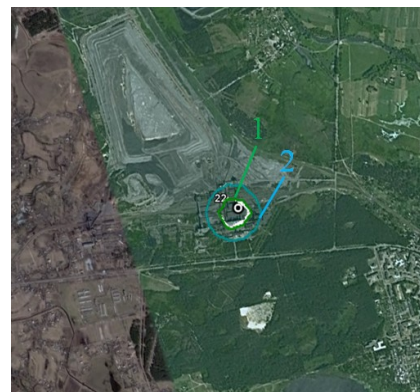


Рис. 9. Ізоляції концентрацій марганцю

небезпеки. Кількісна оцінка ПСС для управління природоохоронною діяльністю за результатами авторського аналізу дозволила виділити шість форм зв'язків, якими можна скористатись для її визначення (рис. 10).

Проведено дослідження факторів виробничої діяльності шахт з обрахуванням інтенсивності впливу на ГС, що дозволило отримати рейтингову оцінку стану його



Рис. 10. Діаграма зв'язків з побічними продуктами

забруднення. Під сумарним рейтингом автор розуміє зважену суму балів, для визначення загального стану териконів, обсягу і якості шахтної води, що скидається у гідрографічну мережу, та інфільтрується у водоносні горизонти підземних вод та проблем, що виникають у зв'язку із цим. Аналіз небезпеки та оцінку екологічних ризиків було проведено по 172 шахтах, які охоплюють основні типи ПТГС. Це дозволило вперше визначити загальний показник відносної інтенсивності забруднення ГС вугільними шахтами та визначити його вплив на людський організм. В якості складової оцінки ризику та визначення відносної пріоритетності факторів забруднення розглядалися ті елементи, які відповідають усім чинникам утворення побічних відходів, утилізація котрих є функцією поточного рівня виробництва кожної шахти. Разом із аналізом ПСС та уявних джерел забруднення, автором вирішено завдання визначення рейтингової оцінки кожної шахти та її екологічний статус. Таким чином, у дисертації вперше розроблено методику кількісної оцінки небезпеки реальних впливів у вигляді матриць екологічного ризику та встановлено екологічний статус шахт за спеціально розробленою формою «Каталогу стану забруднення». Згідно «Каталогу» максимальної оцінки ступеня небезпеки шахт (рейтинг >200) станом на 2010 р. надано шахті «Челюскінців» – 858. Такий методичний підхід до визначення впливу на ГС діяльності на вугільних підприємствах з урахуванням технологічного ланцюга виробничої діяльності вперше запропонувати класифікацію шахт за рівнем екобезпеки та запропонувати систему необхідних природоохоронних заходів на території їх діяльності.

У розділі 5 «*Основи теорії управління екологічною безпекою у вуглевидобувних регіонах в умовах закриття шахт*» наведено конкретні обґрунтування інженерно-технічних, соціально-економічних та природоохоронних рішень, що приймаються при експлуатації або масовому закритті вугільних підприємств. Більшість негативних екологічних явищ на шахтах проявляються не відразу, а через місяці і роки після робіт, пов'язаних з видобутком вугілля або з ліквідацією шахт. На багатьох шахтах виникають непередбачувані небезпечні екологічні явища, що вимагають додаткових науково-дослідницьких та інженерно-проектних розробок і, відповідно, матеріальних витрат. Тому у дисертації здійснено оцінку і прогноз основних геолого-екологічних наслідків зазначених вище процесів.

Обґрунтовано застосування методу імітаційного моделювання реструктуризації вугільної галузі який використовується для аналізу складних ПТГС за умови неможливості проведення натурних експериментів або експериментів з матеріальними моделями.

