

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 502.064:622.22.072 (497.86)

Адаменко Я.О., Мандрик О.М.,

Знак М.С., Лопушняк Я.І., Коншина А.О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Горбачевський З.Б.

ДП "Богородчанінафтогаз"

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ У МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ НАФТОГАЗОВИХ ПРОМИСЛІВ БОГОРОДЧАНСЬКОГО РАЙОНУ

Пропонується цільова екологічна програма охорони навколишнього природного середовища в межах нафтових промислів Богородчанського району, яка містить організаційні, охоронні, захисні, ресурсозберігаючі природоохоронні заходи. Авторами розглянуто та проведено різні види моніторингу за станом навколишнього середовища та запропонована принципіальна схема організації системи екологічного моніторингу на основі чотирьох дослідних ділянок.

Ключові слова: цільова екологічна програма, нафтогазові родовища, природоохоронні заходи.

Предлагается целевая экологическая программа охраны окружающей природной среды в рамках нефтяных промыслов Богородчанского района, которая включает организационные, охранные, защитные, ресурсосохраняющие природоохранные мероприятия. Авторами рассмотрено и проведено разные виды мониторинга за состоянием окружающей среды и предложена принципиальная схема организации системы экологического мониторинга на основе четырёх исследовательских участках.

Ключевые слова: целевая экологическая программа, нефтегазовые месторождения, природоохранные мероприятия.

The given article deals with the description of the ecological program of guarding the natural environment within the framework of oil fields of Bogorodchanu region, which includes organization, guard, protection, resources protecting measures, is examined in the article. It was considered authors and different types of monitoring are considered after being the environment and principle chart of characterization the system of the monitoring on the basis of four is offered research areas.

Keywords: aimed ecological program, oil-gas measures, nature protected measures.

Актуальність проблеми. Питання вуглеводневого забруднення навколишнього природного середовища у межах територій нафтогазових промислів, зокрема, підземних і поверхневих вод, ґрунтів і повітря пов'язані з негативним впливом вуглеводнів на систему життєдіяльності та функціонування населених пунктів, розташованих в межах гірничих відводів.

Вуглеводні мають токсичні властивості, що негативно впливає на здоров'я людей, а порівняно незначні витоки вуглеводнів здатні створювати пожежо- та вибухонебезпечні ситуації в житлових та виробничих зонах, розміщених поблизу нафтогазових родовищ. Загазованість навколишнього природного середовища може бути пов'язана як з існуванням самих нафтогазових родовищ, так і наслідком виробничої діяльності підприємств нафтогазової галузі. Як відомо, перші нафтові родовища на Прикарпатті були відкриті більше 100 років тому завдяки поверхневим нафтогазопроявам, а наслідки впливу на навколишнє середовище від розробки цих родовищ, наприклад Битківського, Бориславського, Східницького, відчуються і сьогодні.

Об'єкт дослідження. Об'єктами підвищеної небезпеки на території Богородчанського району Івано-Франківської області є розташовані тут старі нафтогазові промисли "Майдан", "Наdejда",

“Ропи”, “Дзвиняч”, на території яких знаходяться населені пункти Міжгір'я, Луквиця, Богрівка, Яблунька, Кричка, Пороги, Кривець, Дзвиняч, Солотвино, Космач, Росільна.

Проведені обстеження територій старих нафтопромислів і прилеглих до них ділянок сіл Дзвиняч, Яблунька, Кричка, Луквиця і Міжгір'я показали, що тут мають місце самовиливи нафти, мінералізованих пластових вод і викиди газу із свердловин, які бурилися і експлуатувалися в період з 1885 по 1939 рр. Більшість цих свердловин не ліквідовані, у них відсутні обсадні колони, цементні мости, а устя закидані камінням, не збереглася будь-яка технічна документація. Так, тільки в межах нафтового промислу “Майдан”, де пробурено більше 100 свердловин, на сьогоднішній день візуально виявлено 51 самовиливну свердловину.

Особливості геологічної будови та закинуті і не ліквідовані належним чином свердловини зазначених родовищ стали причиною безперешкодної міграції нафти і газу у вертикальному та латеральному напрямках з виходами на денну поверхню та забрудненням приповерхневих вод ґрунтів і повітря. Важливо відзначити, що місцевість, на якій розташовані вказані вище промисли, прорізана чисельними потічками та річками, які належать до басейну р. Дністер.

Для вирішення зазначеної вище проблеми та у відповідності до рішення Івано-Франківської обласної ради і офіційного звернення керівництва ДП “Богородчанинафтогаз” Івано-Франківським національним технічним університетом нафти і газу у рамках розробки “Програми охорони навколишнього середовища у межах нафтогазових промислів Богородчанського району” запропонована принципіальна схема організації системи екологічного моніторингу, яку передбачається запровадити в межах чотирьох дослідних ділянок.

Перша дослідна ділянка охоплює площу 45 км² поблизу сс. Яблунька, Кричка, Пороги та має назву старого нафтового промислу “Наdejда”.

Друга ділянка знаходиться в межах сс. Міжгір'я, Кривець, Богрівка, Луквиця, має площу 52 км² та прив'язана до давнього нафтового промислу “Майдан”.

Третя ділянка із сумарною площею 60 км² розташована на землях сс. Дзвиняч, Росільна, Космач, Раковець і смт Солотвин та знаходиться на території давнього нафтового і газового промислу “Дзвиняч”. До цієї ділянки також можна віднести площу поблизу с. Старуня з унікальним геологічним об'єктом – грязьовим вулканом.

