РОЗДІЛ 5

ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

5.1. Еколого-географічні проблеми гірничо- промислових регіонів України

Раціональне використання мінерально-сировинних ресурсів та охорону надр необхідно розглядати як спектр різноманітних проблем, пов'язаних із задоволенням сучасних потреб суспільства, а також інтересів майбутніх поколінь. З огляду на це під *охороною і раціональним використанням надр* при видобуванні, збагаченні й переробці корисних копалин слід розуміти:

- найповніше та економічно доцільніше відпрацювання балансових та збереження для наступного видобування забалансових покладів;
- отримання мінеральної сировини певної якості при мінімальних обсягах гірничопромислових відходів;
- комплексне і найповніше вилучення головних та супутніх корисних копалин і компонентів під час збагачення і переробки мінеральної сировини;
- раціональне використання або ефективна консервація гірничопромислових відходів;
- зниження до мінімуму ступеня порушення масиву гірських порід і земної поверхні;
- виконання чинних нормативів якості природного середовища, а також збереження оптимальної продуктивності сільськогосподарських, лісових та інших угідь у зоні впливу гірничого підприємства;
- ефективне господарське використання гірничих виробок і відпрацьованих просторів після завершення гірничих робіт.

Раціональне використання мінерально-сировинних ресурсів та охорона надр можуть бути забезпечені лише за умови розробки і поетапної реалізації комплексу організаційних, технологічних,

захисних, профілактичних та, особливо, екологічних заходів, вибір і обґрунтування яких потрібно здійснювати на основі геоекологічного аналізу гірничопромислових територій.

Передусім, це зумовлено основним напрямом робіт при вирішенні питань охорони і раціонального використання антропогенно-порушених земель під час видобування і збагачення корисних копалин – формування гірничопромислових ландшафтів з прийнятними господарськими властивостями та екологічними умовами, що задовольняють потреби людини.

Формування гірничопромислових ландшафтів, кероване людиною в районі діючого гірничого підприємства, є головним завданням при експлуатації родовища корисних копалин. Зокрема, великого значення набувають питання раціонального використання всіх природних ресурсів та виконання нормативів антропогенного навантаження на ландшафтні системи. Тому проведення гірничих робіт і формування гірничопромислових об'єктів слід здійснювати з урахуванням вимог подальшої екологічної реабілітації територій та створення на порушених землях нових антропогенних ландшафтів і формування зон стійких зелених насаджень.

Загалом, *екологічна реабілітація гірничопромислових територій* передбачає використання комплексу екологічних заходів, спрямованих на швидке відновлення параметрів природного середовища та приведення його у стан, що гарантує безпеку життя і здоров'я людини й стійке функціонування антропогенних і природних геосистем. Серед першочергових заходів щодо екологічної реабілітації гірничопромислових територій виокремлюють комплексну оцінку екологічної ситуації, яку варто проводити з використанням ландшафтного і геоекологічного підходів.

Значна антропогенна трансформація ландшафтних систем унаслідок розробки мінерально-сировинних ресурсів у межах гірничопромислових територій України, особливо в другій половині XX ст., зумовила виникнення гострих геоекологічних проблем, спектр прояву яких є надзвичайно широким.

Під *геоекологічними проблемами* слід розуміти різнобічне вивчення за допомогою прийомів і методів геологічної та географічної науки всієї територіальної екологічної залежності, що виникає у результаті взаємодії суспільства і природи. Аналіз геоекологічних проблем можна здійснювати на ресурсній основі, за видами природокористувачів та відповідно до рангу регіону в територіальній організації суспільства.

Під час вирішення геоекологічних проблем гірничопромислових територій необхідним є врахування, перш за все, відмінностей у способах видобування корисних копалин. Існує два основні *способи розробки мінерально-сировинних ресурсів* – відкритий (кар'єрний) та закритий (шахтний).

Максимальний вплив на геосистеми мають відкриті виробки корисних копалин, площа яких постійно зростає. У світі відомі кар'єри, що займають площу до 3 000 га, при глибині до 800 м. Під час відкритої розробки створюються нові, принципово відмінні від попередніх, форми рельєфу. На дні кар'єрів формуються специфічні відклади, які суттєво впливають на процеси ландшафтоутворення. Існують всі підстави вважати, що відбувається докорінна антропогенна трансформація ландшафтних систем у межах кар'єрів, яка полягає в знищенні попередніх природних геосистем – фацій, урочищ чи місцевостей, і виникненні на їх місці нових.

Під час відкритої розробки в зоні кар'єру на поверхню потрапляють переважно нехарактерні для цього ландшафту відклади з різних глибин, унаслідок чого відбувається зміна напрямку і швидкості протікання екзогенних процесів. З'являються утворення нових хімічних сполук, які є токсичними як для біоценозів, так і для людини. Негативним чинником впливу відкритого способу розробки корисних копалин на природне середовище є також зміна літогенної основи і гідроекологічного режиму ландшафтних систем навколо кар'єру. Це призводить до утворення нових додатних і від'ємних форм рельєфу, великих за розмірами депресійних лійок у межах яких через обезводнення суттєво змінюються екологічні умови, видовий склад і продуктивність рослинних угруповань, посилюються зсувні, ерозійні, карстові та інші екзогенні процеси.

Зовсім інші геоекологічні проблеми виникають при закритій підземній розробці корисних копалин. Їх видобування створює підземні порожнини, унаслідок чого відбувається просідання або провалювання земної поверхні на значних площах. Глибина просідань може досягати 8 - 10 м, а в окремих випадках навіть 30 м, що призводить до порушення гідрологічної ситуації, підтоплення та заболочення геосистем, зміни напрямку течії водотоків. Процес видобутку мінеральної сировини супроводжується винесенням на поверхню значних обсягів гірських порід, що накопичуються у відвалах, териконах і хвостосховищах. Все це призводить до виникнення нових форм рельєфу, які суттєво відрізняються від форм, що утворюються при відкритому способі видобування

корисних копалин.

Інтенсивність антропогенної трансформації геосистем гірничопромислових територій як під час відкритого, так і закритого способів розробки родовищ корисних копалин може бути різною. Вона, зокрема, залежить від властивостей ландшафтних систем, а також масштабів й обсягів проведених гірничих робіт.

Унаслідок проведення гірничих робіт на земну поверхню потрапляють значні обсяги гірських порід, що викликає, перш за все, зміну мезорельєфу та майже повне знищення ландшафтних систем найнижчого рангу (фацій, урочищ) або їхніх частин. Новий, "техногенний" рельєф являє собою специфічні *додатні (акумулятивні)* і *від'ємні (денудаційні) форми* – кар'єри, відвали, терикони, хвостосховища тощо.

Гірничі розробки призводять до суттєвих змін гідроекологічного режиму геосистем. У районах діючих гірничих виробок простежується пониження рівня поверхневих, ґрунтових і підземних вод. У межах відкритих виробок це явище спостерігають на площі, яка дорівнює 25-разовій ширині кар'єру зі всіх його сторін. У зонах підземних виробок у водойми скидають мільйони кубічних метрів високомінералізованих шахтних вод. Їхня частка в окремих гірничопромислових районах становить до 50 - 70 %, тобто значно перевищує обсяги ґрунтового та атмосферного живлення.

Від способу і системи розробки корисних копалин залежить характер порушення ландшафтних систем, що змінюється на різних етапах проведення геологорозвідувальних і гірничих робіт (табл. 5.1).

Зміна геохімічної рівноваги у навколишнього природному середовищі під впливом гірничих робіт призводить до виникнення геохімічних аномалій антропогенного походження, тобто у геосистемах гірничопромислових районів виникають зони підвищеної концентрації окремих хімічних елементів та їхніх сполук. У районах, де гірничі роботи проводять на невеликих територіях, такі аномалії можуть не вплинути на функціонування ландшафтних систем, однак в межах гірничодобувних басейнів під час розроблення кам'яного вугілля, нафти і газу можуть відбуватися зміни геохімічного кругообігу в геосистемах регіонального рівня – ландшафтних районах та областях. Вплив геохімічних аномалій на суміжні геосистеми носить здебільшого локальний характер з радіусами поширення забруднень до 2 - 3 км. Однак в окремих випадках цей вплив може бути відчутним на відстані від 5 - 10 до 50 км.

Таблиця 5.1

Трансформаційні зміни ландшафтних систем під час розробки корисних копалин (*за Єтеревською, 1977 з доповненнями*)

Технологічні чинники	Вид трансформаційних змін ландшафтних систем	Ступінь антропогенного порушення
Розвідування корисних копалин	Часткове порушення геологічного середовища, ґрунтового покриву, біоценозів, хімічне забруднення	Фрагментарний
Будівництво споруд і комунікацій	Площинне і лінійне руйнування форм рельєфу. Повне або фрагментарне руйнування ґрунтового покриву і біоценозів	Частковий значний
Видобування корисних копалин підземним способом	Створення акумулятивних (терикони, відвали) і денудаційних (просідання, провалля) форм техногенного рельєфу. Повне або часткове порушення ґрунтового і рослинного покривів. Зниження рівня підземних вод. Розвиток карсту, підтоплення, ерозії та інших небезпечних природно-антропогенних процесів. Інтенсивне забруднення природного середовища	Частковий значний (місцями до повного)
Видобування корисних копалин відкритим способом	Повне знищення природних геосистем. Висушування території. Виникнення значних площ із техногенним акумулятивним (відвали) і денудаційним (кар'єри) рельєфом. Зниження рівня підземних вод. Розвиток зсувних, ерозійних, карстопровальних та інших процесів. Інтенсивне забруднення довкілля	Повний
Збагачення і пере-робка корисних копалин	Поява великих акумулятивних форм техногенного рельєфу (відвалів, гідровідвалів, хвостосховищ). Перезволоження, заболочення та інтенсивне забруднення довкілля	Повний

Крім геоекологічних проблем, пов'язаних з тими чи іншими складовими природного середовища, які розглянуті вище, виникають *синтетичні ландшафтно-екологічні проблеми*, що є результатом сумісної дії багатьох природних та антропогенних чинників (рис. 5.1) Перш за все, спектр цих складних проблем зумовлений особливостями існуючої технологічної схеми роботи

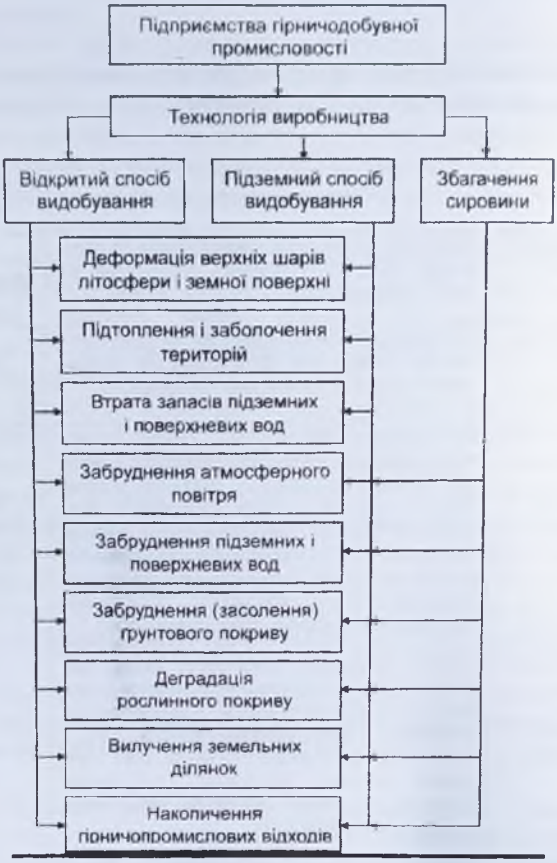

Рис. 5.1. **Формування синтетичних ландшафтно-екологічних проблем**

гірничодобувного підприємства, способом розробки мінерально-сировинних ресурсів тощо.