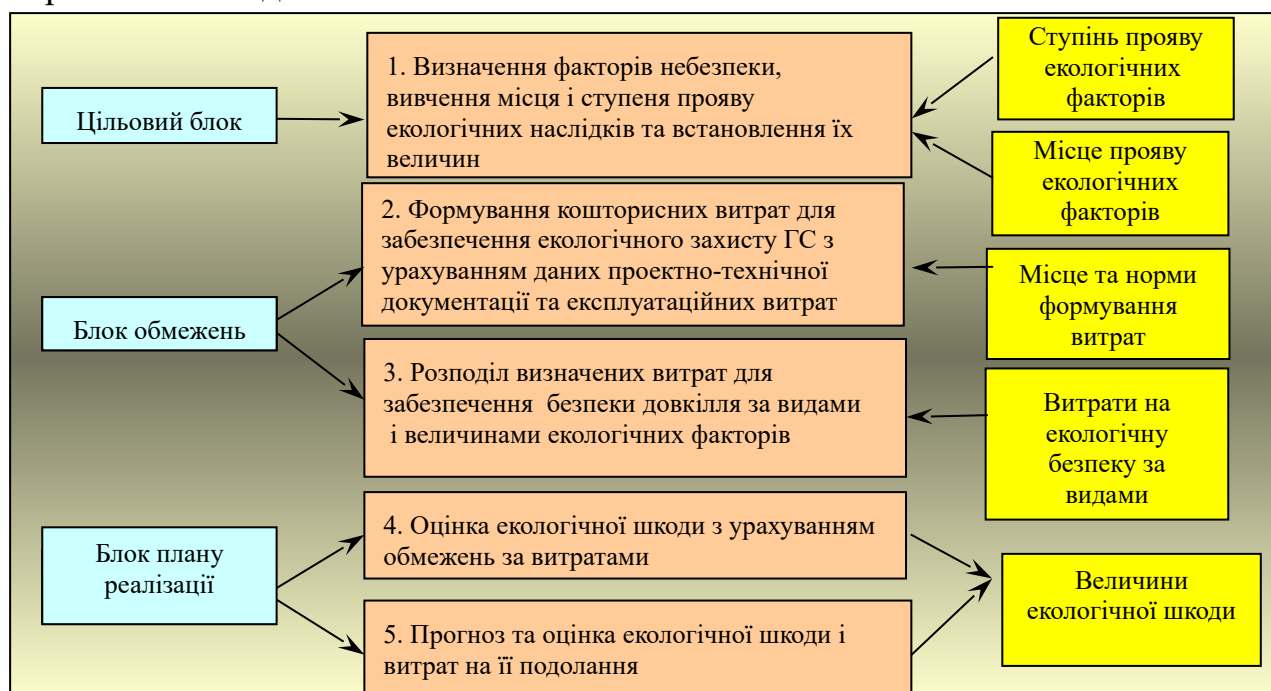


Рис. 11. Графічна схема вирішення завдання за оцінкою і прогнозом екологічних наслідків

Інтегральний показник екологічного збитку від ліквідації кожної окремої шахти формується на основі величин екологічних чинників і прийнятий як критерій ефективності при вирішенні завдання. Такий підхід дозволив отримати параметри оцінки їх економічних величин. Прояв того або іншого екологічного чинника вимагає значних фінансових витрат, які можуть виникати як при попередженні, так і при негативних екологічних впливів на ГС. Сформульовано методичку прогнозу і оцінки екологічних ризиків, визначення об'єктів управління, обґрунтовано стадії виконання проектних та інженерно-технічних робіт з подолання негативних

наслідків ліквідації вугільних шахт (рис. 11).

Таким чином, у дисертаційній роботі вирішена актуальна наукова еколого-економічна проблема для підприємств вугільної галузі, що реструктуризують, з питань екологічної безпеки ГС, що ґрунтуються на аналізі гідрогеологічних та геомеханічних характеристик складних гірничо-геологічних системи «шахта–ГС» та розроблено комплекс методик, що дозволило шляхом оцінки основних чинників небезпеки визначити геолого-екологічну загрозу та ризики для ГС, обґрунтувати та запропонувати заходи з їх мінімізації для забезпечення прийнятних рівнів екологічної безпеки для населення і територій.

ВИСНОВКИ

1. Вирішено важливу наукову еколого-економічну проблему – для підприємств вугільної галузі, що реструктуризують, вперше розроблено наукові основи екологічної безпеки ГС, що ґрунтуються на аналізі гідрогеологічних і геомеханічних процесів в системі «шахта–ГС» та методики прогнозування їх змін на різних етапах закриття шахт. Це дозволило визначити стійкість ГС до негативних техногенних впливів та запропанувати заходи з їх мінімізації для забезпечення прийнятних рівнів екологічної безпеки для населення і територій.

2. На прикладі Стаханівського регіону, на території якого закрито 8 вугільних шахт з різними блоками гідрогеологічного реагування, виконано аналіз гідрогеологічних процесів та доведено, що наявність слабоводопроникних шарів гірських порід (водотривів), які залягають над гірничим простором, створює позитивні умови для захищеності підземної гідросфери у даному регіоні (вони зменшують ступень екологічних ризиків щодо забруднення геологічного простору шахтними водами з ліквідованих шахт).

3. Встановлено, що відбулось регіональне техногенне переутворення, де основним фактором порушення гідрогеологічних, гідрогеохімічних, інженерно-геологічних умов і змін параметрів ГС є регіональний підйом рівня підземних вод.

4. Обґрунтовано механізм та схеми обводнення гірничих виробок вугільних шахт, що дозволяє підвищити ефективність прогнозування змін гідрогеологічних показників систем «шахта–ГС» в процесі їх затоплення, а також встановити кількісні та якісні показники забруднення підземних вод, розробити заходи з покращення екологічного стану ГС.