Четверта дослідна ділянка називається “урочище Мочари”, знаходиться на землях сс. Старі Богородчани та Скобичівка (площа 18 км²), пов'язана з сучасними об'єктами газовидобутку і має дещо скорочену систему заходів спостережень за станом довкілля (рис. 1). На карті можна виділити основні об'єкти (населені пункти, ріки), для яких будуть передбачені окремі спеціальні види моніторингу.

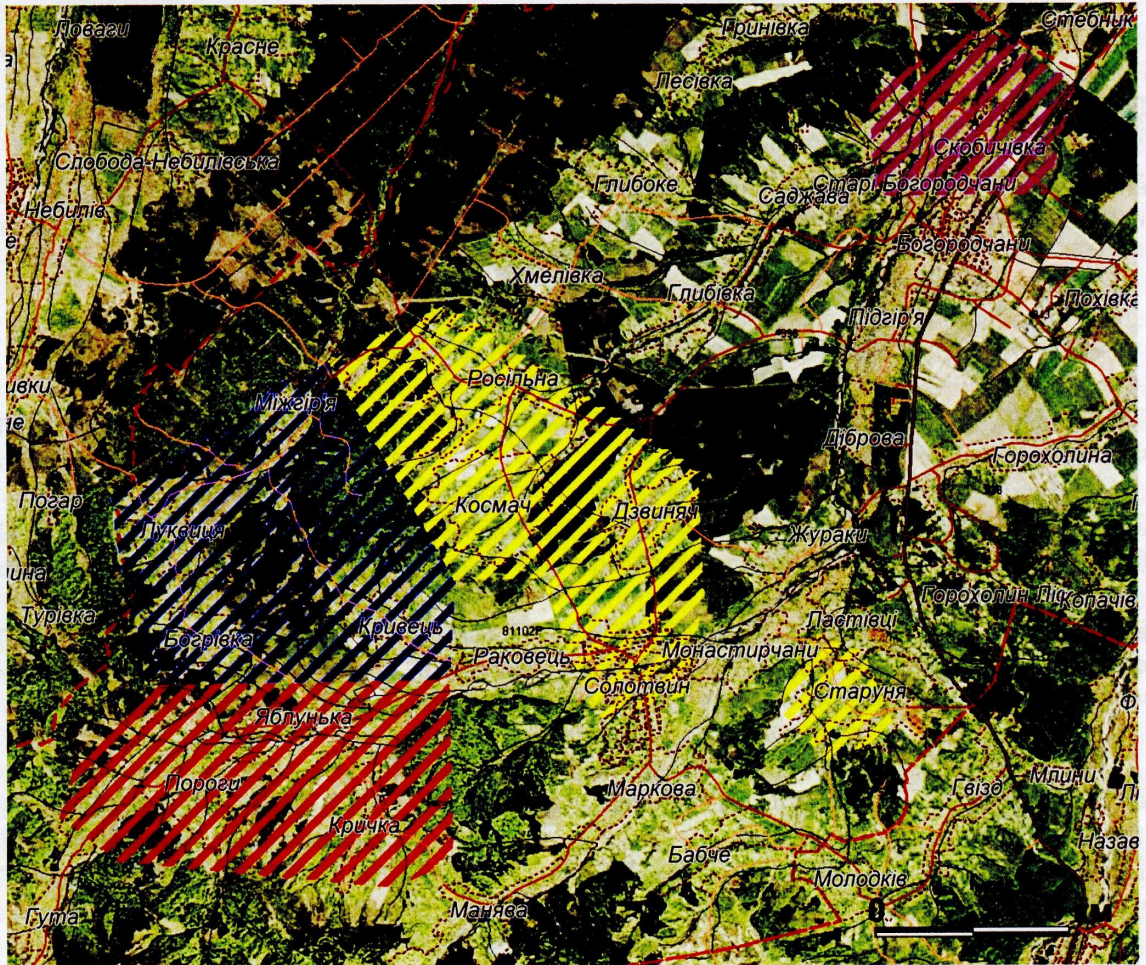
Методика та результати досліджень. Системи моніторингу складаються з наступних основних елементів:

- мережа обов'язкових і факультативних пунктів спостереження;
- методи і засоби відбору та лабораторного аналізу проб;
- система комп'ютерної обробки первинної екологічної інформації;
- інформаційно-експертна система для оцінки, прогнозування, регулювання та оптимізації стану екосистем.

Спостереження пропонується організовувати на двох рівнях:

- перший – за джерелом впливу;
- другий – в зоні впливу.

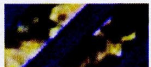
При цьому передбачається обстежувати наступні зони: промислової; санітарно-захисну (СЗЗ); найближчі житлові зони; зони санітарної охорони. У межах дослідних ділянок можна визначити наступні сфери спостережень: атмосфера (повітря, опади); води (поверхневі, підземні, зворотні); біологічні ресурси (флора, фауна); земельні ресурси; відходи; фізичні фактори впливу; стихійні та небезпечні природні явища [2,3,5,6]. Кількість і місце розташування пунктів відбору проб на кожній ділянці визначається таким чином, щоб одержана інформація про стан довкілля була достатньо репрезентативною. Структура завдань та розподіл робіт, що вирішуються згідно програми моніторингу зведена в таблицю 1.



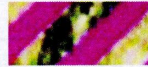
“Надежда”



“ДЗВИНЯЧ”



“Майдан”



“Урочище Мочари”

Рис. 1. Карта-схема дослідних ділянок на основі супутникових знімків

Моніторинг атмосферного повітря в межах території дослідних ділянок планується організувати в населених пунктах, на заповідних землях, а також в межах санітарно-захисних зон потенційно небезпечних для довкілля об'єктів.