Наприклад, унаслідок проведення шахтних гірничих робіт у межах кам'яновугільного басейну простежується порушення і просідання верхніх шарів земної поверхні, що призводить до зміни гідрологічного режиму, підтоплення, вторинного заболочення і хімічного забруднення геосистем. Інтенсивний гірничодо-

бувний вплив на ландшафтні системи, зазвичай, призводить до порушення і забруднення всіх їхніх компонентів. З цим пов'язана необхідність проведення еколого-ландшафтних досліджень гірничопромислових територій, які передбачають вивчення їх ландшафтної структури, динаміки, функціонування і закономірностей екологічної реакції на різні гірничодобувні впливи.

Гірничопромислові території України за рівнями змін стану природного середовища можна поділити на три типи:

1) *з частково погіршеним станом природного середовища.* До них можна зарахувати гірничопромислові території, в яких негативні природно-антропогенні процеси простежуються на обмежених ділянках, мають короткотерміновий характер і можуть бути ліквідовані або суттєво зменшені у процесі рекультивації чи реалізації певних природоохоронних заходів;

2) *із суттєво погіршеним станом природного середовища*, а саме гірничопромислові території, у яких зміни довкілля є сталими і перевищують гранично допустимі рівні в межах зон впливу окремих гірничих підприємств;

3) *із критичним станом природного середовища*, які характери-зуються старою інфраструктурою та переважно підземним способом розробки родовищ корисних копалин, де зміни довкілля внаслідок геоекологічних проблем, які накопичувалися протягом тривалого часу, набули необоротного процесу. За цих умов будь-який інтенсивний розвиток гірничих робіт або їхнє припинення шляхом закриття гірничодобувних підприємств може стати поштовхом для виникнення екологічних катастроф.

Така типізація гірничопромислових територій за екологічним станом природного середовища дає змогу диференціювати ці райони за загальним ступенем рівнів їхнього порушення і забруднення. Проте в межах різних гірничопромислових територій визначальними чинниками трансформації ландшафтних систем виступають різні природно-антропогенні процеси. Власне це вимагає розроблення детальної класифікації гірничодобувних регіонів, територій та об'єктів, заснованих на ландшафтному підході та оцінці якісних і кількісних параметрів змін довкілля для обґрунтування напрямів і проектів екологічної реабілітації антропогенно-порушених територій.

5.2. Географічний аналіз екологічної ситуації в основних гірничовидобувних районах України

5.2.1. Геоекологічні проблеми вуглевидобувних басейнів. Яскравим прикладом територій в межах яких виникають геоекологічні проблеми, які пов'язані з видобуванням корисних копалин є вуглевидобувні регіони. В Україні вугілля видобувають у Донецькому, Львівсько-Волинському кам'яновугільних та Дніпровському буровугільних басейнах. Загальна площа вугільних басейнів становить 18,0 тис. км^2, у тому числі на Донбас припадає близько 15 тис. км^2. Площа гірничих виробок у цих регіонах сягає 13,0 тис. км^2, з них у Донбасі -- 11,5 тис. км^2. Об'єм гірничих виробок становить 15,5 км^3, з них відкритим способом – лише 3,5 км^3. На жаль, кожна третя вугільна шахта експлуатується понад 50 років, а гірничодобувні роботи проводять на значних глибинах – від сотень до 1 400 м.

Геоекологічні проблеми у вуглевидобувних басейнах залежать від технічного рівня шахт. Застаріле морально й фізично обладнання, застаріла технологія, недостатня механізація й автоматизація процесів вуглевидобування – всі ці фактори не сприяють покращанню умов роботи шахтарів, якості продукції та екологічного стану. Науково-дослідні роботи недостатньо ефективні. Вони повинні проводитись у напрямі комплексного вивчення вугілля, супутніх корисних копалин і токсичних компонентів, які в них містяться, у напрямі пошуків закономірностей розповсюдження супутніх копалин і небезпечних компонентів.

Всі вуглевидобувні басейни знаходяться на такому етапі розвитку, коли обсяги видобування вугілля зменшуються, у значній кількості шахт припиняється розроблення балансових й навіть позабалансових запасів, і згодом такі копальні ліквідовують. Зазначені обставини призводять чи вже призвели до суттєвої зміни усталених природно-антропогенних умов в межах вуглевидобувних басейнів, які сформувалися у результаті впливу на природне середовище розробки вугільних родовищ. Сьогодні починають формуватися нова геоекологічна ситуація, прогнозування якої, на жаль, ще не здійснено. Закриття вугільних підприємств без оцінки їх впливу на складові природного середовища, без дотримування раціональної послідовності закриття декількох взаємодіючих шахт, спричиняє суттєві негативні гео-

екологічні наслідки на природно-господарські системи і, відповідно, на умови життєдіяльності населення.

Донецький кам'яновугільний басейн (Донбас). Регіон володіє запасами багатьох мінеральних ресурсів, однак головним природним багатством краю є родовища кам'яного вугілля. Промисловий видобуток вугілля, що проводиться у басейні вже понад 200 років, призвів до суттєвого порушення геодинамічної та гідродинамічної обстановки і, відповідно, до змін геоекологічної ситуації у регіоні. Не зважаючи на спад обсягів видобування кам'яного вугілля, у результаті якого загальна кількість викидів і скидів суттєво зменшилася, навантаження на навколишнє природне середовище залишається одним з найвищих в Європі. Висока швидкість і масштаби техногенних процесів, величезні переміщення гірських мас зумовлюють розсіювання багатьох хімічних елементів (передусім вуглецю і важких металів), призводять до накопичення у довкіллі небезпечних для людини речовин і сполук. Сумарне техногенне навантаження на одиницю площі Донбасу вчетверо вище за середні показники в Україні.

Трансформація природно-господарських систем зумовлена проведенням гірничих робіт, які виконували майже на 1 000 шахт у 180 вугільних пластах на глибинах від 15 - 25 до 1 400 м. За весь період гірничодобувних робіт видобуто близько 10 млрд. т кам'яного вугілля, вилучено з надр до 9 - 10 км^3 вугілля і породи. Нараховують понад 2 250 відпрацьованих гірничих розробок, загальна площа проекції гірничих робіт на земну поверхню склала 11 500 км^2, загальний об'єм гірничих виробок – 12,0 км^3. При практично повсюдному застосуванні способу погашення покрівлі відпрацьованих гірничих розробок шляхом її обвалу, обсяг трансформованих гірських порід складає 600 км^3, тобто 14,3 % від загального обсягу гірського масиву в межах шахтних полів.

Найбільшого розвитку видобування кам'яного вугілля досягло у 80–90 роках XX ст., коли у Донбасі працювали 254 шахти, з яких щороку видобували до 180 млн. т вугілля. Вплив гірничих робіт на природне середовище посилювався впливом виробництв гірничодобувного комплексу. Зокрема, у регіоні працювало 65 вуглезбагачувальних фабрик, дев'ять коксохімзаводів, дев'ять металургійних заводів і 17 хімічних підприємств. У результаті масштабного ведення гірничодобувних робіт, площі, які підроблені гірничими виробками, складають сьогодні близько 8,2 % території Луганської і 7,8 % – Донецької областей.

Основними геоекологічними проблемами Донецького кам'яновугільного басейну є забруднення атмосферного повітря, підземних і поверхневих вод та ґрунтів. Підприємства регіону викидають в атмосферне повітря близько 31 % сумарного обсягу забруднюючих речовин в Україні. Основними забруднювачами залишаються підприємства гірничодобувної і металургійної промисловості. Щільність викидів пилу і газу становить 70 т/км^2, що у шість разів вище, ніж у середньому по Україні. У структурі шкідливих викидів переважає оксид вуглецю (28,8 %), сірчистий ангідрид (21,3 %) і пил (15,0 %). Головною причиною незадовільного стану атмосферного повітря залишається недостатнє оснащення джерел забруднення газопилоуловлювальним обладнанням та низький рівень його експлуатації. На Донбасі оснащені очисними установками лише близько 40 % джерел викидів шкідливих речовин.

У районах шахтного видобування кам'яного вугілля значні площі зайняті териконами і відвалами. В регіоні налічують 1 270 відвалів, понад 500 з них – горять й забруднюють атмосферне повітря. Загалом, в межах басейну розміщено 30 % від обсягу гірничопромислових відходів України. Загальна маса нагромаджених гірничопромислових відходів становить понад 5 млрд. т при щорічному їхньому поповненні у 60 млн. т. Водночас, у регіоні зосереджено 55,5 % від загальнодержавних промислових токсичних відходів. Використання гірських порід відвалів в останні п'ять років складає близько 17 % від щорічного відвантаження на земну поверхню, отже, їхні обсяги продовжують швидко зростати. Відвали, що горять, викидають в атмосферне повітря понад 500 тис т пилу, закисів та окисів сірки, вуглецю та азоту. Значної шкоди завдають також інфільтрати – дощові води, які потрапили у породи териконів і відвалів, збагатилися розчинними солями та відфільтровані у ґрунтові і підземні води або потрапляють у поверхневі водотоки.

Важливою екологічною проблемою Донбасу залишається значний дефіцит питної води та небезпечний рівень забруднення природних водних джерел. Поверхневі води басейну формуються за рахунок транзитного припливу р. Сіверський Донець, місцевого річкового стоку, стічних, шахтних і кар'єрних вод та навіть експлуатаційних запасів підземних вод (1,07 млн. м^3/добу). Це спричинило підвищення мінералізації поверхневих вод до 2,0 - 2,9 г/дм^3 й збільшення вмісту важких металів.

Вугільна промисловість відіграє визначальну роль у забрудненні поверхневих вод басейну. При сучасному річному обсягу

видобування вугілля (65 - 70 млн. т) шахти скидають у водотоки 500 - 750 млн. $м^3$ шахтних вод, які забруднені мінеральними солями, зваженими речовинами і бактеріальними домішками. Шахтні води відзначаються високим вмістом зважених речовин (до 0,1 $г/дм^3$) і підвищеною мінералізацією (38 $г/дм^3$). У малі річки Донецької і Луганської областей щороку потрапляє понад 1,5 млн. т солей, що призводить до їхнього засолення, замулювання та обміління. Практично всі водотоки регіону сильно деградовані. Мінералізація вод р. Сіверський Донець у регіоні зросла у 2,3 рази. Особливо гострою проблема забруднення водних джерел вугільними підприємствами постає у зв'язку із закриттям нерентабельних копалень. Під час закриття шахт їхні водо-припливи перерозподіляють на сусідні працюючі вугільні підприємства.

У процесі розробки вугільних родовищ проводиться осушення продуктивних товщ. Зниження рівня підземних вод у межах шахтних полів сягає 300 - 1 000 м, а депресійні лійки в межах ділянок, що прилягають до шахтних полів – 30 - 100 м.

Вивчення підземних вод водоносних горизонтів Донбасу дає підстави говорити про безліч гідрогеохімічних аномалій, в яких вміст хімічних елементів і сполук значно перевищує їх гранично допустимі концентрації. Наприклад, аномалії цинку, ртуті і миш'яку із перевищенням ГДК у 3 - 10 разів, а інколи – у понад 20 разів, утворюють великі ареали розсіювання, що виявлені поблизу породних відвалів вугільних шахт і металургійних заводів.

Забруднення підземних вод регіону нітратами поширене на 80 % території. У багатьох випадках вміст нітратів значно перевищує рівень ГДК (понад 10 - 20 разів). Зазвичай, підвищений вміст сполук азоту у підземних водах пов'язують із сільськогосподарськими і побутовими джерелами забруднення. У Донбасі, окрім традиційних джерел забруднення, важливу роль відіграють терикони і відвали, що горять й виділяють різні гази, у тім числі аміак та оксид азоту. Під час взаємодії цих газів з атмосферними опадами виникають нітрат-іони, що мігрують у підземні води.

Основними природно-антропогенними процесами, які зумовлені зміною стану гірських порід у районах розробки кам'яного вугілля, є зміщення та зсуви цих порід. На земній поверхні, ці процеси викликають її просідання у вигляді западин за розмірами, що завжди перевищують площу відпрацьованого пласту. Просідання земної поверхні відбувається нерівномірно, збільшуючись від окраїн до центру й утворює мульди просідання.

Глибина мульд коливається від 0,5 до 3 - 5 м. Вертикальні і горизонтальні деформації викликають стиснення і розтягнення ґрунтів, що призводить до появи тріщин у спорудах та спричинює розриви комунікацій.