5. Встановлено наступні основні гідрогеохімічні особливості шахтних вод Донбасу:

- міграція хімічних елементів і сполук у шахтних водах, контролюється їх геохімічними параметрами (температура, окислювально-відновлювальний та кислотно-лужний показники, мінералізація, геохімічний тип, газовий склад і т. ін.);

- геоморфними мікроелементами шахтних вод регіону є Ba, Sr, B, Br, Al, Fe, а також Li, Rb, Cs, Ge, Hg, U, надходження яких пов'язане як з природними (мінерали, гірські породи, ендегенні флюїди, води глибоких горизонтів, гази та ін.), так і з антропогенними джерелами (інфільтрація поверхневих стоків, накопичення продуктів виробництва та життєдіяльності);

- гідрогеохімічні аномалії у водах глибоких горизонтів карбону закономірно пов'язані з зонами гідродинамічно відкритих розломів, а у тріщинуватій приповерхневій зоні вільного водообміну – ще й з джерелами антропогенного забруднення;

- висока мінералізація, хлоридний та хлоридно-сульфатний натрієвий тип, високі концентрації різноманітних мікроелементів і сполук можуть негативно впливати на людський організм при ліквідації і затопленні вугільних шахт.

6. Встановлено, що внаслідок існування гідравлічних зв'язків в межах порушених масивів вугленосних порід у разі затоплення однієї непрацюючої шахти, водою наповнюються і суміжні шахти, що знаходяться у робочому стані.

7. Вперше в регіоні вирішено важливе завдання геомеханіки, пов'язане з розрахунками стійкості бар'єрного цілика між шахтами в умовах затоплення гірничих виробок однієї з них. Обґрунтоване поняття «руйнування цілика» та запропоновано геомеханічну ситуацію, при якій відбувається наскрізне його порушення водопроникними тріщинами. Розроблено нову методику розрахунку нормативного розміру бар'єрного цілика, що забезпечує його стійкість та зменшує ризики руйнування в умовах затоплення шахт.

8. При дослідженні окремих питань забезпечення гідробезпеки діючих шахт застосований ряд технологічних схем та інженерно-технічних рішень (споруда водовідливного комплексу за допомогою заглибних насосів; будівництво більш потужного стаціонарного водовідливу; споруда ізоляційних капітальних перемичок; гідроізоляція бурових свердловин; постановка противофільтраційних завіс у відпрацьованому просторі або тріщинуватому масиві гірських порід) та доведена їх ефективність. Прикладом є забезпечення гідрогеологічної безпеки шахти «Жовтневий Рудник» шляхом переведення шахти «Жовтнева» у водовідливний режим на весь період роботи шахти «Жовтневий Рудник» до її закриття.

9. Виконано аналіз виробничих показників діяльності 172 вугільних шахт та визначений їх екологічний стан, що дозволило отримати базу даних, яка використана для обґрунтування та створення теоретичної моделі ПСГ вугільного підприємства, і виконати оцінку основних чинників екологічної небезпеки, визначити геолого-екологічну загрозу та ризики і обґрунтувати економічну складову оптимізації природоохоронних заходів з урахуванням їх вартості.

10. Розроблено методологічний підхід до монетизації негативного впливу вуглевидобування на довкілля, що ґрунтується на алгоритмі оцінювання його за допомогою індексних і матричних методів, моделювання, накладення карт, роботи з різноманітними схемами.

11. Вперше для вугільних регіонів галузі, що підпали під реструктуризацію (закриття шахт) за методом рейтингових оцінок визначено рівень та ступінь їх екологічної небезпеки, що суттєво розвиває можливості застосування моделі «джерело–маршрут–реципієнт», де джерелом шкідливої дії на ГС є побічні продукти вуглевидобування (пуста порода, шахтна вода, газ-метан та ін.).

12. На прикладі Торезько-Сніжняньського ГПР розроблено алгоритм оцінки екологічних ризиків, який ґрунтується на порівняльному аналізі виробничих та екологічних показників вугільних підприємств, що дозволило сформулювати основи теорії управління екологічною безпекою в умовах закриття вугільних шахт. На основі окремих положень цієї теорії визначено і успішно впроваджено у практику вуглевидобувних підприємств рекомендації, які мінімізують їх негативний вплив на ГС.