На території населених пунктів рекомендується визначити три точки відбору проб повітря приземного шару атмосфери – в центрі та на протилежних частинах населених пунктів (по переважаючому напрямку вітрів). Дві точки передбачається в межах СЗЗ технологічних об'єктів, а також на заповідних територіях, виходячи з переважаючих напрямків вітрів. Одна точка передбачається в населених пунктах поблизу ділянки (в центрі). Періодичність відборів проб повітря, враховуючи значні обсяги робіт, у перші два-три роки рекомендується встановити два рази на рік, а в наступні роки, проаналізувавши динаміку змін, – один раз за рік.

Склад завдань та розподіл робіт, що вирішуються згідно програми моніторингу

Вид запланованих робіт	Найменування задач, що вирішуються	Частота виконання
Моніторинг атмосферного повітря	- моніторинг джерел викидів забруднюючих речовин; - контроль стану атмосферного повітря в межах промайданчиків, санітарно-захисних і житлових зон; - непрямі методи визначення вмісту забруднюючих речовин.	періодичний захід (згідно проекту ГДВ, план-графіків та інтенсивності забруднень, найдовший період – 1 раз за рік)
Газогеохімічний моніторинг	- контроль за наявністю газу в приповерхневих шарах.	періодичний захід (залежить від інтенсивності загазованості, найдовший період – 1 раз у 5 років)
Грунтово-геохімічний моніторинг	- геохімічний аналіз ґрунтових проб; - вивчення вертикального розрізу ґрунтів	періодичний захід (залежить від інтенсивності забруднення, найдовший період – 1 раз за рік)
Моніторинг поверхневих та підземних вод	- заміри гідрологічних параметрів рік; - контроль забруднення поверхневих вод, найближчого до поверхні шару підземних вод та глибоко залягаючих пластових вод.	періодичний захід (залежить від інтенсивності забруднення, найдовший період – 2 рази за рік)
Моніторинг небезпечних природних явищ	- контроль за екзогенними процесами.	періодичний захід (залежить від інтенсивності екзогенних процесів)
Геодезично-маркшейдерські роботи	- топографічна прив'язка точок відбору проб; - обчислення географічних координат та занесення в базу даних.	протягом всього періоду ведення моніторингу
Комп'ютерно-інформаційне забезпечення та обробка даних	- робота з АРМ „Еколог”; - заповнення баз даних; - побудова графічних карт, діаграм; - створення моделей.	протягом всього періоду ведення моніторингу

Теоретичною базою вуглеводневої газометрії навколишнього середовища є відомі положення про існування ореолів розсіювання вуглеводневих газів в товщі осадових порід, що перекривають скупчення нафти і газу. Ореоли розсіювання розповсюджуються практично до денної поверхні і проникають в надповерхневу атмосферу. В основі досліджень загазованості територій лежить газогеохімічна зйомка як геохімічний метод пошуків нафти і газу. Метод газогеохімічної зйомки полягає в визначенні концентрації вуглеводнів в приповерхневих відкладах. При цьому найбільш прийнятною є регулярна мережа спостережень (квадратна, трикутна тощо) [4].

Газогеохімічний моніторинг передбачається організувати поблизу потенційно небезпечних для довкілля об'єктів нафтовидобутку, виявлених на місцевості давніх неякісно ліквідованих свердловин, шурфів, а також на території населених пунктів (забудована територія). На забудованій території планується закладати ділянку з рівномірною мережею точок відбору, організація якої буде визначена після проведення попередніх досліджень (орієнтовно – в середньому 200 точок відбору, розміри кроку в середньому 20 м). Навколо потенційно небезпечних об'єктів (свердловин) рекомендується встановити по 12 точок відбору підґрунтового газу. Враховуючи значну площу досліджень, передбачається проводити газогрунтову зйомку максимум на двох ділянках за рік та контролювати рівень загазованості на території навколо потенційно небезпечних об'єктів.

Моніторинг поверхневих вод в межах території дослідних ділянок планується організувати на річках і струмках, що перетинають, беруть початок або знаходяться неподалік вниз по схилу відносно

дослідних ділянок. Пункти спостережень, де будуть відбиратися проби води та фіксувати гідрологічні показники, повинні знаходитися на створі входження ріки на територію ділянки та на виході з неї (два пункти), тобто до і після можливих негативних впливів. Це стосується рік та струмків, що перетинають ділянку, та знаходяться нижче по схилу. Для рік, що беруть початок на території ділянки, планується один пункт – в місці виходу річки.

Моніторинг підземних вод передбачається організувати на території населених пунктів та поблизу потенційно небезпечних для довкілля об'єктів (в т.ч. нафтопроявів), місць складування відходів (амбарів, нафтовловлювачів тощо). Враховуючи значну площу досліджень, передбачається на початку закласти по одній спостережній свердловині (глибина близько 20 м) вниз по напрямку руху вод першого від поверхні водоносного горизонту в межах санітарно-захисної зони об'єктів (орієнтовно – 100-200 м). У подальшому, у залежності від одержаних результатів, навколо базових спостережних свердловин може бути закладена їх мережа, яка дозволить просторово оцінювати міграцію забруднюючих речовин.

На території населених пунктів рекомендується визначити три пункти спостережень – в колодязях в центрі та на протилежних частинах населених пунктів (по напрямку руху вод першого від поверхні горизонту). У населених пунктах поблизу ділянок передбачається один пункт спостережень (в центрі). У випадку, коли дослідна ділянка межує із заповідними територіями, рекомендується закласти поперечну до цього напрямку лінію спостережних свердловин в межах дослідної ділянки. На початку ця лінія може складатись з трьох спостережних свердловин, але в разі необхідності вона може бути розширена до цілої мережі.

Періодичність відборів в перші два-три роки рекомендується встановити один раз у квартал, у наступні роки, проаналізувавши динаміку змін, – два рази за рік. Для спостережних свердловин відлік часу необхідно вести від моменту їх закладення.