Практично повсюдно спостерігається геохімічне забруднення ландшафтних систем Донбасу, що полягає у стрімкому зростанні концентрацій важких металів у ґрунтах, сніговому покриві, донних відкладах. Техногенні ареали забруднення ґрунтового покриву пов'язані з місцями нагромадження гірничопромислових відходів. Механічні, фізико-хімічні і біохімічні процеси, що зумовлені вуглевидобуванням і вуглезбагаченням, промисловим і побутовим спалюванням вугілля, призводять до забруднення ґрунтів сіркою, миш'яком, ртуттю, германієм, молібденом і літієм. Ці процеси сприяли формуванню найбільшої геохімічної аномалії (97 км^2) у районі Донецька. Виявлено окремі ділянки радіаційно-геохімічного забруднення ґрунтових і підземних вод та ґрунтів уран- і радійвмісними мінералами у зонах впливу шламонакопичувачів вуглезбагачувальних підприємств.

Важливим чинником для визначення ступеня забруднення навколишнього природного середовища Донбасу є рівень неінфекційної захворюваність населення, яке насамперед викликане наявністю ксенобіотиків (Hg, As, Pb та ін.) в атмосферному повітрі. У гірничопромислових центрах регіону рівень захворювання органів кровообігу, дихання, травлення, а також онкологічних захворювань зростає в 1,5 - 2,0 рази, а кількість інсультів, інфарктів та інших кардіологічних хвороб в 10 разів перевищує показники європейських країн. У населення регіону, особливо у дітей, пригнічений імунітет й зустрічається чимало уроджених вад, поширені невиношені вагітності, бронхіальна астма і цукровий діабет. Суттєво зросли й показники загальної смертності населення Донбасу. Основними причинами смертності є зростання кількості хвороб кровообігу (63,6 %) та пухлин і хвороб органів дихання (15,7 %). Понад 40 % зафіксованих професійних захворювань в Україні припадає на цей регіон.

Закриття вугільних шахт Донбасу нерідко призводить до погіршення екологічної ситуації в межах шахтних полів. У результаті сукупного дії негативних екзогенних чинників у процесі закриття шахт проявляється стійке зростання площ гірничопромислових територій з активним розвитком процесів підтоплення житлово-комунальних і промислових об'єктів, угідь, транспортних магістралей, комунікацій тощо. Внаслідок активі-

зуються процеси просідання земної поверхні, забруднення поверхневих і підземних вод й ґрунтового покриву, накопичення потенційної енергії у затоплених гірничих виробках з формуванням гідрогеомеханічного напруження і зниження стійкості породних масивів. Водночас змінюється структура потоків вибухонебезпечних газів, що ускладнює газогеохімічні умови сусідніх діючих вугільних шахт і прилеглих урбанізованих і промислових територій.

Негативні наслідки закриття шахт зумовлені недостатнім обґрунтуванням проекту ліквідації цих вугільних підприємств. Подальше зростання кількості закритих шахт у регіоні та розширення площ, де інтенсивно розвиваються процеси техногенних змін навколишнього природного середовища, зумовлюють необхідність виконання таких заходів: прогнозування впливу закриття шахт на екологічний стан ландшафтних систем; удосконалення системи екологічного моніторингу; розроблення для зазначених цілей діючих моделей і баз даних з використанням GIS-технологій; утилізація гірничопромислових відходів, які виступають як чинником впливу на природне середовище, так й нетрадиційним джерелом корисних копалин; забезпечення фінансування природоохоронних заходів із вивчення, попередження і ліквідації наслідків масового закриття вугільних шахт.

Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн. Екологічні проблеми є дуже гострими в усіх вугільних регіонах, проте для Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну вони набули специфічного характеру. Варто зауважити те, що близько 80 % техногенного навантаження Червоноградського гірничопромислового району лягло на невелику його частину – межиріччя Західного Бугу, Рати і Солокії, в якому проживає більшість населення району. На незначній площі (лише 30 км^2) сконцентровано десять вугільних шахт, найбільша в Європі вуглезбагачувальна фабрика Червоноградська, накопичувачі шахтних вод. Як наслідок, тут складувалися відходи вуглезбагачення, шахтні породи зі всіх шахт району та формувалися великі за площею шламонакопичувачі, що призвело до подальшого погіршення екологічного стану регіону. Останньому сприяло поширене у районі вживання породи з відвалів для підсипання садово-городніх ділянок, будівельних майданчиків, доріг, будівництва дамб тощо.

До головних ландшафтно-екологічних проблем Львівсько-

Волинського басейну належать: просідання земної поверхні унаслідок ведення гірничих робіт, що призводить до підтоплення й заболочення територій; накопичення великих обсягів гірничо-промислових відходів; зміна геохімічних полів та забруднення атмосферного повітря, підземних, ґрунтових і поверхневих вод, ґрунтового покриву тощо. Серед небезпечних природно-антропогенних явищ особливе місце посідають процеси просі-дання у результаті активного підземного розроблення кам'яного вугілля та осідання, викликане статичним навантаженням териконів, хвостосховищ і ставів-відстійників. Деформаційні процеси простежуються на площі біля 90 км². Глибина просідання коливається, в середньому, від 0,6 до 3,5 м і може досягнути в кінці видобутку – 4,2 м.

Значні негативні деформаційні явища зумовили поширення у регіоні процесів затоплення, підтоплення і вторинного заболочення. В окремих, переважно безстічних місцях, утворилися антропогенні аквальні комплекси овальної чи округлої форми, заповнені водою пониження діаметром 100 - 150 м, деякі навіть до 500 - 700 м. Для околиць Червонограду характерні значні антропогенні зміни ландшафтних систем, що є наслідком прояву негативних природно-антропогенних процесів. Суттєво змінилися контури природно-господарських систем, що зумовлено появою і зростанням створених людиною гірничодобувних об'єктів, що виникли на місці териконів, відвалів, хвостосховищ і відстійників. Відбулися зміни й у характері поверх-невого стоку, в тім числі спрямлення русел річок, повсюдне прокладення каналів і системи гончарного дренажу, поява безстічних ділянок тощо.

Високий рівень геохімічного забруднення у басейні простежуються на значних площах (понад 120 км²), що зумовлено використанням вуглевмісних порід для будівництва доріг, дамб, засипки підтоплених ділянок. За рівнем забруднення ландшафтних систем такі токсичні елементи, як кобальт, миш'як, свинець і берилій мають найбільші ареали геохімічних аномалій. Характерною особливістю району є всеосяжне забруднення кобальтом і миш'яком, площа їхніх аномалій становить відповідно 115 і 102 км². Середній валовий вміст миш'яку в ґрунтах району дорівнює 5,7 мг/кг і перевищує ГДК майже в три рази; для кобальту середній вміст і ГДК є однаковими (5 мг/кг); тоді як свинець характеризується валовим вмістом (25 мг/кг), який наближається до ГДК (30 мг/кг). Незначні за площею геохімічні аномалії утворюють такі хімічні елементи: мідь, ртуть, нікель і

кадмій (відповідно 2, 2, 1 і 0,05 км²). Простежується приуроченість більшості геохімічних аномалій до териконів шахт, відвалів і хвостосховищ збагачувальної фабрики, ставків-накопичувачів шахтних вод, що пов'язано з високим коефіцієнтом транслокації хімічних елементів з породи териконів, відвалів тощо в ґрунтовий покрив навколишніх геокомплексів. Також існує зв'язок між аномаліями свинцю, які інколи перевищують ГДК у три й більше разів, та автомобільними шляхами і залізницями на відстані до 20 - 50 м.

Екологічна ситуація у регіоні ускладнюється унаслідок надзвичайно високого рівня забруднення поверхневих і підземних вод. Головним джерелом забруднення є інфільтрати з гірничопромислових об'єктів і шахтні води. На території басейну чимало водних об'єктів з сумарним показником хімічного забруднення понад 100, що не враховано нормами – наднормативно висока концентрація. Найвищі сумарні показники забруднення підземних вод (до 626,42) існують у районах відвалу та хвостосховищ збагачувальної фабрики і шахтних ставків-відстійників. У питній воді всіх водозаборів басейну простежується підвищений вміст фтору, барію, марганцю, кобальту, фосфору і кадмію. Ґрунтові води, які використовують для питних потреб навколишніх сіл (Сілець, Межиріччя, Бендюга та ін.), характеризуються понаднормовим вмістом нітратів, органічних речовин, марганцю, берилію, літію і ртуті. Варто також наголосити на мутагенній небезпеці багатьох водних об'єктів району.

Наростання та загострення екологічних проблем у Львівсько-Волинському басейні проявилося у ході реалізації "Програми закриття не перспективних вугільних шахт та розрізів". Ліквідація шахт у регіоні пов'язана з рядом непередбачуваних наслідків, які не тільки погіршують екологічну ситуацію у певному місці, але й переростають у регіональний рівень, а зміни охоплюють не лише окремі складові ландшафтних систем, але й суттєво трансформують чи створюють нові техногенні ландшафти.

Процес закриття вугільних підприємств у басейні набуває розвитку. Сьогодні ліквідовано дев'ять шахт, а ще три – перебувають на початковій стадії закриття. Це призвело до активізації проблем, що пов'язані з підтопленням та заболоченням територій, розширенням зон витоку високомінералізованих шахтних вод, погіршенням властивостей гірських порід та ґрунтів, просіданням земної поверхні, а також зростанням сейсмічної небезпеки.

Дніпровський буровугільний басейн. Видобування вугілля у Дніпровському буровугільному басейні ведеться відкритим і підземним способами. При видобуванні бурого вугілля відкритим (кар'єрним) способом із сільського господарства вилучаються значні площі родючих земель.

Загалом, при відкритому способі видобування вугілля продуктивність праці одного робітника стає у шість разів вищою, ніж при шахтному способі, проте з природокористування виводяться тисячі гектарів землі та створюються величезні території відвалів порожньої породи. У середньому видобуток 1 млн. т вугілля відкритим способом супроводжується знищенням 20 га земельних угідь, а видобуток такої ж кількості вугілля шахтним способом – лише 5 га. У результаті порушуються геологічні структури масивів гірських порід, виникають кар'єрно-відвальні комплекси, породо- та шламосховища, рови тощо. Змінюються ландшафтні системи на величезних територіях в межах басейну.

Крім руйнування придатних для сільськогосподарського використання земель, існує шумове та вібраційне забруднення. Сила шумового тиску дорівнює у багатьох кар'єрах басейну перевищує 100 dB.

Програмою розвитку вугільної промисловості України передбачено будівництво нових шахт на розвіданих вугленосних площах Західного, Південного і Північного Донбасу, Південно-Західного району Львівсько-Волинського басейну, родовищ бурого вугілля для відкритих робіт Дніпровського басейну і Дніпровсько-Донецької западини. Для цього в Донбасі підготовлено 49 ділянок для будівництва нових шахт, у Львівсько-Волинському – чотири, Дніпровському – вісім родовищ, з них чотири – для відкритих робіт. Експлуатація нових вугільних підприємств внесе зміни в екологічну ситуацію вуглевидобувних басейнів.

Водночас, вуглевидобувні регіони України страждають від підтоплення територій, зокрема населених пунктів, під час закриття шахт, особливо у процесі їх затоплення (мокрої консервації). За умов такої консервації швидкими темпами та на значних площах відбувається надходження високо-мінералізованих шахтних вод до водоносних горизонтів та річкової мережі. Зважаючи на велику кількість вугільних копалень, що закриваються (у 1998 р. - - 12 шахт, 1999 р. – 20, 2000 р. – також 20) екологічна ситуація у регіонах може суттєво змінитися у найближчі роки.

5.2.2. Геоекологічні проблеми залізорудних басейнів. Геоекологічні проблеми, спричинені видобуванням залізної руди, носять комплексний характер. Комплексність проблеми пояснюється розповсюдженням забруднюючих речовин усіма головними шляхами: повітряним (у процесі дроблення, збагачення породи, складування відходів) і водним (у процесі водовідведення з шахт, технологічними стоками під час збагачення).