13. За результатами виконаних досліджень запропоновано план керування екологічною безпекою вуглевидобувних регіонів, який має наступні складові:

- екологічну стратегію, спрямовану на збереження ГС та захист життя і здоров'я населення від негативної дії факторів забруднення довкілля, а також раціональне використання та відтворення ресурсів в процесі масового закриття вугільних шахт;

- ефективні комплексні інженерно-технічні заходи, спрямовані на зниження рівня екологічної небезпеки при закритті вугільних шахт, що пропануються в дисертаційній роботі;

- додаткові види контролю та моніторингу за дотриманням вимог екологічної безпеки, ефективністю запроваджених інженерно-технічних заходів і раціональним використанням площ і об'єктів гірничого відведення.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ У РОБОТАХ:

1. Ермаков В.Н. Изменение гидродинамических условий и их роль в подтоплении при закрытии Брянковской группы шахт / В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий**, Е.П.Котелевец // Уголь Украины. – 2000. – №1. – С. 13–15. (*Особистий внесок: аналіз та інтерпретація гідрогеологічних даних, висновки*).

2. Семенов А.П. Обеспечение гидрогеологической безопасности на действующих шахтах / А.П. Семенов, В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий** // Уголь Украины. – 2000. – №8. – С. 28–30. (*Особистий внесок: постановка проблеми, аналіз гірничо-геологічних та гідрогеологічних показників розробки вугільних родовищ, висновки*).

3. Маркшейдерско-гидрогеологический мониторинг территорий ликвидируемых

угольных шахт Донбасса / В.Н.Ермаков, О.А.Улицкий, Ю.Н.Гавриленко // мат-лы 6-го междунар. симпозиума «Освоение месторождений минеральных ресурсов и подземное строительство в сложных гидрогеологических условиях», Вопросы осушения и экология, специальные горные работы и геомеханика, часть 1, 21–25 мая, 2001 г. Белгород – С. 259–267. (*Особистий внесок: постановка проблеми, організація геолого-маркшейдерського забезпечення робіт на шахтах, що ліквідуються, аналіз та інтерпретація гідрогеологічних даних, висновки*).

4. Гавриленко Ю.Н. Основные принципы организации маркшейдерско-гидрогеологического мониторинга территорий ликвидируемых угольных шахт Донбасса / Ю.Н.Гавриленко, В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий** // Проблеми гірського тиску: Зб. наук. пр. – №5. – Донецьк. – 2001. – С. 122–132. (*Особистий внесок: постановка проблеми, організація геолого-маркшейдерського забезпечення робіт на шахтах, що ліквідуються, аналіз та інтерпретація гідрогеологічних даних, висновки*).

5. Гавриленко Ю.Н. Состав и структура информационной системы мониторинга территорий ликвидируемых шахт Донбасса / Ю.Н.Гавриленко, В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий** // Сб. научн. тр. НГАУ, №12, том 1. – Днепропетровск. – 2001. – С. 160–164. (*Особистий внесок: постановка проблеми, обґрунтування та впровадження геолого-інформаційної системи, побудова пунктів спостережень, аналіз та інтерпретація гідрогеологічних даних, висновки*).

6. Ермаков В.Н. Изменение гидрогеологических и геомеханических условий при закрытии шахт / В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий**, Е.И.Питаленко [и др.] // Наук. пр. ДонНТУ. Серія гірничо-геологічна. Вип. 32, Донецьк, ДонНТУ, 2001. – С. 69–73. (*Особистий внесок: аналіз матеріалів гідрогеологічних даних, отримання параметрів розрахунку зон небезпечних умов гірничих виробок, висновки*).

7. Ермаков В.Н. Развитие процессов подтопления земной поверхности под влиянием закрывающихся шахт / В.Н.Ермаков, А.П.Семенов, **О.А.Улицкий** [и др.] // Уголь Украины. – 2001. – №6. – С. 12-14. (*Особистий внесок: аналіз матеріалів гідрогеологічних даних, визначення гідродинамічних характеристик водоносних горизонтів, отримання параметрів розповсюдження підтоплених територій в межах шахтних полів, висновки*).

8. Ермаков В.Н. Организация мониторинга в природной и техногенной средах Стахановского региона / В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий**, И.В.Выростков // Уголь Украины. – 2001. – №11-12. – С. 54–56. (*Особистий внесок: обґрунтування об'єктів моніторингу геологічного середовища під впливом гірничих робіт, висновки*).

9. Ермаков В.Н. Анализ напряженно-деформированного состояния целлика между погашенной и действующей шахтой / В.Н.Ермаков, С.Г.Егоров, **О.А.Улицкий** [и др.]

др.] // Проблеми гірського тиску: Зб. наук. пр. №6. – Донецьк: – 2001. – С. 112–135. (Особистий внесок: дослідження особливостей механізму довготривалого зсування та обвалення товщі гірського масиву, динаміки напружено-деформованного стану, моделювання стану масиву і процесів руйнування міжшахтних ціликів, отримання параметрів розрахунку зон небезпечних умов гірничих виробок, висновки).