На початкових етапах організації спостережних мереж необхідне виконання аналізів вмісту всіх компонентів якості вод, обґрунтованих в проектах з періодичністю не менше чотирьох разів в рік. На основі 3-5-річного періоду спостережень встановлюються закономірності сезонного коливання показників якості вод і основні характеристики для різних об'єктів режимної мережі. У подальшому при умові безаварійної роботи технологічного обладнання рекомендується застосування методів експрес-аналізу 3 рази в рік і тільки 1 раз в рік виконання повного аналізу вод. При одержанні даних про істотні відхилення експрес-показників виконується повний аналіз і додаткове випробування поверхневих і підземних вод.

Ґрунтово-геохімічний моніторинг. Для контролю за станом забруднення ґрунтового покриву виконують фізико-хімічний аналіз проб ґрунту на вміст забруднюючих інгредієнтів (мг/кг), зокрема нафтопродуктів, металів (міді, цинку, нікелю, свинцю, ртуті, хрому), а також нітратів, сульфатів і хлоридів; визначають показник рН.

Моніторинг ґрунтів в межах території дослідних ділянок планується організувати [1-3,5,6]:

- загальний (в залежності від площі ліцензійних ділянок);
- поблизу потенційно небезпечних для довкілля об'єктів (місць складування відходів);
- на території населених пунктів, заповідних місць.

Враховуючи значну площу досліджень, передбачається на першому етапі закласти загальну рівномірну мережу – по одній точці відбору проб ґрунту на 1 км² дослідної ділянки. На наступних етапах, у залежності від одержаних результатів, мережа буде ущільнена, що дозволить більш точно просторово оцінювати міграцію забруднюючих речовин. Навколо промислових майданчиків потенційно небезпечних технологічних об'єктів пропонується закласти чотири місця відбору проб ґрунту (квадратом). На території населених пунктів, які перекриваються ліцензійною площею, рекомендується визначити три пункти спостережень – в центрі та на протилежних частинах населених пунктів. У населених пунктах поблизу родовищ передбачається один такий пункт. Поблизу зон санітарної охорони або заповідних місць рекомендується закласти одне місце відбору проб ґрунту, з перспективою закладення навколо нього цілої мережі в майбутньому. Періодичність відборів в перші два-три роки рекомендується встановити один раз на рік, у наступні роки, проаналізувавши динаміку змін, – до одного разу на п'ять років.

Біоіндикаційний моніторинг довкілля. В ІФНТУНГ науковці кафедри екології займаються вивченням біоіндикаційних методів визначення впливу забруднюючих речовин на навколишнє середовище за рахунок змін біологічного розвитку окремих видів рослин або тварин (їх розмноження, вимирання, розвиток, мутація і ін.). Основний принцип цього методу полягає в дослідженні ареалів розмноження лишайників (наприклад: вивчати кору дерев на наявність різних видів лишайників і їх процентне відношення до площ заселення). При дослідженнях спостерігається реакція деяких видів лишайників на забруднення вихлопними газами автомобілів, особливо на забруднення повітря діоксидом сірки. Реакція на забруднення виявляється в регресії розвитку одних видів лишайників і прогресії розвитку інших видів. По процентному відношенню площ заселення різних видів лишайників можна судити про ступінь забруднення приповерхневої атмосфери вихлопними газами автотранспорту [1, 7].

Інженерно-геологічний моніторинг. Для вивчення механізму і динаміки геологічних процесів визначаються оптимальні обсяги досліджень стосовно тих процесів, які найчастіше негативно впливають на навколишнє середовище, а саме: стаціонарне вивчення зсувів та стаціонарне вивчення селенебезпечних територій. Метою стаціонарного вивчення зсувного процесу є створення коректної моделі розвитку зсуву, прогнозування його і керування ходом розвитку процесу в просторі і часі.

Характерні ділянки прояву зсувів, які вивчаються при локальних дослідженнях, повинні стати ключовими у разі регіональної прогнозової оцінки. Зсувна зйомка полягає в геологічних спостереженнях за характером залягання порід, опис їхньої літології, геоморфологічні, гідрогеологічні та геоботанічні спостереження, а також спостереження за будинками та ін. спорудами. На підставі цих даних складають спеціалізовану зсувну карту. Для отримання повної інформації про будову зсуву з метою дослідження його механізму і динаміки виконують комплекс геологорозвідувальних робіт, в яких суттєве значення мають бурові і геофізичні [1].

Стаціонарне вивчення селенебезпечних територій. Наявність в межах Карпатської гірсько-складчастої області водокам'яних і грязекам'яних потоків, що завдають значних матеріальних збитків і створюють небезпеку для функціонування і життєдіяльності територій, потребує вивчення кількісних показників з метою прогнозування селевого процесу. Тому важливим є прогнозування як рідкої, так і твердої складової селів. Прогнозування рідкої складової виконує служба Держкомгідромету. Досліджує і прогнозує тверду складову селів Держкомгеології України. Маршрутне дослідження селів в цілому можна ставити з комплексом детальних візуальних робіт, які використовуються для контролю зсувонебезпечних територій. Важливим є сезонне обстеження селенебезпечних територій. Методика такого обстеження полягає в маршрутному вивченні в період селенебезпечних сезонів долин річок для визначення динаміки процесу.

Висновки. Запропонована принципіальна схема організації системи моніторингу направлена на стабілізацію складної екологічної ситуації на території нафтогазових промислів Богородчанського району та ліквідації, зниження і попередження вуглеводневого забруднення довкілля. Основними висновками із виконаної роботи є наступні:

Розроблена цільова екологічна “Програма охорони навколишнього природного середовища в межах нафтових промислів Богородчанського району на період 2010-2015рр.”, яка містить організаційні, охоронні, захисні, ресурсозберігаючі природоохоронні заходи.