Екологічний стан у залізорудних басейнах України стрімко погіршується внаслідок:

- ✓ відторгнення родючих земель під гірничі відводи (кар'єри, копальні, відвали, шламонапичувачі тощо);
- ✓ порушення природних гідрогеологічних режимів підземних і поверхневих водотоків, зневоднення значних територій, підтоплення великих площ, засолення ґрунтів, погіршення якості питних, ґрунтових і відкачуваних вод тощо.;
- ✓ запилення й загазованості повітряного басейну і потрапляння у природне середовище негативних хімічних сполук важких металів, сірки, азоту, вуглеводню, оксидів заліза, кремнію та ін.

Значні зміни природного середовища відбулися у Криворізькому залізорудному басейні. Екстенсивна експлуатація родовищ залізних руд у басейні протягом довгого часу зумовила катастрофічне порушення екологічного стану у великому регіоні. У Кривому Розі на вузькій смузі протяжністю понад 100 км розміщена рекордна концентрація гігантських гірничо-видобувних і гірничо-переробних підприємств, де проживає близько 1 млн. осіб. На кожного мешканця припадає майже 2 т шкідливих промислових викидів.

Нині в Криворізькому залізорудному басейні діє 20 експлуатаційних шахт, три дренажних комплекси, шість гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК) з найбільшими в Україні кар'єрами та численні кар'єри по видобутку будматеріалів та інших корисних копалин. Головними джерелами геохімічного забруднення є ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг", Південний, Центральний, Північний, Інгулецький і Новокриворізький ГЗК.

Дев'ять величезних залізодобувних кар'єрів та безліч менших, загальною площею понад 100 км^2, значно зменшують захисні властивості природного середовища. У місцях їх розташування разом із трансформацією природних форм рельєфу виникають від'ємні схилові явища: осипища, зсуви, площинна і лінійна ерозія. Групові вибухи в кар'єрах є одним із найбільш інтенсивних джерел забруднення атмосферного повітря регіону у радіусі

понад 100 км. Виробництво агломерату ГЗК підвищує концентрацію у повітрі сірчаного газу, окису вуглецю і пилу, який вміщує окиси заліза, марганцю, магнію, кальцію, алюмінію, кремнезему, титану, ванадію, фосфору та ін. елементів.

Викиди газу і пилу в атмосферне повітря є неминучими наслідками сучасної технології видобутку залізних руд відкритим способом. Кар'єри, відвали і хвостосховища тільки одного гірничозбагачувального комбінату щорічно забруднюють атмосферу 35 - 39 тис. т пилу.

Незважаючи на зниження обсягів викидів, залізодобувні підприємства надійно посідають чільне місце серед головних джерел забруднення атмосфери. Для Південного і Новокриворізького ГЗК з валовими викидами забруднюючих речовин в атмосферу, що знаходяться в межах 100 - 150 тис. т/рік, радіус дії на атмосферу досягає 20 - 25 км. Середньорічні концентрації забруднюючих речовин перевищують ГДК за пилом у 2,6 - 3,7 рази, NO_2 – у 2,2 - 2,8 рази, фенолом – у 1,7 - 4,0 рази, аміаком – у 1,3 - 4,4 рази, формальдегідом – у 5,5 - 7,3 рази.

Численні потужні вибухи у кар'єрах призводять до утворення газопилової хмари об'ємом 15 - 20 млн. $м^3$. З неї протягом двох – п'яти годин в радіусі до 2 - 6 км випадає 200 - 500 т пилу. Тільки від масових вибухів в кар'єрах п'яти гірничозбагачувальних комбінатів, які проводяться через кожні 7 - 10 діб, на Кривий Ріг щоденно випадає до 500 т пилу, який складається з оксидів заліза, кремнію та ін. хімічних елементів. Під час вибухових робіт використовують в основному тротил, від якого вже давно у світі відмовилися. Внаслідок цього у газопиловій хмарі утворюється значні обсяги токсичних газів ще й від тротилу.

Щорічно в Кривбасі видобувається 190 - 200 млн. т гірничої маси, при цьому у відвали складується 80 - 90 млн. т пустих порід і 60 - 70 млн. т відходів збагачення. Розміри найбільших кар'єрів часто перевищують 3 - 5 км, а їхня глибина сягає 300 - 325 м. У смузі видобутку залізних руд крім великих кар'єрів розташовано багато значно менших. Поблизу кар'єрів розташовані відвали розкривних порід, які займають площі, які сягають багатьох тисяч гектарів. Висота відвалів нерідко перевищує 50 - 80 м, а окремі відвальні пасма простягаються на 2,5 - 3,0 км. Вже сьогодні окремі відвали мають висоту понад 100 м. Збільшення розкривних робіт в останні роки призводить до формування нових відвалів, для яких іноді використовують відпрацьовані кар'єри. На місці таких кар'єрів також проводять водну рекультивацію.

Загальна площа відчужених земель на початок XXI ст. досягла 715,6 тис. га, тоді як площа рекультивованих земель становить 700 га, тобто близько 1 %. Природно-господарські системи у кар'єрах, на відвалах і відстійниках формуються на основі їхнього природного заростання і, у незначній мірі (до 0,5 %) за рахунок фітомеліорації. Лімітуючими чинниками природного заростання є токсичність й висока щільність гірських порід, надмірна або дуже низька зволоженість субстратів. Відкриті поверхні відвалів і відстійників додатково забруднюють атмосферне повітря.

Хвостосховища і шламовідстійники є невід'ємною частиною кар'єрно-відвальних комплексів Кривбасу. Довжина їх змінюється від 4,0 - 5,0 до 10,0 км, а ширина сягає 5,5 км. Частіше за все вони розташовані в балках. З основними формами кар'єрно-відвальних комплексів (кар'єри, відвали, шламовідстійники, хвостосховища) тісно пов'язані допоміжні споруди. Це відвідні та дренажні канали, виїмки для транспортних шляхів, очисні споруди тощо. Води, що акумулюються у шламовідстійниках, безперервно дренуються у гірські породи, викликають підтоплення і засолення родючих земель. Наприклад, дренаж вод з мінералізацією 4 - 5 г/дм^3 з шламовідстійника Інгулецького гірничозбагачувального комбінату складає 14,4 млн. м^3. З цієї кількості 13,3 млн. м^3 перехоплюють й повертають дренажною системою у шламовідстійник, а 1,2 млн. м^3 вод безповоротно втрачаються. У селах, розташованих південніше Інгулецького ГЗК на відстані 10 - 30 км, вода у колодязях стала непридатною для пиття. Загальний обсяг дренажу вод із шламосховищ гірничозбагачувальних комбінатів у Кривбасі, які потрапляють у водотоки та засолюють земельні угіддя оцінюють у 14 - 20 млн. м^3/рік. Окрім цього, криворізькі очисні споруди щодобово переробляють 350 тис. м^3 стічних вод (127,5 млн. м^3/рік), які потрапляють у р. Дніпро не доочищеними.

На відвали розкривних порід і некондиційних залізних руд в Крив басі припадає понад 200 км^2. Останні займають дорогоцінні орні землі, акумулюють значні об'єми атмосферних опадів, що призводить до підтоплення прилеглих ділянок, розвинення зсувів та інших небезпечних екзогенних процесів. Відвали розкривних порід піддаються вітровій ерозії, що спричиняє пилові бурі та хімічне забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод.

Діяльність гірничорудних підприємств Кривбасу викликала суттєві зміни гідрогеологічних умов в межах регіону. Масштаби

цих змін визначаються природними умовами, а також технологічними особливостями гірничих і дренажних робіт, які використовують з метою забезпечення нормальної експлуатації гірничозбагачувальних підприємств. Річки Інгулець і Саксагань сильно зарегульовані.

Актуальною залишається проблема скидання, утилізації та захоронення високомінералізованих шахтних вод, щорічне відкачування яких у ставки-накопичувачі становить понад 50 млн. $м^3$. Вміст солей в них коливається від 4,5 до 23 $г/дм^3$. У Кривбасі із збільшенням глибини видобування багатих залізних руд спостерігається і збільшення степеню мінералізації підземних вод. Шахтні води, особливо хлоридно-натрієві, завдають значної шкоди не лише Криворізькому залізорудному регіону, але й сільськогосподарським угіддям південної частини України. Загальна площа відстійників становить біля 100 $км^2$. Як наслідок антропогенного навантаження на природне середовище є підтоплення значної площі промислово-міської агломерації та прилеглих територій, що складає понад 500 $км^2$.

Вищезгадані геоекологічні чинники позначилися на здоров'ї людей, які населяють регіон. Кількість професійних захворювань у Кривому Розі серед робітників гірничорудної промисловості в 20 - 30 разів вище, ніж в Україні загалом. Природний приріст населення впав з 8,1 до - 3,7 %; дитяча смертність на 5 - 7 % вище, ніж в середньому в Україні. Мешканців пенсійного віку менше, ніж по Україні, а також і по Дніпропетровській обл. За онкологічними захворюваннями Кривий Ріг вийшов на перше місце в Україні.

Передумовою розробки залізних руд з великих глибин є осушення водоносних горизонтів, так як підземні води не дають змогу прокладати шахти на глибинах понад 1 300 м через ймовірність їхнього затоплення. Інтенсивне відкачування підземних вод призвело до виникнення потужної глибиною понад 1 000 м депресійної лійки, яка зумовлює виникнення низки негативних природно-антропогенних процесів, таких як стиснення ґрунтів, осідання поверхні тощо.

Важливим і багатообіцяючим напрямком у галузі комплексної розробки залізорудних родовищ є суміщення процесів видобування і збагачення із розміщенням основних виробництв під землею. Зараз підготовлені проекти створення підземних гірничо-металургійних комбінатів на базі Кременчуцького і Полтавського залізорудних родовищ, причому в останньому випадку збагачува-

льну фабрику передбачено спорудити на глибині 800 - 1 000 м. Всі відходи залишаються в надрах, а на поверхню видається лише готова продукція. Навколишнє природне середовище у районі фабрики практично не зазнає забруднення.

Технологія розробки залізних руд у Кременчуцькому залізорудному басейні подібна до використовуваної у Кривбасі. Однак значно менші розміри гірничопромислових об'єктів і нижчі обсяги розробки залізної руди сприяють формуванню значно менших геохімічних аномалій.

5.2.3. Геоекологічні проблеми нафтогазових родовищ. Сучасні нафтогазові установки залишаються серйозними джерелами забруднення природно-господарських систем. До негативних наслідків, що виникають унаслідок видобування нафти, конденсату і газу, належать: порушення гідрологічного режиму та погіршення якості поверхневих, ґрунтових і підземних вод, забруднення атмосферного повітря, ґрунтового і рослинного покривів. Головними забруднювачами ландшафтних систем є відпрацьовані бурові розчини, буровий шлам, бурові стічні води, горюче-мастильні матеріали, флюїди при аварійному фонтануванні і використанні свердловин, інтенсивні нафтобазо прояви, що виникли унаслідок порушення стану консервації покладів вуглеводнів і герметичності свердловин.

Антропогенний вплив на ландшафтні системи у межах нафтогазоносних басейнів, як результат нафто-газовидобутку, має певні особливості на таких етапах: під час проведення геофізичних робіт і розвідки; під час будівництва свердловин; під час їхньої експлуатації; під час транспортування нафти і газу. Зокрема, при геофізичних дослідженнях найбільша небезпека забруднення пов'язана з буровими і вибуховими роботами та використанням радіоактивних елементів; під час будівництва свердловин – із знешкодженням відходів буріння та аварійними викидами нафти, газу і води; у разі їхньої експлуатації – із забрудненістю нафтою і загазованістю території родовища, що має небезпечні для людини концентрації вуглеводнів; під час транспортування – із забрудненням унаслідок прориву нафто- і газопроводів, втрати сировини залізничним та автотранспортом.

Природні ландшафтні системи на площах нафтогазових родовищ трансформовані унаслідок будівництва бурових майданчиків під нафтові розвідувальні та експлуатаційні свердло-

вини, нафто- і газопроводів, нафтозбірних та газорозподільних пунктів. Будівництво бурових майданчиків супроводжувалося вирубуванням лісу на площі два - три гектари біля кожної свердловини та значним порушенням ґрунтового покриву під час планування майданчиків і будівництва нафтових комор. Будівництво нафто- і газопроводів спричиняє інтенсифікацію лінійної ерозії і площинного змиву. Бурові ями-комори сьогодні не ліквідовані, лише присипані зверху землею, а на деяких свердловинах відкриті й досі.