10. Улицкий О.А. Оценка риска прорыва воды на примере барьерного целика между шахтами «Донецкая» и «Комсомолец Донбасса» / **О.А.Улицкий**, А.П.Семенов, Ю.Б.Грядущий, И.Е.Иванов // Физико-технические проблемы горного производства: Сб. науч. тр. №4. – Донецк. – 2001. – С. 83–91. (Особистий внесок: дослідження особливостей механізму довготривалого зсування та обвалення товщі гірського масиву, динаміки напружено-деформованного стану, моделювання стану масиву і процесів руйнування міжшахтних ціликів, отримання параметрів розрахунку зон небезпечних умов гірничих виробок, висновки).

11. Ермаков В.Н. Развитие процессов подтопления в связи с возможным изменением гидрогеологических условий при закрытии шахты «Октябрьская» в г. Донецке / В.Н.Ермаков, **О.А. Улицкий**, И.В.Выростков, В.И.Таранец // Известия ДонГИ. – №2. – 2001. – С. 52–56. (Особистий внесок: розглянуто і показані зміни гідрогеологічного режиму в умовах затоплення шахти, формування підтоплених територій, розрахунок водного балансу, висновки).

12. Ермаков В.Н. Геомеханический анализ сечения барьерного целика при закрытии шахты «Донецкая» / В.Н.Ермаков, С.Г.Егоров, **О.А.Улицкий** [и др.] // Проблеми гірського тиску: Зб. наук. пр. – №7. – Донецьк. – 2002. – С. 99–108. (Особистий внесок: дослідження особливостей механізму довготривалого зсування та обвалення товщі гірського масиву, динаміки напружено-деформованного стану, моделювання стану масиву і процесів руйнування міжшахтних ціликів, отримання параметрів розрахунку зон небезпечних умов гірничих виробок, висновки).

13. Бугара М.И. Геомеханический анализ устойчивости барьерного целика между шахтами «Донецкая» и «Комсомолец Донбасса» / М.И.Бугара, А.П.Семенов, В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий**, [и др.] // Известия ДонГИ. – №1. – 2002. – С. 18–21. (Особистий внесок: дослідження особливостей механізму довготривалого зсування та обвалення товщі гірського масиву, динаміки напружено-деформованного стану, моделювання стану масиву і процесів руйнування міжшахтних ціликів, отримання параметрів розрахунку зон небезпечних умов гірничих виробок, висновки).

14. Бугара М.И. Оценка риска прорыва шахтных вод через барьерный целик / М.И.Бугара, В.В. Назимко, И.Е.Иванов, В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий** // Уголь Украины. – 2002. – №5. – С. 27–29. (Особистий внесок: дослідження особливостей механізму довготривалого зсування та обвалення товщі гірського масиву, динаміки напружено-деформованного стану, моделювання стану масиву і процесів руйнування міжшахтних ціликів, отримання параметрів розрахунку зон небезпечних умов гірничих

виробок, висновки).

15. Улицкий О.А. Экологический мониторинг и пути реализации при закрытии шахт. Обмен опытом ликвидации угольных шахт в Украине, Российской Федерации и республике Казахстан // Опыт ликвидации неперспективных угольных предприятий в Украине, Российской Федерации, Республике Казахстан: Сб. докл. междунар. семинаров по вопросам реструктуризации угольной промышленности. – Донецк. – 2002. – С. 105–109.

16. Гребенкин С.С. Геомеханические и технологические проблемы закрытия шахт Донбасса: учеб. пособие / С.С.Гребенкин, С.В.Янко, **О.А.Улицкий**, [и др.]: под общ. ред. С.С.Гребенкина. – Донецк. – 266 с. (*Особистий внесок: написання підрозділів: 1.5 та 3.2-3.4, розділу 5*).

17. Богун Л.Д. Пособие к лабораторным, практическим и самостоятельным работам по курсу: «Гидрогеология и инженерная геология» / Л.Д.Богун, В.И.Таранец, **О.А.Улицкий**: – Донецк, ДонНТУ. – 2002. (*Особистий внесок: формування лабораторних, практичних і самостійних завдань*).

18. Семенов А.П. Мониторинг подтопленных территорий ликвидируемых шахт как средство обеспечения безопасности существующей застройки / А.П.Семенов, В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий**, [и др.] // мат-лы II научн.-практич. конф. «Инженерная защита территорий и объектов в связи с развитием опасных геологических процессов», 14–18.10.2002, г. Гурзуф. – 2002. – С. 44–47. (*Особистий внесок: постановка завдання, визначення об'єктів спостережень в зоні підтоплення, проведення польових інструментальних досліджень, висновки*).