1. Одним з пунктів “Програми...” передбачено проведення різних видів моніторингу за станом навколишнього середовища у межах нафтогазових промислів Богородчанського району. Означені роботи були проведені у відповідності до існуючих нормативних документів з моніторингу довкілля, включаючи і РД 211.0.8.107-05 “Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня”, затверджені наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України від 16 грудня 2005р. №467.

2. Проаналізована історія організації екологічного моніторингу та його досвіду у Російській Федерації, США та інших зарубіжних країнах. Визначено місце і завдання моніторингу у системі управління природними ресурсами і навколишнім середовищем, а також мету і методику ведення екологічного моніторингу.

3. Запропонована концептуальна структура (модель) системи моніторингу за адміністративними і басейновими принципами. При цьому визначені пріоритетні функції природних ресурсів, їх кадастрова

оцінка, способи відтворення і технології використання, економічна оцінка та антропогенний вплив в розрізі адміністративних районів і основних річкових басейнів.

4. Запропонований комплекс техніко-технологічних і організаційних заходів щодо захисту довкілля у межах нафтогазових промислів Богородчанського району з розрахунком кошторисної вартості заходів.

Література

1. Адаменко О.М. Екологічна геологія [Текст]: [підручник для студентів вищих навчальних закладів екологічних, геологічних, географічних спеціальностей] / О.М. Адаменко, Г.І. Рудько – К. : Манускрипт, 1997. – 337 с.

2. Єдине міжвідомче керівництво по організації та здійсненню державного моніторингу вод [Текст] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К., 2001. – 56 с.

3. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” [Текст] : за станом на 25 червня 1991 р. № 1264-ХІІ / Верховна Рада України. – 8 с.

4. Зорін С.В. Приклад створення інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря на базі ГІС-технологій [Текст] / С.В. Зорін, О.М. Каргавцев, А.Д. Сенченко // Еколого-медичне науково-виробниче підприємство “ЕКОМЕДСЕР-ВИС”. – К., 2006. – 48 с.

5. Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавної програм моніторингу довкілля [Текст] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – К., 2001. – 36 с.

6. Постанова Кабінету Міністрів України “Положення про державну систему моніторингу довкілля” [Текст] : затверджене 30.03.1998 № 391 / Кабінет Міністрів України. – 22 с.

7. Рудько Г.І. Екологічний моніторинг геологічного середовища [Текст]: [підручник] / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко – Львів : Видавничий центр Львів. націон. ун-ту ім. Івана Франка, 2001. – 260 с.

УДК 502.211 + 504.6 (477.86)

504

Потравич Л.Д.
*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ПРОБЛЕМА ВІДНОВЛЕННЯ БІОТОСФЕРИ НА ТЕРИТОРІЯХ З ТЕХНОГЕННИМ ВПЛИВОМ (НА ПРИКЛАДІ БОГОРОДЧАНСЬКОГО ГАЗОТРАНСПОРТНОГО ВУЗЛА)

Стаття присвячена вирішенню проблеми відновлення флори та фауни на територіях з техногенним впливом з використанням порівняльного методу, який ґрунтується на аналізах кількісної оцінки чисельності популяцій до спорудження і під час експлуатації техногенного об'єкту.

Ключові слова: техногенний вплив, антропогенна діяльність, еколого-економічний баланс, моніторинг, екологічне середовище.

Статья посвящена решению проблемы возобновления флоры и фауны на территориях с техногенным влиянием с использованием сравнительного метода, который основан на анализах количественной оценки численности популяций до сооружения и во время эксплуатации техногенного объекта.

Ключевые слова: техногенное влияние, антропогенная деятельность, эколого-экономический баланс, мониторинг, экологическая среда.

The article is devoted to solving the problem of re-life the flora and fauna on the territories with technogenic influence. It can be made with the help of the method which is based on analyzing the quantity marking the population during the exploitation of the technogenic objects.

Keywords: the technogenic influence, antropogenic activity, ecological-economical balance, monitoring, ecological environment.

Постановка проблеми. Географічне положення Прикарпаття, різноманіття фізико-географічних умов – сприяло формуванню багатого рослинного і тваринного світу. Однак, значна інтенсивність та обсяги антропогенної діяльності суттєво впливають на біорізноманіття Прикарпаття. Практично всі лісові насадження території дослідження знаходяться в зонах негативних впливів промислових об'єктів. Все більш активною стає проблема охорони та відновлення “живої оболонки” Землі.

Однією з головних задач прикладної екології – це практичний контроль за негативним впливом на екосистему та регулювання еколого-економічного балансу на території дослідження. Контроль за збалансованістю ґрунтується на сукупності методів оцінки природних і виробничих потенціалів, які базуються на оцінці можливостей природного комплексу витримувати антропогенне навантаження. Ця “можливість” має різні назви: екологічна ємність, асиміляційний потенціал, самовідновлювальний потенціал, еколого-господарська ємність, але всі вони не дають кількісне значення саме цієї “можливості”.