Загазованість території довкола нафтогазових родовищ виникає внаслідок порушення правил охорони надр і проявляється, як правило, в межах родовищ, іноді розповсюджується на відстані, що вимірюються кілометрами. Небезпечність загазованості полягає в тому, що вуглеводні метанового ряду у певних пропорціях з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші, а окремі вуглеводневі сполуки токсично діють на живі організми і при заміщенні частини кисню в атмосферному повітрі викликають задихання. Шляхами проникнення газів виявляються покинені шурфи, колодязі і свердловини, через які від другої половини XIX ст. здійснювалося видобування нафти й озокериту. Дегазація територій може бути досягнута декількома шляхами, зокрема використанням частини ліквідованих, контрольних і нагнітальних свердловин в якості дегазаційних.

Зупинимося детальніше на аварійних викидах нафти, газу і води. Вони відбуваються, як правило, в зонах розвитку аномально високих пластових тисків. За останні 30 років в Україні відбулося 86 аварійних викидів нафти, газу і води (в Дніпровсько-Донецькій западині – 43, Передкарпатському регіоні – 28 і в Причорноморсько-Кримському – 15), які іноді супроводжувалися пожежами, людськими жертвами, відселенням людей з населених пунктів, втратою свердловин і природних ресурсів, виведенням з ладу значних ділянок родючих земель і величезними матеріальними витратами на їх ліквідацію. Більшість з них відбулося в розвідувальних свердловинах внаслідок порушення технології буріння і випробовування й лише 20 % з причин, що не залежать від виконавців робіт. Під час аварійних викидів пластові флюїди проникають у гірські породи на шляху руху відбувається їх змішування. При цьому забруднюються джерела питної води. В атмосферне повітря викидається велика кількість отруйних речовин (CO_2, H_2S, SO, SO_2 та ін.), які при конденсації пари і високомінералізованої води, що викидається на поверхню, випа-

дають на земну поверхню. Викинута продукція розповсюджується в атмосферному повітрі на значні відстані в аерозольному вигляді, засмічує луки, пасовища, ріллю. З викинутої суміші на ґрунтовий покрив рясно випадають солі, нафтопродукти, буровий розчин з хімічними реагентами.

Аварійне фонтанування нафтобазо-водяної суміші може тривати від декількох діб до двох - трьох років.

Головним негативним природно-антропогенним процесом вважають просідання, зумовлене звільненням простору під час видобування нафти і газу. Відходи буріння, як головне джерело забруднення природно-господарських систем, містять до 10 % нафти і нафтопродуктів, до 60 г/дм^3 забруднюючих органічних речовин, значну кількість розчинних солей, у тому числі таких шкідливих, як іони хлору і натрію, гідрокарбонат-іони. Високий рівень геохімічного забруднення мають підземні і поверхневі води, зокрема у деяких випадках загальна мінералізація, іони хлору та інші гідрохімічні компоненти перевищують ГДК у 3 - 10 разів. Іншою важливою екологічною проблемою вважають забруднення ландшафтних систем природними радіонуклідами.

Передкарпатський нафтогазоносний басейн є найдавнішим нафтодобувним центром України, а в минулому був й найбільшим. На початковому кустарному етапі видобування нафти (до XIX ст.) характеризувалося незначними обсягами та невеликою глибиною розробки покладів. Видобуток здійснювали шляхом влаштування колодязів глибиною 6 - 10 м, із яких відрами черпали нафту. Згодом, відкривши поклади озокериту, розпочали копання глибших копалень (дучок) із проходкою горизонтальних штреків. Це супроводжувалося створенням значних за розмірами підземних порожнин, які часто спричиняли обвали гірської породи та слугували причиною скупчення нафтових газів. Після виснаження запасів нафти у верхніх шарах літосфери розробку покладів призупинили, а непотрібні копальні засипали річковим камінням, що й сьогодні сприяє міграції газів на земну поверхню. Невелика площа і глибина розробки покладів нафти визначали обмежений вплив на природне середовище.

Після запровадження у 1895 р. механічного буріння свердловин та розкриття нафтових покладів у бориславському пісковику розпочався подальший інтенсивніший етап нафтовидобування, коли масштаби впливу на природно-господарські системи суттєво посилилися. Унаслідок відкриття та експлуатації нових родовищ розробка нафти в межах Передкарпатського басейну на початку

XX ст. збільшилась у понад п'ять разів. Однак пізніше обсяги видобутку почали поступово скорочуватися і до 1918 р. зменшилися у три рази. Буріння та обслуговування свердловин супроводжувалося надзвичайно сильним забрудненням ґрунтового покриву, поверхневих, ґрунтових і підземних вод нафтопродуктами унаслідок частих фонтанувань і пожеж.

Геоекологічні проблеми також пов'язані зі зберіганням, транспортуванням і переробкою нафти. Через її надлишок збереження здійснювалося у неізольованих земляних ямах-коморах, що призводило до забруднення ґрунтового покриву, заливання значних площ, потрапляння у водотоки, знищення рослинності, птахів і риби. Лише на початку XX ст. почали будувати металеві резервуари, які дали змогу суттєво зменшити темпи забруднення навколишнього природного середовища.

На межі XIX і XX ст. в Передкарпатті діяло багато різних за потужністю нафтопереробних заводів, що суттєво погіршувало екологічну ситуацію в регіоні. Були випадки, коли русла річок використовували для транспортування чи аварійного відведення нафти. Внаслідок цього вміст нафтопродуктів у воді р. Тисмениця і сьогодні перевищує ГДК.

Особливістю нафтогазових родовищ в Передкарпатському басейні є наявність у їхньому складі найбільших у світі покладів озокериту. Видобування озокериту призводить, з одного боку, до утворення значних порожнин у верхньому шарі літосфери, а з іншого – до формування насипів породи на земній поверхні. Багаторічне нагромадження відходів зумовило осідання і заболочення поверхні та утворення водойм, заповнених дощовими водами та рідкими відходами переробки руди. Сьогодні озокеритові шахти затоплені, що призвело до ускладнення екологічної ситуації у Бориславі, а самі зміни гідрогеологічних умов зумовили розвиток суфозійних процесів і підтоплення у районі копалень та вплинули на міграцію нафти і газу.

З більш ніж 130-річною розробкою покладів нафти і газу в Передкарпатті пов'язана низка геоекологічних проблем. Зокрема, в Бориславі побудовано дуже багато будинків та інших споруд на старих, вже давно ліквідованих свердловинах і копальнях, по яких у підвальні приміщення надходить метан, що робить їх вибухонебезпечними. Через негерметичність старі свердловини є неконтрольованими джерелами забруднення природного середовища флюїдами. Водночас у районі Дрогобича і Борислава викопано понад 100 не гідроізольованих котлованів-комор місткістю

понад 10 тис. м^3, що слугували резервуарами нафти, відходів буріння чи нафтового бруду та які й сьогодні суттєво забруднюють ландшафтні системи. Екологічно небезпечною є існуюча сьогодні система трубопроводів між експлуатаційними свердловинами та нафтозбірними пунктами. На кожній свердловині три-чотири рази на рік виникають аварійні ситуації з проривами та викидами нафти на земну поверхню.

5.2.4. Геоекологічні проблеми розробки сірчаних і соляних родовищ. В останні десятиріччя на соляних і сірчаних копальнях західних областей України склалася катастрофічна екологічна ситуація. Експлуатація копалень призвела до багатомільйонних збитків, загрози здоров'ю і погіршення умов проживання людей, зниження біологічного розмаїття. Недосконала технологія розробки родовищ з використанням традиційних методів без особливих урахувань екологічних вимог зумовила прискорення процесів вилуговування сульфатів, призвела до активізації розчинення галоїдів, просідання земної поверхні, провалоутворення, ерозії, суфозії та ін. Масштаби проявів карстових й супутніх процесів у районах розроблення сірчаних і соляних родовищ величезні. У зонах провальної небезпеки опинилися не лише території кар'єрів і шахт, але й чималі ділянки за їх межами.

Передкарпатський сірконосний басейн. Різке посилення таких техногенних навантажень, як розробка родовищ самородної сірки, гіпсів, глин, мінеральних вод, побудова гідротехнічних споруд, і промислово-міських агломерацій зумовили в Передкарпатському сірконосному басейні появу техногенних форм, зокрема зсувів, техногенного рельєфу, активізацію карстових процесів, забруднення довкілля тощо.

Недосконала технологія видобутку самородної сірки на Яворівському, Подорожненському, Роздільському родовищах і глин на Розвадівському призвела до трансформації природного середовища і формування нових факторів розчинення сульфатних порід. Природно техногенна система Язівського родовища сірки характеризує умови техногенної активізації сульфатного карсту, його механізм і динаміку на стадії ліквідації виробництва. Експлуатацію цього родовища здійснював Центральний кар'єр (потужністю 8,15 млн. т сірчаної руди) і Південний (2,7 млн. т). Активне видобування самородної сірки відкритим способом на Язівському

родовищі здійснювали вийманням корисної копалини на площі понад 10 км^2 на глибину до 80 - 100 м та відкачування підземних вод, що супроводжується формуванням депресійної лійки, зміною русел річок, створенням дренажних систем, будівництвом водосховищ, трьох хвостосховищ, трьох зовнішніх відвалів, гідровідвалу площею 80 га, техногенного комплексу переробки сірки, залізниць та автодоріг, пульпопроводів, хвостопроводів тощо. Гірничими роботами порушено близько 7 тис. га земельних угідь.

У межах Передкарпатського сірконосного басейну найпоширенішими є такі екзогенні процеси, як заболочення, площинна, бокова і лінійна ерозія, карст. У місцевостях плоских міжпасмових днищ річкових долин, заплав і низьких терас переважають процеси заболочення і бокової ерозії. Для місцевостей хвилястих рівнин властивими є площинний змив і карст, а для крутосхилих структурно-денудаційних височин – лінійна ерозія і карст.

Роздільське та Яворівське ДГХП "Сірка" були одними з найбільших забруднювачів навколишнього природного середовища в Західному регіоні України. Видобування самородної сірки завершено і нині підприємства не функціонують. Тут накопичено біля 2 млрд. т гірничопромислових відходів, а під їхнє складування зайнято 2,5 тис. га земельних угідь.

Унаслідок проведення кар'єрного видобутку і підземної виплавки сірки в Передкарпатському сірконосному басейні сформувалися два типи порушень літогенної основи ландшафтних систем – кар'єрно-відвальний та підземно-пустотний. Вони мають певну специфіку формування геоекологічних проблем, розвитку небезпечних екзогенних процесів, поширення геохімічного забруднення тощо.

Кар'єрно-відвальному типу порушень природно-господарських систем відповідає докорінна зміна верхніх горизонтів літосфери, ґрунтово-рослинного покриву, забруднення та зміна рівня поверхневих і підземних вод та інших компонентів ландшафтних систем, активізація негативних екзогенних процесів (карстово-провальних, абразійних, зсувних, ерозійних, затоплення і заболочення) тощо.

У зв'язку з розробкою родовищ самородної сірки відкритим способом почали інтенсивно розвиватися депресійні лійки регіонального масштабу, радіус яких сягав 18 - 20 км і збігався з межею максимального поширення геомеханічних порушень. Унаслідок водовідвідних та осушувальних робіт у межах сірчаних кар'єрів рівень водоносних горизонтів знизився до 40 - 86 м. Вода

зі сірчаних родовищ являла собою суміш сучасних і давніх морських вод зі збільшеною загальною мінералізацією (до 3,6 г/дм^3), у тім числі 1,0 - 1,2 г/дм^3 сульфатів. Крім того, у відкачуваній воді містилося до 35 - 75 мг/дм^3 сірководню, а розчинений кисень у воді повністю відсутній.