19. Семенов А.П. Опыт и проблемы защиты территорий в зонах влияния ликвидируемых шахт / А.П.Семенов, В.Н.Ермаков, **О.А.Улицкий** // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. – №5-6. – С. 15–20. (*Особистий внесок: постановка завдання, визначення схем інженерного захисту в зоні підтоплення, висновки*).

20. Алексеев А.Д. Оцінка впливу затоплення виробок ліквідованих вугільних шахт на безпечне ведення робіт: Методи з розрахунку стійкості бар'єрних ціликів: керівний документ / уклад. А.Д. Алексеев, Ю.Ф.Креніда, Є.І.Піталенко, **О.А.Улицкий**, [і ін.]: Інститут фізики гірничих процесів НАН України, Міністерство палива та енергетики України. – Донецьк. – 2003. – 20 с. (*Особистий внесок: загальні положення, розробка методичних вказівок щодо визначення меж зон небезпечних з прориву шахтної води гірничі виробки, графічні побудови цих зон, розрахунок бар'єрних ціликів і забезпечення довтривалої стійкості*).

21. Горяйнов Е.І. Методика встановлення регламенту відведення шахтних і підземних вод у водні об'єкти для підприємств вугільної промисловості, що

ліквідуються: КД / уклад. Е.І.Горяйнов, М.В.Бабаєв, **О.А.Улицький**, [і ін.] : УкрНДІЕП, ДК «Укрвуглереструктуризація», Харків – Донецьк, 2003. – 18 с. (*Особистий внесок: загальні положення, розробка методичних основ режиму водовідведення, форм документального обліку фактичних даних скиду шахтних вод у водні об'єкти*).

22. Гавриленко Ю.Н. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Ю.Н. Гавриленко, В.Н.Ермаков, Ю.Ф.Кренида, **О.А.Улицький**, В.А.Дрибан: монографія. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 630 с. (*Особистий внесок: написання підрозділів: 3.6 та 4.2; розділу 5; підрозділів – 11.2, 11.3, 11.4*).

23. Улицький О.А. Анализ фильтрационного баланса в районах горных подработок / **О.А. Улицький** // Зб. наук. пр.: Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. – Харків: УкрНДІЕП. – 2004. – С. 259–265.

24. Несмашная А.К. Оценка почвенно-экологического состояния земель, подтопленных шахтными водами / А.К.Несмашная, **О.А.Улицький**, К.И.Тохтарь // Зб. наук. праць: ЛугНАУ №25 (37). – 2003. – С. 24–29. (*Особистий внесок: польові дослідження властивостей ґрунтів, аналіз геолого-гідрогеологічних особливостей ландшафтів та їх гідрохімічна зональність, висновки*).

25. Заборін М.С. Сучасні підходи до ведення моніторингу за гідрогеологічними показниками в межах ліквідованих шахт / М.С.Заборін, Б.І.Воевода, А.В.Болотов, **О.А.Улицький** // мат-ли II міжнар. наук.-практич. конф. «Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення : 24–28.09.2007 р., Коктебель. – С. 20–21. (*Особистий внесок: постановка проблеми, аналіз сучасних підходів до ведення моніторингу показників геолого-гідрогеологічного спрямування, висновки*).

26. Удалов І.В. Особливості радіаційно-екологічної ситуації при закритті вугільних шахт / І.В. Удалов, **О.А.Улицький** // мат-ли XVIII міжнар. наук.-практич. конф. з фізики радіаційних явищ і радіаційному матеріалознавству : 8–13.09.2008 р., Алушта. – С. 333.

27. Улицький О.А. До питань фінансування негативних наслідків закриття вугледобувних підприємств / **О.А.Улицький**, О.М.Сухіна // мат-ли міжнар. наук.-практич. конф. «Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів. Оцінка і прогноз екологічних ризиків: 29.09–03.10.2008 р., Гурзуф. – С. 29–31.

28. Улицький О.А. Екологічні та економічні аспекти очищення шахтних вод Донбасу / **О.А. Улицький** // Уголь України. – 2009. – №10. – С. 28–30.

29. Shamander Puri. Assessment of environment information on pollution from coal mining: Does the environmental data collected annually tell us anything on environmental risk? / Sh. Puri, A. Demydenko, **О. Ulitskiy** // мат-ли міжнар. наук.-практич. конф.

«Моніторинг навколишнього середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення : 21–25.09.2009 р., АР Крим. – С. 40.

30. Улицький О.А. Геохімічні особливості шахтних вод Донбасу / **О.А.Улицький** // Вісник ХНУ №864 (30). – 2009. – С. 237–243.