Зі зростанням виробництва суттєво зростають об'єми надходження та інтенсивність матеріально-енергетичних потоків між економічними (техногенними) і природними системами. Особливо це спостерігається на територіях великих міст, промислових центрів, у зонах промислових вузлів, де сукупне антропогенне навантаження перевищує можливості навколишнього середовища і компонентів екосистеми розсіювати, нейтралізувати або знешкоджувати шкідливі відходи, викиди і скиди промислових підприємств. Аналогічна ситуація виникла і в зоні впливу Богородчанського газотранспортного вузла, який в останні десятиліття наніс непоправну шкоду екосистемам та їх компонентам – ґрунтам, рослинному і тваринному світам, водоймищам, атмосферному повітрю і насамкінець – самій людині. Тому важливими є лімітуючі фактори розвитку індустріальних центрів, а саме: вимоги щодо збереження нормального стану середовища проживання людини, що пов'язано з необхідністю співставлення взаємовпливів між природою і промислово-технічними структурами. Отже, важливим є дотримання нормативного балансу між сукупним антропогенним навантаженням і самовідновлювальним потенціалом природних систем. На жаль, на сьогодні не існує єдиної оптимальної методики щодо кількісної оцінки визначення “сумарного антропогенного навантаження” і “самовідновлювального потенціалу природного середовища”.

Методика досліджень. Сучасні українські і зарубіжні вчені пропонують різні методи кількісного обчислення антропогенного навантаження на водні об'єкти, ґрунти, повітряний басейн, лісові комплекси та тваринний світ. Однак всі вони зводяться до сумарного ефекту впливу, які повинні задовольняти такій умові [1]:

$$A_{\text{ф}} < A_{\text{д}}, \text{ де} \quad (1)$$

$A_{\text{ф}}$ – фактичний сумарний ефект впливу;

$A_{\text{д}}$ – допустимий рівень впливу.

Для перевірки згаданої умови в реальних викидах, де виявлено величезну кількість твердих, газоподібних і рідких забруднювачів, які мігрують, перетворюються або накопичуються. Всі ці явища описуються складними функціональними залежностями приблизно в такій послідовності “джерело-середовище-всі можливі реакції”, що практично кількісно визначити антропогенне навантаження на екосистеми при сучасних методах моніторингу неможливо. Тому на практиці доцільно використовувати порівняльні методи, один з яких автор і розглядає у своїй статті. Суть цього методу полягає в кількісному порівнянні чисельності особин в популяціях тваринного і рослинного світу до і після спорудження Богородчанського газотранспортного вузла.

Вагома частка флори і фауни – це природоохоронні території, де проблема збереження, відновлення та охорони є першочерговою. Нами на території функціонування і впливу Богородчанського газотранспортного вузла обстежено такі об'єкти природно-заповідного фонду:

1. Лісовий заказник загальнодержавного значення “Урочище “Скит Манявський”. Площа – 362,0 га. Знаходиться в Богородчанському районі на території Манявського лісництва Солотвинського держлісгоспу. Один з наймальовничіших ландшафтів Прикарпаття з ялицевими, смереково-буково-

ялицевими лісами, гарним озером і унікальними скельними утвореннями. Місце зростання модрина польської – виду, занесеного до Червоної книги України.

2. Геологічна пам'ятка природи загальнодержавного значення “Старуня”. Площа – 60,0 га. Богородчанський район, с. Старуня. Територія, у межах якої активно проявляються процеси, пов'язані з нафтогазоносними структурами (виходи природних газів, грязеві вулкани, тектонічні зсуви тощо). Виявлено рештки викопних рослин і тварин. Має значну наукову цінність.

3. Дендрологічний парк загальнодержавного значення “Діброва”. Площа – 8,0 га. Богородчанський район, Богородчанське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Заснований в 1927 році. Колекція парку налічує понад 300 видів деревних і чагарникових порід. Серед них цікаві колекції модрина, смереки, сосни. Тут зростають рідкісні в Карпатах тис ягідний та ільм гірський. Багата колекція інтродукованих видів. База наукових досліджень Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва.

4. Дендрологічний парк загальнодержавного значення “Дружба”. Площа – 10 га. Тисменицький район, с. Угринів. Заснований в 1970 році з метою збереження, вивчення та примноження лукопасовищних трав, лікарських рослин, овочевих культур, проведення науково-просвітницької роботи в галузі ботаніки та охорони природи. Навчально-виробнича база студентів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

5. Загальнозоологічний заказник місцевого значення “Чорний ліс”. Площа – 2559,0 га. Знаходиться на території Богородчанського району. Лісові угіддя найсприятливіші для проживання ендемічних, рідкісних і зникаючих видів тварин, характерних для передгірської і гірської частин Карпат – олень, кабан, косуля, заєць, лисиця і періодично pojawiaються вовки та рись.

6. Лісовий заказник місцевого значення урочище “Погорілець”. Площа – 220,5 га. Богородчанський район, Гутянське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Місцезростання сосни кедрової європейської, сосни гірської на кам'янистих розсипах на висоті 1000-1200 м н.р.м.

7. Лісовий заказник місцевого значення урочище “Комарники”. Площа – 175,0 га. Богородчанський район, Манявське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Високігірні смерічки та букові праліси на висоті 1100 м н.р.м.

8. Лісовий заказник місцевого значення урочище “Шиворіс”. Площа – 50,0 га. Богородчанський район, Яблунівське лісництво, кв. 36, вид. 16,17; кв. 37, вид. 11-13; кв. 38, вид. 12-15; кв. 39, вид. 12-18 Солотвинського держлісгоспу. Унікальні буково-ялицеві ліси та смерічки. Постійне токовище глухарів.

9. Лісовий заказник місцевого значення урочище “Сумарин”. Площа – 185,0 га. Богородчанський район, Яблунівське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Унікальні смереково – ялицево – букові насадження.

10. Ботанічна пам'ятка природи місцевого значення “Тис ягідний”. Площа – 0,01га (1 дерево). Богородчанський район, Манявське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Реліктове дерево тису ягідного віком 80 років. Вид, занесений до Червоної книги України.