У межах зони впливу Язівського сірчаного кар'єру внаслідок пониження рівня поверхневих вод у карстонебезпечних районах відбувалася активізація сульфатного карсту. Розвиток депресійної лійки і карсто-провальних процесів суттєво впливає на мінеральні джерела санаторію "Шкло", особливо лікувальної води "Нафтуся". На окремих ділянках Язівського родовища відмічені втрати стоку річок Шкло і Терешка; пересохли озера, понизились рівні води в колодязях, осушилися заболочені долини річок. Перші і найбільші провали внаслідок відкритого розроблення сірчаних руд з'явилися у долині р. Шкло в районі санаторію. Надалі цей процес активізувався на північний і південний схід у долинах річок Терешка і Гноєнець. Захоплення нових територій супроводжувалося розчиненням в її межах порід і насиченням підземних вод, що зменшувало їх подальшу агресивність і сприяло тимчасовій стабілізації провалоутворень.

Підземні природно-історичні та техногенно-активізовані карстові форми різко переважають над поверхневими. Механізм провалоутворень залежить від літологічного складу і потужності покривних порід та гідрогеологічних умов. Лійки утворюються унаслідок карстово-обвальних, карстово-ерозійних, змішаних провалів і просідання земної поверхні. У плані вони переважно чашо- і блюдцеподібні, рідше – конусоподібні (на початковій стадії розвитку). Великі карстові лійки є результатом повторних провалів і просідання земної поверхні. На окремих ділянках карстові лійки об'єднані загальним пониженням у карстові поля.

На схилах довкола кар'єру і на зовнішніх відвалах активізувалися зсувні процеси. Найбільше зсувне тіло шириною понад 1 км сформувалося на східному борті кар'єру. Останнім часом зсув призупинено й частково рекультивовано. Крім прямого впливу кар'єру іншого техногенного навантаження на розвиток екзогенних геологічних процесів не спостерігається. Водночас відвали, промислові площадки, які займають до 15 % території, загалом негативно діють на навколишнє природне середовище, що потребує детального вивчення.

Видобуток сірки відкритим способом потребував зміни русел річок і створення додаткових дренажних систем; будівництва

водосховищ, що запобігають затопленню кар'єру; будівництва відвалів, хвостосховищ, гірничопромислових об'єктів для перероблення і збагачення сірки, залізниць, автошляхів, трубопроводів тощо. Все це повністю змінило гідрологічний режим території і призвело до розвитку таких негативних природно-антропогенних процесів, як підтоплення і заболочення. Геоекологічна ситуація суттєво змінилася після того, як розпочато затоплення сірчаних кар'єрів. Паралельно проведено роботи з виположення схилів, створення пляжів та водовідвідних каналів. Водночас це призвело до суттєвої активізації абразійних та ерозійних процесів на новостворених водоймах.

Підземно-пустотний тип антропогенних впливів на ландшафтні системи зумовлює трансформацію літосфери на глибинах понад 100 м, спричиняє зміну режиму підземних вод, активізацію просадочних, карстопро-вальних та інших геодинамічних процесів. Крім того, відбувається інтенсивне забруднення ґрунтово-рослинного покриву, поверхневих, ґрунтових і підземних вод та атмосферного повітря. Під час роботи рудників підземної виплавки сірки щомісяця в рудоносні шари закачували 700 - 800 тис. м^3 теплої води у вигляді теплоносія, унаслідок чого відбувався гідроліз сірки. Подача теплоносія призводила до порушення залягання гірських порід, а відповідно, просідання земної поверхні (до 3 - 5 м), що зумовлювало прояв цілого спектра несприятливих процесів, особливо підтоплення і заболочення.

Передкарпатський соленосний басейн. Важливими чинниками впливу на навколишнє природне середовище соляних родовищ стало створення своєрідного техногенного рельєфу: формування підземного виробленого простору, складування розкривних порід у відвалах та промислових відходах, у хвостосховищах тощо. На сьогодні значний спад виробництва калійних добрив у Передкарпатті загалом зумовлено низкою негативних наслідків відпрацювання солей: зсувами і проривами дамб хвостосховищ; просіданням і скупченими провалами земної поверхні; руйнуванням кріплень у шахтних стовбурах, горизонтальних виробках і сполученнях; нерівномірним непланови м відпрацюванням покладів; потраплянням поверхневих вод і ненасичених розсолів в гірничі виробки.

До головних геоекологічних проблем у межах Передкарпатського соленосного басейну належать: засолення ґрунтового покриву у процесі фільтрації солей з хвостосховищ та під час

розвіювання пиловидних соляних відходів з кар'єрів і відвалів, виснаження і забруднення запасів підземних вод у результаті їхнього прориву у гірничі виробки, активізація процесів карсто-провалення та осідання земної поверхні.

Соляний карст на Стебницькому родовищі калійних солей пов'язаний з проривом надсольових вод гіпсо-глинистої шапки і четвертинних водоносних горизонтів у гірничі виробки через тріщини, утворені при буро-бухових роботах, у місцях розкриття "соляного дзеркала" та зон гіпергенно змінених порід. Небезпека порушення гідрогеологічного режиму на родовищі виникла ще при проведенні геологорозвідувальних робіт. Пройдені в соляному тілі свердловини і закладені шахтні стовбури сприяли внаслідок неналежної гідроізоляції гідравлічному зв'язку між агресивними водами й соленосними відкладами.

Пониження гірничими виробками місцевого базису дренажу посилило динамічність надсольових вод і призвело до порушення протикарстової рівноваги практично на всіх соляних копальнях Передкарпаття. Наявність водонасичених горизонтів надсольових вод зробило перебіг карстових процесів у солях надзвичайно високоактивним.

Розробка родовищ калійних солей спричинила прогин поверхні, утворення підземних і поверхневих карстових форм, кількість та інтенсивність яких, незважаючи на припинення гірничих робіт через складні гідрогеологічні умови, зростає у часі. За період існування Стебницьких копалень утворилося понад 30 млн. м^3 підземних порожнин, більшість яких не заповнена, що призвело на окремих ділянках до інтенсивної деформації міжкамерних цілків і може викликати їх руйнацію та порушення водозахисної товщі.

Складність екологічної ситуації на Стебницькому родовищі калійних солей зумовлена насамперед його гідрогеологічними умовами. Найбільш загрозливе становище склалося на руднику № 2, де в листопаді 1978 р. стався прорив надсолевих вод та утворилася депресійна лійка розміром 600×1 300 м, яка простяглася уздовж автомобільної дороги Львів – Труска вець. У центральній частині лійки рівні вод понижені на глибину 20 - 50 м.

Протягом усього часу існування "течії" відмічається зростання загального розсолопрояву в гірничі виробки до 750 - 800 м^3/добу при відповідному зменшенні середньої мінералізації розсолів. За масою винесених солей утворилося 508,4 тис. м^3 карстових порожнин, відмічено дуже небезпечні викиди в гірничі виробки

глинистої маси типу "плывуна". Збільшення у часі припливів агресивних вод у гірничі виробки на Стебницькому родовищі посилило формування карстових форм. Карстові явища порушили цілісність функціонуючих споруд і будівель, інженерних комунікацій. У зв'язку з цим, території шахтних полів м. Стебник слід визнати як зони підвищеного екологічного ризику. Для збереження стійкості земної поверхні в закарстований масив запомповано 156,6 тис. м^3 глинисто-цементного матеріалу.

В околицях Стебницького ДГХП "Полімінерал" існує засолення поверхневих і підземних вод, головним джерелом якого є хвостосховище підприємства. Значне засолення ґрунтів відбулося під час аварії у вересні 1983 р., коли унаслідок руйнування дамби з хвостосховища у водотоки прорвалося 5 млн. м^3 високомінералізованих розсолів. У напрямку руху розсолів відбулося засолення вод на відстань десятків і навіть сотень кілометрів. Ареали засолення ґрунтових вод зафіксовано у місцевості рівних днищ річкових долин у районах сіл Раневичі, Почаєвичі та Михайлевичі Дрогобицького району Львівщини, де мінералізація сягала 10 - 14 г/дм^3. Сьогодні значні геоекологічні проблеми виникають в околицях хвостосховища. Зокрема, станом на 1994 р. критичний рівень промислових відходів тут перевищував 3 - 5 м, що збільшувало ризик повторного прориву хвостосховища. Тому з аварійної копальні щорічно доводиться скидати у річку близько 1 млн. м^3 розсолу, що утворювався у результаті випадання дощів на соляну поверхню.

Під час розмивання та обвалювання соляних камер існує ризик виникнення сейсмічної хвилі інтенсивністю понад 5 - 8 балів за шкалою Мєдвєдєва. Це може призвести до катастрофічних наслідків, а саме до руйнування житлових будинків, промислових споруд (у тім числі прориву дамби Стебницького хвостосховища), санаторно-курортних закладів.

Після аварії на Стебницькому хвостосховищі обсяг виробництва зменшили, а підприємство стало збитковим. Рудник № 2 підтримували в стані сухої консервації, а з 2003 р. розпочалося затоплення рудника розсолами, відповідно до проекту ВАТ "Гірхімпром". На сьогодні в роботі залишився рудник № 1, руду якого використовують для виробництва сиромеленого каїніту та інших калійних добрив.

Серед інших негативних природно-антропогенних процесів у межах Стебницьких соляних родовищ потрібно наголосити на процесах осідання території. Останніми роками простежується

поступове згасання цих процесів. Геохімічне забруднення природного середовища довкола соляних копалень, головно, пов'язане з процесом їхнього інтенсивного засолення. Засоленість ґрунтів, поверхневих, ґрунтових і підземних вод створюють такі хімічні елементи, як хлор, натрій, кальцій, магній і калій. Унаслідок видобутку і збагачення калійних, магнієвих та кухонних солей на Стебницькому ДГХП "Полімінерал" у хвостосховищі і відвалах накопичено 7,6 млн. м³ токсичних відходів, переважно високомінералізованих глинисто-сольових шламів і розсолів, що займають площу близько 206 га. Передбачено розчинення солей хвостосховища для приготування розсолу, яким буде затоплено рудник № 2. Після цього хвостосховище буде перетворене в озеро, придатне для відпочинку.

Основними екологічно небезпечними об'єктами у межах Калуських соляних родовищ є Домбровський кар'єр, шахтні поля підземного видобутку калійних солей, хвостосховища хімічної фабрики, солевідвали кар'єру. Експлуатація кар'єру до 1985 р. проводилася згідно з технічним проектом, він виступав світовим прикладом видобування калійних солей у складних гідрогеологічних і кліматичних умовах Прикарпаття. Однак, через гонитву за плановими показниками видобування калійних солей, екологічний стан почав погіршуватися. У 2003–2005 рр. екологічна ситуація в районі кар'єру ще більше ускладнилася при руйнуванні внутрішньокар'єрного поля і з'єднання його з дренажною траншеєю, що призвело до активізації карстових процесів. Поступлення вод у кар'єрну виїмку зросло у два рази і лише за рахунок атмосферних опадів становить 2,5 млн. м³ щорічно. Окрім цього, із припиненням відкачування дренажних вод приток води з гравійно-галькового водоносного горизонту потрапляє до Домбровського кар'єру. Таким чином, загальний приплив вод у кар'єр, за приблизними розрахунками, зараз становить близько 4 млн. м³/рік.

Через декілька років рівень розсолів може з'єднається з рівнем водоносного горизонту гравійно-галькових відкладів. Це призведе до виникнення небезпечної екологічної ситуації регіонального рівня, внаслідок сольового забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунтів, відновляться карстові процеси і просідання земної поверхні, встановиться гідравлічний зв'язок між кар'єром і шахтними полями. Сольове забруднення може досягти р. Лімниці та водозабору для м. Калуша. Основним заходом щодо зменшення

впливу Домбровського кар'єру на природне середовище є ліквідація дренажної траншеї об'ємом 2 млн. м^3 шляхом засипки її глинистими породами та ізолювання кар'єру від припливу поверхневих і ґрунтових вод.

Відчутний вплив на засолення поверхневих і підземних вод при відкритій розробці калійних солей мають розкривні породи Домбровського кар'єру, представлені легкорозчинними соленосними глинами. Вміст хлористого натрію в породах доходить до 70 %. Загальна площа солевідвалів становить 82,4 га. У відвали накопичено близько 40 млн. т порід.