31. Улицький О.А. Мікроелементи у шахтних водах Донбасу / **О.А.Улицький** // Вісник ХНУ №882 (31). – 2009. – С. 79–83.

32. Улицький О.А. Про можливі наслідки впливу шахтних вод на здоров'я населення Донбасу / **О.А.Улицький** // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2009. – №5. – С. 5–10.

33. Суярко В.Г. Перспективи очищення та захоронення технологічних та шахтних вод / В.Г. Суярко, **О.А.Улицький** // Донецький Вісник наукового товариства ім. Шевченка. Точні науки. Техніка. Гірництво. – Т. 29. – 2010. – С. 68–72. (*Особистий внесок: постановка проблеми до охорони природних вод, обґрунтування сучасних технологій очищення шахтних вод, висновки*).

34. Shamander Puri. Unscrambling the mine dewatering riddles in highly inter connected multiple mine workings in the Donbass coal fields, Ukraine /Sh. Puri, **О. Ulitskiy**, V. Antypov, D. Sukhinina. // мат-ли XXXVIII IAH Congress. Abstract ID: 499: 12–17.09.2010 р., Krakov. – С. 186–188.

35. Суярко В.Г. Вплив шкідливих компонентів підземних вод Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну на організм людини / В.Г.Суярко, О.О.Сердюкова, **О.А.Улицький**, К.О.Безрук // Регіон-2010: Стратегія оптимального розвитку. Мат-ли наук.-практич. конф. з міжнар. участю: Харків, 4-5 листопада 2010 р., – С. 337–339. (*Особистий внесок: дослідження з гідрогеохімічної оцінки підземних та шахтних вод, захищеність підземної гідросфери, висновки*).

36. Улицький О.А. Типовой план управления окружающей средой при закрытии угольных шахт / **О.А. Улицький** // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – Вип. 3. – 2011. – С. 28–36.

37. Улицький О.А. Фактори екологічного ризику підприємств вугільного сектору для навколишнього середовища / **О.А.Улицький** // Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист. – Вип. 4. – 2012. – С. 148–153.

38. Улицький О.А. Методологічний підхід до монетизації впливів гірничовидобувних робіт на довкілля / **О.А.Улицький**, О.М.Сухіна / Уголь України. – 2012. – №6. – С. 38–44. (*Особистий внесок: досліджені потенційні джерела впливу вуглевидобування на довкілля, методологічний підхід до монетизації впливів, відповідні розміри витрат, висновки*).

39. Улицький О.А. Оцінка негативного впливу побічних продуктів вуглевидобувної промисловості на стан довкілля / **О.А.Улицький** // Зб. наук. праць ІГНС НАН України. – К. – 2012. – Вип. 21. – С. 103–111.

40. Улицький О.А. Аналіз параметрів до моделі поточного стану справ вугільного сектору України / **О.А. Улицький** // VIII Міжнар. наук.-практич. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»: Зб. наук. праць. – УкрНДІЕП. – Харків: Райдер. – 2012. – С. 70–73.

41. Улицький О.А. Сучасний методологічний підхід до монетизації впливів гірничовидобувних робіт на стан навколишнього природного середовища / **О.А. Улицький**, О.М.Сухіна // Міжнар. екологічний форум «Довкілля для України». Мат-ли міжнар. конф. «Зелена» економіка: перспективи впровадження в Україні. – Київ, 24–25.04.2012 р. – С. 280–283. (*Особистий внесок: досліджені потенційні джерела впливу вуглевидобування на довкілля, методологічний підхід до монетизації впливів, відповідні розміри витрат, висновки*).

42. Улицький О.А. Методологический подход к прогнозированию изменения уровня подземных вод (УПВ) на основе моделирования временных рядов в условиях закрытия шахт Стахановского региона / **О.А.Улицький** // Международный научный журнал «Наука и Мир». – 2014. – №2 (6). – С. 241–244.

43. Улицький О.А. Оценка гидрогеомеханической устойчивости междушахтных целиков / **О.А.Улицький** // Международный научный журнал «Наука и Мир». – 2014. – №3 (7). – С. 288–291.

44. Улицький О.А. Основные факторы загрязнения природной среды и требования по исключению их вредного влияния при ликвидации шахт / **О.А.Улицький** // Международный научный журнал «Наука и Мир». – 2014. – №6 (10). – С. 105-108.

45. Улицький О.А. Экологическая безопасность угольных предприятий: индикаторы жизнеспособности экосистемы / **О.А.Улицький**, М.В. Кротинова // Международный научный журнал «Наука и Мир». – 2014. – № 9 (13). – С. 179–183.