11. Ботанічна пам'ятка природи місцевого значення “Бір Величків”. Площа – 2,1 га. Богородчанський район, Яблунівське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Верхове болото (торфовище) з реліктовою рослинністю. Серед них – багно болотяне, журавлина дрібноплідна, плавун булавовидний, а також багато видів осоки та мохів болотних.

12. Ботанічна пам'ятка природи місцевого значення “Солотвинські дуби”. Площа – 0,29 га. Богородчанський район, селище Солотвино. Тринадцять дерев дуба звичайного, вік понад 350 років.

13. Гідрологічна пам'ятка природи місцевого значення “Манявський водоспад”. Площа – 1,0 га. Богородчанський район, Манявське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Скаля-скид карпатського флішу. Висота падіння води – 20 м.

14. Заповідне урочище “Міжгір'я”. Площа – 207,0 га. Богородчанський район, Росільнянське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Еталони мішаних високопродуктивних шпильково-листяних пралісів Прикарпаття. Запас – 600 м³/га.

15. Заповідне урочище “Бистрий”. Площа – 187,0 га. Богородчанський район, Гутянське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Насадження реліктової сосни кедрової європейської, занесеної до Червоної книги України.

16. Заповідне урочище “Люблінєць”. Площа – 113,0 га. Богородчанський район, Солотвинське лісництво Солотвинського держлісгоспу. Цінні насадження бука, модрина європейської. Під пологом цих насаджень знаходиться підріст бука, ялиці від 15 до 20 тис. штук, які знаходяться в задовільному стані.

17. Парк – пам’ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення “Дендропарк імені 40-річчя Перемоги”. Площа – 5,5га. Богородчанський район, с. Дзвиняч, Дзвиняцька сільська рада. Створено в 1985 році на місці колишньої озокеритної шахти в честь 40-річчя перемоги над фашизмом. Нараховує понад 100 видів деревних та чагарникових порід. Зокрема дуб звичайний, червоний, горіх чорний, туя західна, липа дрібнолиста, ялівець козацький, смерека срібляста – модрина польська, береза темна, сосна кедрова європейська – види, занесені до Червоної книги України [3].

Аналіз отриманих результатів. Як результат вивчення зміни чисельності особин популяцій тваринного і рослинного світу в зоні впливу Богородчанського газотранспортного вузла в період від спорудження до експлуатації об’єктів транспортування природного газу нами було складено таблицю змін фауни і флори в зоні впливу досліджуваного техногенного об’єкту.

Таблиця 1

Зміни фауни і флори

№ ч/ч	Види	Знищено	Відновлено	Відновлюється
1	Тварини	5	20	20
2	Дерева	7	14	12
3	Трави	5	25	30
4	разом	17	59	62

Із табл.1 можна зробити висновок, що під час спорудження магістрального газопроводу, деякі види рослин і тварин були знищені, але завдяки програмі захисту навколишнього природного середовища, на сьогодні знищено лише 5 видів тварин, 7 видів дерев, 5 видів трав’янистих рослин, відновлено 59 видів представників флори і фауни, відновлюються 62 види, всього нами було досліджено популяцій 138 видів, що у процентному співвідношенні найкраще видно з кругової діаграми (рис. 1).

Аналіз співвідношення чисельності популяцій окремо представлено у вигляді діаграм (рис. 2).

Тепер виникає питання: які ж фактори викликали такий вплив на живі компоненти екосистеми та біосферу в цілому? З’ясуємо це, проаналізувавши кожен фактор окремо.

1. Природні фактори. Зона Прикарпаття займає західну частину України зі специфічними фізико-географічними умовами: передгірський рельєф, глибокі річкові долини, схили – стрімкі з урвищами і виступами гірських порід(переважно флішові породи), з дерново-підзолистими, буроземно-підзолистими і дерново-буроземними ґрунтами, з помірно континентальним кліматом, де середні температури січня від мінус 6 до мінус 3,2 °С, сума річних опадів 1100-1300 мм – наклали відбиток на розвиток природної рослинності.

Основним лімітуючим фактором розподілу рослинності на Прикарпатті є висота над рівнем моря, оскільки з висотою змінюється клімат, ґрунтовий покрив і відповідно – рослинний і тваринний світи.

Передгірний вертикальний пояс рослинності характеризується високою окультуреністю. Обширні площі зернових, кормових і технічних культур, а також сади і виноградники чергуються з природною рослинністю. Лісові масиви чергуються з луками і культурними фітоценозами. Суходільні луки, що виникли на місці вирубаних лісів, представлені біломітлицевими угрупованнями, які місцями утворюють чисті зарослі. У заплаві річок на підвищеннях поширені ксерофільні луки.

В нижньому гірському поясі, який межує з передгірським поясом, переважають бучини до 30% у складі лісової рослинності. Це майже чисті або змішані однарусні деревостани до 40-45 м заввишки. Це найцінніші насадження, які дають 600-800 м³/га високоякісної деревини. Внаслідок високого затінення часто виникають безпокровні або з рідким травостоем бучини. У середній частині поясу домінують буково – маренкові, буково – копитнякові, буково-зубницеві, а в сухіших умовах – буково-осикові угруповання [2].