Після видобування калійних руд довкола Калуша залишилися виробок трьох шахт: "Калуш", "Голинь" і "Ново-Голинь". Над виробленими територіями копалень відбувається просідання земної поверхні (до 6 - 11 мм/рік), яке супроводжується утворенням провальних ям, підтопленням і заболоченням. У зоні шахтних полів розміщено 1 145 житлових будинків і понад 100 промислових об'єктів.

Потенційно небезпечним об'єктом для природного середовища є хвостосховище № 2, що вимагає негайного вирішення. Під час випадання інтенсивних опадів можливе переливання розсолів через тіло дамби, що спричинить її руйнування та вилив великої кількості розсолів у зовнішні водойми. Вздовж хвостосховища розвиваються карстові процеси, які призводять до утворення просідання та фільтрації розсолів через тіло дамби, що спричиняє забруднення навколишнього середовища. Прорив розсолів з хвостосховища може призвести до непередбачуваних негативних явищ, аналогічних аварії на Стебницькому хвостосховищі.

Серед інших геоекологічних проблем виділимо засолення ґрунтових вод та можливість прориву поверхневих вод у рудник "Калуш". Площа ареалів досягає 25 - 50 га з мінералізацією вод 10 - 27 г/дм^3. У багатьох криницях Калуша вміст хлоридів перевищує ГДК у 4 - 6 разів, а сухого залишку – 3,4 - 4,4 рази.

Площі в межах впливу соляних копалень в Україні віднесені до зон підвищеного інженерно-геологічного ризику, з потенційно високою вірогідністю розвитку інтенсивного карсту на різних стадіях функціонування природно-техногенних систем: експлуатації, ліквідації і постліквідації. Внаслідок нераціональної експлуатації соляних покладів та постексплуатаційних процесів регенерації природного середовища активізація карсту призвела до різкого зростання загрози життєдіяльності на окремих ділянках. Прик-

ладом можуть спугувати небезпечне руйнування гірничого масиву над підземними виробками рудника ім. Шевченка Артемівського родовища кам'яної солі, яке триває від 1942 р. до сьогодні, затоплення кар'єру та шахт у Капуші і рудника № 2 в Стебнику (Передкарпаття), катастрофічні провали в Солотвино (Закарпаття), що спричинило втрату основних сировинних запасів та граничне загострення екологічної ситуації на окремих ділянках.

Шість перших рудників на Солотвинському соляному куполі затоплено ще у XIX ст. у результаті проривів бокових і поверхневих вод. Активний розвиток карстових процесів почався з етапу систематичного використання дренажу надсольових вод і розсолів. Дренаж на початку освоєння підземних виробок рахувався єдиним відомим методом захисту гірничих виробок від надсольових і бокових вод. Однак на земній поверхні над ділянками дренажних штреків почали активно утворюватися карстові просадки і провали. Найбільша кількість карстових форм приурочена до зони коливання рівня розсолів при їх відкачуванні. Потужність цієї зони в районі шахти № 8 (на сьогодні затопленої) складала 2 - 3 м. За роки експлуатації поверхня Солотвинського соляного купола перетворилася на суцільне карстове поле просадок, провалів та глибоких карстових озер.

Завершуючи аналіз геоекологічних проблем в основних гірничопромислових регіонах України, можна зробити однозначний висновок про нагальну потребу їх вирішення, насамперед у районах виникнення катастрофічних екологічних ситуацій. На значну увагу заслуговують як конструктивно-географічні заходи стосовно зменшення рівнів забруднення природного середовища, особливо в зонах найбільших геохімічних аномалій, так і заходи, спрямовані на послаблення активності негативних екзогенних процесів.

Контрольні запитання і завдання. *1. Що Ви розумієте під охороною і раціональним використанням надр? 2. Що таке екологічна реабілітація гірничопромислових територій? 3. Як Ви розумієте синтетичні ландшафтно-екологічні проблеми? 4. Охарактеризуйте основні геоекологічні проблеми вугленосних басейнів. 5. Що Вам відомо про екологічний стан залізорудних басейнів України? 6. Опишіть наслідки антропогенного впливу на ландшафтні системи в нафтогазоносних областях. 7. Які геоекологічні проблеми створені в сірконосних та соленосних басейнах України?*

ЛІТЕРАТУРА

1. *Адаменко О. М.* Екологічна геоморфологія: [підручник] / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько, І. П. Ковальчук. – Івано-Франківськ: Факел, 2000.

2. *Альмов А. Н.* Минеральные ресурсы Украины и проблемы комплексного их использования / А. Н. Алымов. – К.: Наук. думка, 1987. – 187 с.

3. *Бент О. Й.* Екологічний ризик використання надр в Україні / О. Й. Бент, В. П. Іванчиков // Актуальні проблеми екології України. – К.: Надра, 1997. – С. 3–4.

4. Вивчення впливу дії промислових підприємств Прикарпаття на навколишнє середовище для розробки заходів по його охороні / [Корінь С. С. та ін.]. – Калуш, 1993.

5. Геоэкология Криворожского региона и мероприятия по её улучшению / Г. М. Малахов, В. А. Храмцов, С. И. Сиволобов. – Кривой Рог, 1993.

6. Горное дело и окружающая среда: [учебник]. – М.: Логос, 2001.

7. *Дикий Я. М.* Оцінка екологічного стану геологічного середовища Червоноградського гірничопромислового району і умов водопостачання / Я. М. Дикий. – Львів: ДГП "Західукргеологія", 1999. – 63 с.

8. *Дідула Р.* Вплив нафтовидобутку на еколого-геоморфологічну ситуацію у Бориславі / Р. Дідула // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. – 2003. – Вип. 29. Ч. 2. – С. 156–160.

9. Екологічна геологія: підручник / за ред. М. М. Коржнєва. – К.: ВПЦ „Київський університет", 2005. – 257 с.

10. *Зарайский В. Н.* Рациональное использование и охрана недр на горно- добывающих предприятиях / В. Н. Зарайский, В. И. Стрельцов. – М.: Недра, 1987. – 293 с.

11. *Іванов Є.* Геоекологія Нововолинського гірничопромислового району: монографія / Євген Іванов, Іван Ковальчук, Оксана Терещук. – Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2009. – 208 с.

12. *Іванов Є.* Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій / Є. Іванов. – Львів: Видав. центр Львів. ун-ту, 2009. – 371 с.

13. *Іванов Є.* Еколого-географічна ситуація у межах Бориславського нафто-газового району / Є. Іванов // Праці наукового товариства ім. Шевченка. Т. XI. – Львів: Наук. т-во ім. Шевченка, 2003. – С. 193–195.

14. *Іванов Є.* Ландшафти гірничопромислових територій / Є. Іванов. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 2007. – 332 с.

15. *Іванов Є.* Огляд досвіду аналізу еколого-ландшафтних проблем гірничо-промислових територій / Є. Іванов // Наук. зап. Терноп. педун-ту. Серія: географія. – 2002. – № 2. – С. 152–155.

16. *Ковальчук І. П.* Геоекологічний аналіз гірничопромислових

систем західно-українського пограниччя / І. П. Ковальчук, Г. І. Рудько // Вісник Львів. ун-ту. Серія: географія. – 1997. – Вип. 2. – С. 8–16.

17. *Коржнєв М. М.* Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничовидобувних регіонів України / [М. М. Коржнєв, В. С. Міщенко, В. М. Шестопалов, Є. О. Яковлєв]. - К : РВПС України, 2000. - 75 с.

18. *Красавин А. П.* Защита окружающей среды в угольной промышленности / А. П. Красавин. – М.: Недра, 1991.

19. *Мандрик В. О.* Екологічні проблеми гірничодобувних підприємств Львівсько-Волинського басейну і шляхи їх вирішення / В. О. Мандрик // Науковий вісник УДЛУ. – 2004. – Вип. 14.7. – С. 347–350.

20. *Михайлов А. М.* Охрана окружающей среды на карьерах / А. М. Михайлов. – К.: Вища школа,1990. – 263 с.

21. *Руденко Л. Г.* Проблеми природокористування в гірничодобувних районах України / *Л. Г. Руденко*, В. П. Палієнко, М. Є. Варцевський та ін. // Укр. географ. журнал. – 2005. – № 3. – С. 18–23.

22. *Рудько Г. І.* Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничо-промислових і нафтогазових комплексів / Г. І. Рудько, Л. Є. Шкіца. – Ів.-Фр.: ЗАТ Нічлава, 2001. – 525 с.

23. *Рудько Г. І.* Техногенна екологічна безпека територій соляних і сірчаних родовищ Львівщини / Г. І. Рудько, М. Бондаренко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності: наук.-техн. журнал. – 2001. – № 7. – С. 68–75.

24. *Рудько Г. І.* Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища (наукові та методичні основи): монографія / Г. І. Рудько. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2001.

25. *Сивий М.* Географія мінеральних ресурсів України: монографія / М. Сивий, І. Паранько, Є. Іванов. - Львів: Простір М, 2013. - 683 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Рис. А.1. **Компонентна структура підсистеми "Паливно-енергетична і хімічна сировина - ГПВ"**

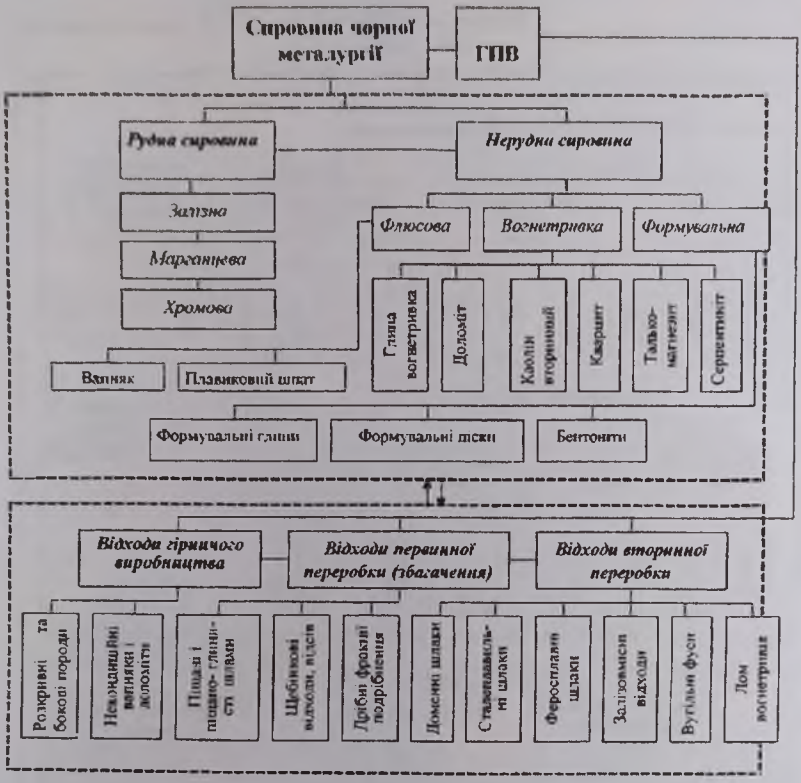

Рис. А.2. **Компонентна структура підсистеми "Сировина чорної металургії - ГПВ"**