АНОТАЦІЯ

Улицький О.А. Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної безпеки геологічного середовища в умовах зняття вугільних шахт з експлуатації. – 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, 2014.

Вирішено актуальну науково-практичну проблему впливу вугільних шахт, що закриваються, на зміни гідрогеологічних, геомеханічних та екологічних параметрів геологічного середовища, розроблено концепцію екологічної безпеки у вуглевидобувних регіонах, що ґрунтується на методологічних принципах, методичних прийомах та технічних рішеннях, що застосовуються з позиції керованого контролю геологічних процесів – геодинамічних, гідрогеологічних, гідрогеохімічних та інших. На основі досліджень цих процесів у Донбасі вирішено

технологічні, технічні та економічні завдання з екологічної безпеки природно-техногенних геосистем у вугільних регіонах. Встановлено, що різні фактори впливу вугільних шахт на довкілля серед яких – міграція високомінералізованих шахтних вод, дегазація вуглевмісних шарів, геодинамічні зрушення у масивах гірських порід та інші, обумовлюються ендегенними, екзогенними і техногенними процесами. Розроблено методологічний підхід до монетизації негативних впливів вуглевидобування на геологічне середовище, оснований на алгоритмі їх оцінювання за допомогою індексних та матричних методів, моделювання, картографування, тощо.

Сформульовано новий підхід до управління системою екологічною безпекою у вуглевидобувних регіонах.

Ключові слова: геологічне середовище, вугільна шахта, природно-техногенна геосистема, гідравлічний напір, шахтні води, мінералізація, фільтрація, геомеханічні процеси, тріщинуватість, бар'єрний цілик, екологічний ризик, породні відвали, побічні продукти, монетизація.

АННОТАЦІЯ

Улицкий О.А. Гидрогеологические и геомеханические факторы экологической безопасности геологической среды в условиях закрытия шахт и вывод их с эксплуатации. – 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, 2014.

Решена актуальная научно-практическая проблема влияния закрывающихся шахт на изменение гидрогеологических, геомеханических и экологических параметров геологической среды. Разработана научная концепция экологической безопасности в угледобывающих регионах, основывающаяся на методологических принципах, методических приёмах и технических решениях, которые применяются с позиции управляемого контроля геологических процессов – геомеханических, гидрогеологических, гидрогеохимических и других. На основе исследований этих процессов в Донбассе решены технологические, технические и экономические задачи экологической безопасности современного состояния угольной отрасли, в частности по гидрогеологическим и геомеханическим факторам экологической безопасности в пределах природно-техногенных геосистем в угольных регионах. Установлены различные факторы влияния угольных шахт на окружающую природную среду, среди которых – миграция высокоминерализованных шахтных вод, дегазация углевмещающих пород, геодинамические подвижки в массивах горных пород и другие, обусловленные эндогенными, экзогенными и техногенными процессами.

Разработан методологический подход к монетизации негативных влияний угледобычи на геологическую среду, основанный на алгоритме их оценки с помощью индексных и матричных методов, моделирования, картографирования и т.п.

Сформулирован новый подход к управлению системой экологической безопасности в угледобывающих регионах.

Ключевые слова: геологическая среда, угольная шахта, природно-техногенная геосистема, гидравлический напор, шахтные воды, минерализация, фильтрация, геомеханические процессы, трещиноватость, барьерный целик, экологический риск, монетизация.

ABSTRACT

Ulitsky O.A. Hydrogeological geodynamic factors of ecological safety within natural and technogenic geosystems in terms of restructuring of the coal industry (for example, 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.

Actual scientific and practical problem of the influence of closing mines on the ecological state of the geological environment were solved. A scientific concept of ecological safety in coal-mining regions was developed, which is based on methodological principles, methodical technique and technical solutions. They are applied to the position managed control of geological processes – geodynamic, hydrogeological, hydrochemical and others. On the basis of studies of these processes in the Donbass solved technological, technical and economic problems of ecological safety of the current state of the coal industry, and also hydrogeological and geomechanical factors of ecological safety within the natural and technogenic geosystems of the coal regions. A variety of factors influence the coal mines on the environment were established, among them – the migration of highly mineralized mine waters, degassing of coal enclosing rocks, geodynamic motions in rock mass and other, they are caused to the endogenous, exogenous technological processes.

Methodological approach to monetization negative effects of coal mining on the geological environment was developed, it is based on a evaluation algorithm using the index and matrix methods, modeling, mapping, etc.

The new approach to the management of the system of ecological safety in coal-mining regions was formulated.

Keywords: geological environment, coal mine, natural and technogeneous geosystem, hydraulic head, mine water, salinity, filtration, geomechanical processes, fracture, barerny pillar, environmental risk.