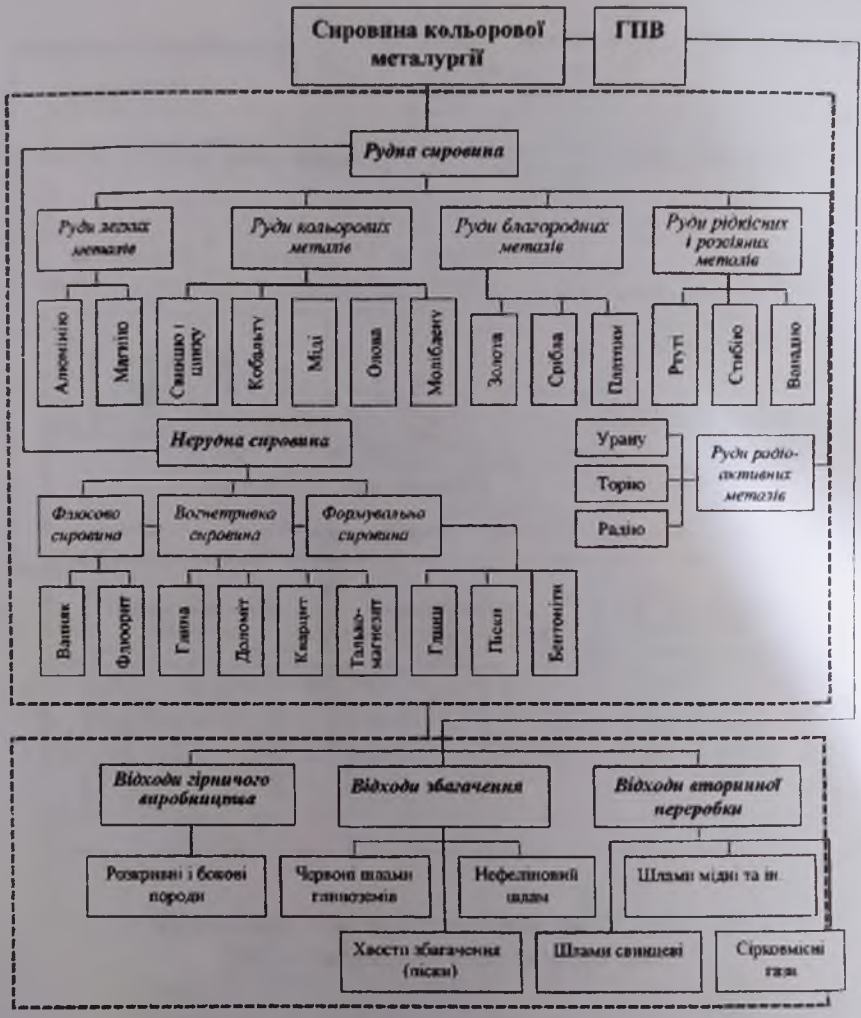

Рис. А.3. Компонентна структура підсистеми "Сировина кольорової металургії - ГПВ"

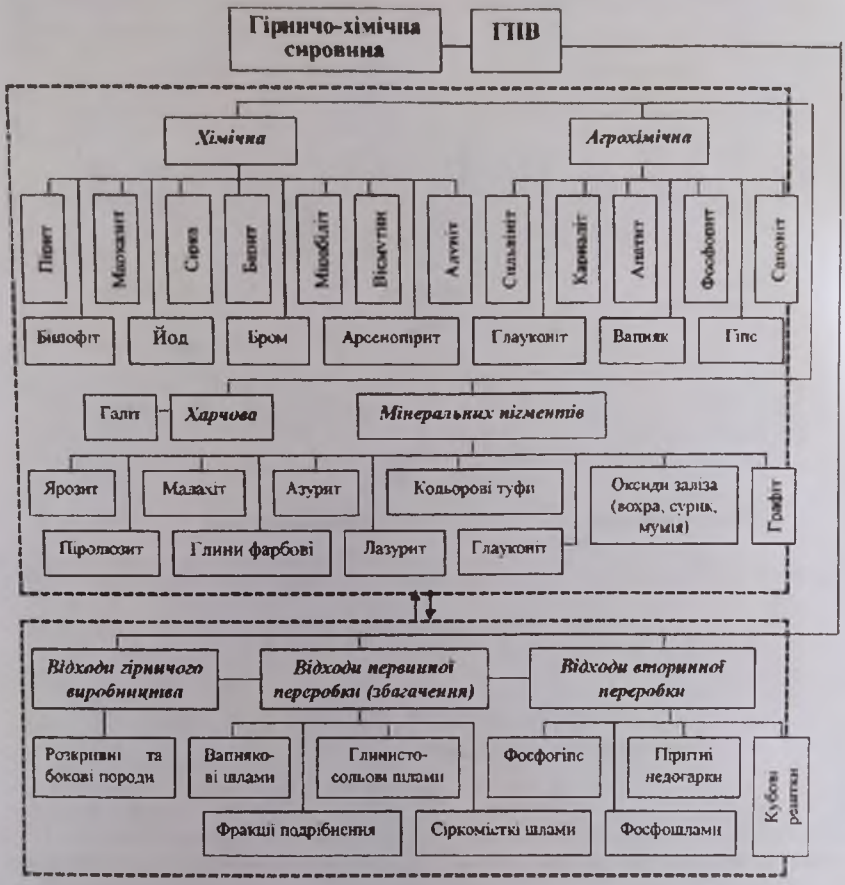

Рис. А.4. **Компонентна структура підсистеми "Гірничо-хімічна сировина - ГПВ"**

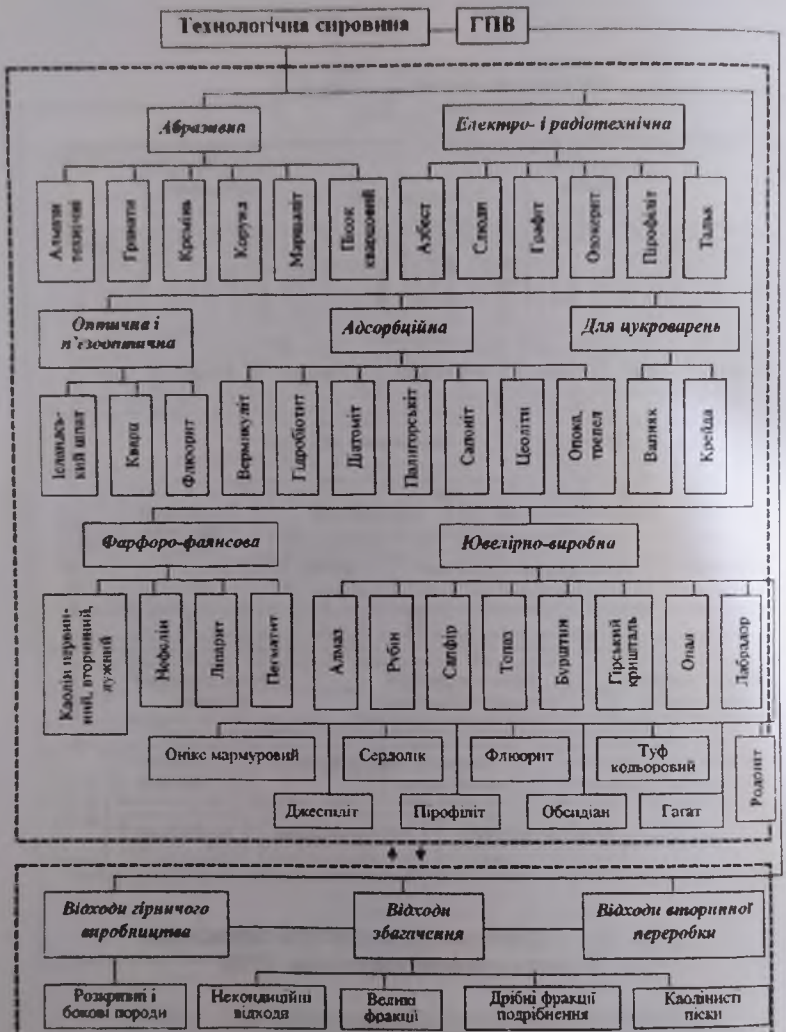

Рис. А.5. **Компонентна структура підсистеми "Технологічна сировина - ГПВ"**

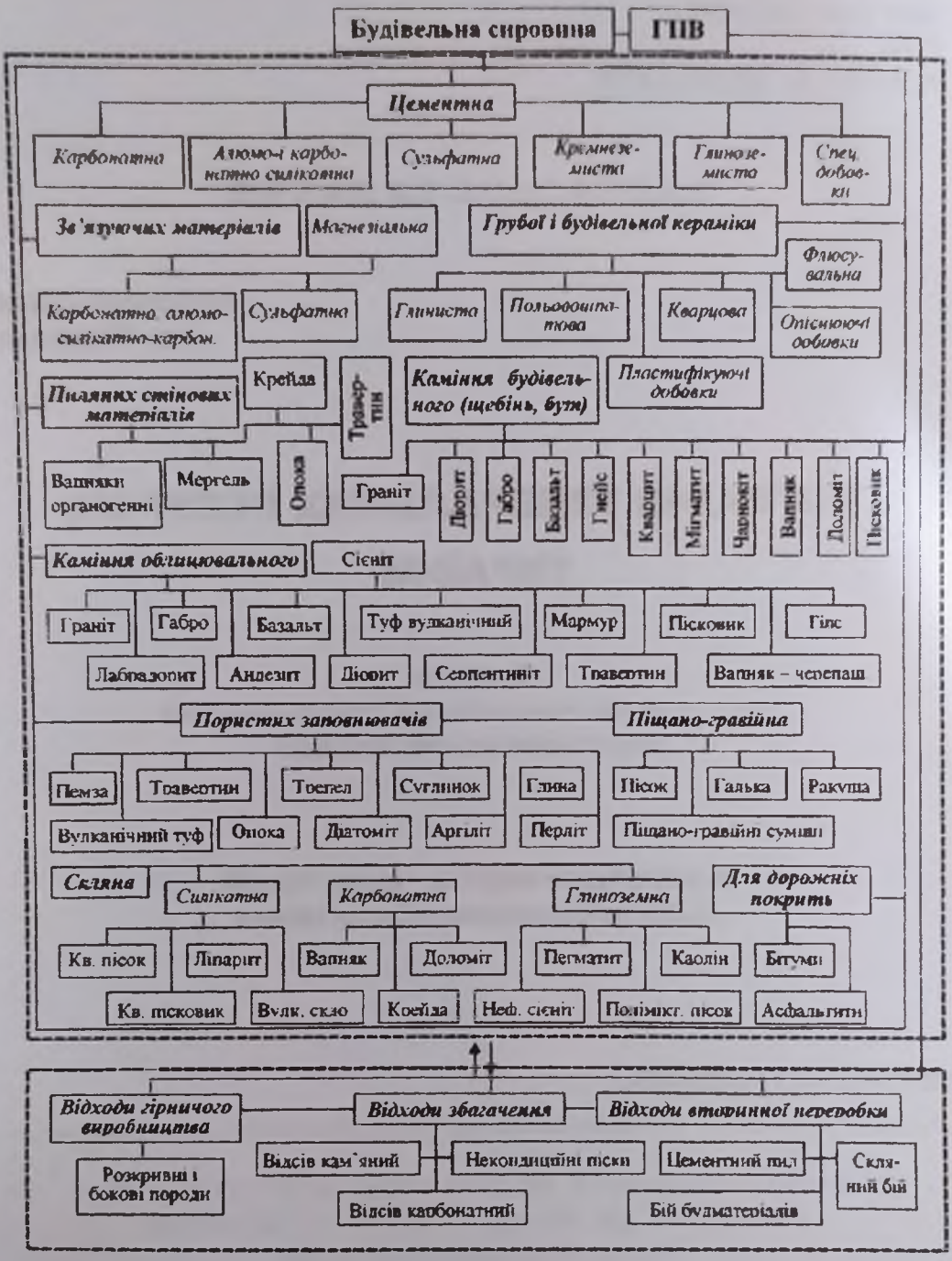

Рис. А.6. **Компонентна структура підсистеми "Будівельна сировина - ГПВ"**

ББК Д88 (45УКР)
С34
УДК 911.9 : 553.04 (477)

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Мирослав Сивий
Ігор Паранько

ГЕОГРАФІЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

Посібник
для студентів географічних спеціальностей
вищих навчальних закладів

Комп'ютерна верстка - Ірина Чорній
Дизайн обкладинки - Євген Іванов

ISBN 978-617-595-046-3

Підписано до друку 09. 06. 2015 р. Формат 60×90/16, папір
Умовн. друк. арк. Наклад 100 прим. Замовлення №
Редакційно-видавничий відділ
Тернопільського національного педагогічного університету
імені В. Гнатюка, видавничий відділ ТНПУ 46027,
М. Тернопіль, вул М. Кривоноса 2
Свідоцтво про реєстрацію ДК № 2043 від 23.12.2004р.

911.3:553.04(477)(075.8)
С 34

Мирослав Сивий
Ігор Параньо

ГЕОГРАФІЯ МІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