2. Антропогенні фактори включають сукупність таких впливів:

- знищення крутих схилів із рослинністю та ґрунтовим покривом;

■ знищено ■ відновлено ■ відновлюється

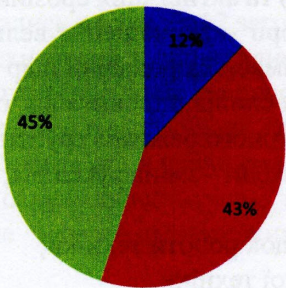
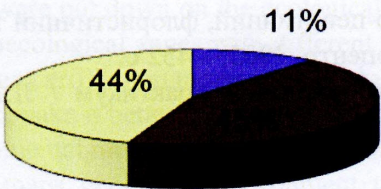


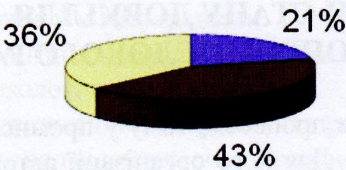
Рис. 1. Відсоткове співвідношення чисельності популяцій

тварини



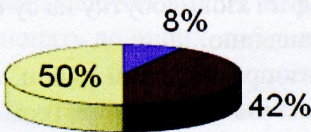
■ знищено
■ відновлено
□ відновлюється

дерева



■ знищено
■ відновлено
□ відновлюється

трави



■ знищено
■ відновлено
□ відновлюється

Рис. 2. Динаміка чисельності популяцій

- утворення та активізація ерозійних, зсувних і селевих процесів;
- утворення ярів, обривів;
- вирубування смуги лісу (дерев) та активізація ерозійного розмиву траншеї;
- при облаштуванні під'їзних доріг – розчищення великої площі лісових масивів: повністю знищується рослинний покрив і знімається родючий шар ґрунту;
- зрізка поздовжніх і поперечних схилів, підсипка від'ємних форм рельєфу;
- порушення водного і температурного режимів ґрунтів;
- при переході через водні перешкоди – зміна русел рік, заболочення території, заростання берегів;
- викиди шкідливих газів внаслідок роботи техніки;
- шум та вібрація – від працюючої техніки.

Висновки. Отже, при визначенні рівня впливу на біотичні компоненти екосистеми потрібно враховувати фактори як природного так і антропогенного походження та визначати екологічну стійкість екосистем до антропогенного навантаження.

Література

- 1 Акімова Т.А. Макроэкология и основы экоразвития / Т.А. Акімова, В.В. Хаскин, С.Н. Сидоренко, В.Н. Зыков – М. : “РУДН”, 2005. – 367 с.
- 2 Григора І.М. Рослинність України (еколого-ценотичний, флористичний та географічний нарис) / І.М. Григора, В.А. Соломаха. – Київ : Фітосоціоцентр, 2005. – 452 с.
- 3 Потравич Л.Д. Моніторинг довкілля. Лабораторний практикум / Л.Д. Потравич. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 52 с.

УДК 502.7 : 504.064 : 004.723

Скрипник В.С.

Надвірнянський коледж

Національного транспортного університету

СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ЗАХОДИ СТАБІЛІЗАЦІЇ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ НАДВІРНЯНСЬКОГО НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

Нафтогазовидобування є екологічно небезпечним процесом, тому у промислових районах необхідно проводити локальний екологічний моніторинг. Для його організації автором на прикладі Надвірнянського нафтогазовпромислового району розроблена система моніторингу із 153 точок спостережень на 14 профілях. Для оцінки екологічних станів компонентів довкілля (ґрунтового і рослинного покривів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря та опадів снігу, донних відкладів, тваринницької продукції) відбирались та аналізувались проби на 12 забруднювачів, а результати оброблялись з використанням сучасних ГІС-технологій і виносились на екологічні карти. Виконувались розрахунки фонових вмістів, порівнювались з ГДК та виявлялись геоекологічні зони і смуги з різним ступенем забруднення. Це дало змогу оцінити вплив нафтогазовидобутку на сучасну екологічну ситуацію та розробити рекомендації по її стабілізації та покращенню.

Ключові слова: моніторинг довкілля, нафтогазовпромисловий район, атомноадсорбційний аналіз, електронні еколого-техногеохімічні карти, геологічне середовище, геоморфосфера, техносфера.

Нефтегазодобыча является экологически опасным процессом, поэтому в промисловых районах необходимо проводить локальный экологический мониторинг. Для его организации автор на примере Надворнянского нефтегазовпромыслового района разработал систему мониторинга из 153 точек наблюдений на 14 профилях, которые ориентированы вкрест простирания основных геолого-геоморфологических и ландшафтных структур. Для оценки экологического состояния

- утворення та активізація ерозійних, зсувних і селевих процесів;
- утворення ярів, обривів;
- вирубування смуги лісу (дерев) та активізація ерозійного розмиву траншеї;
- при облаштуванні під'їзних доріг – розчищення великої площі лісових масивів: повністю знищується рослинний покрив і знімається родючий шар ґрунту;
- зрізка поздовжніх і поперечних схилів, підсипка від'ємних форм рельєфу;
- порушення водного і температурного режимів ґрунтів;
- при переході через водні перешкоди – зміна русел рік, заболочення території, заростання берегів;
- викиди шкідливих газів внаслідок роботи техніки;
- шум та вібрація – від працюючої техніки.

Висновки. Отже, при визначенні рівня впливу на біотичні компоненти екосистеми потрібно враховувати фактори як природного так і антропогенного походження та визначати екологічну стійкість екосистем до антропогенного навантаження.

Література

- 1 Акімова Т.А. Макроєкологія и основы экоразвития / Т.А. Акімова, В.В. Хаскин, С.Н. Сидоренко, В.Н. Зыков – М. : “РУДН”, 2005. – 367 с.
- 2 Григора І.М. Рослинність України (еколого-ценотичний, флористичний та географічний нарис) / І.М. Григора, В.А. Соломаха. – Київ : Фітосоціоцентр, 2005. – 452 с.
- 3 Потравич Л.Д. Моніторинг довкілля. Лабораторний практикум / Л.Д. Потравич. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2010. – 52 с.

УДК 502.7

Скрипник В.С.

*Надвірнянський коледж
Національного транспортного університету*

СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ЗАХОДИ СТАБІЛІЗАЦІЇ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ НАДВІРНЯНСЬКОГО НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

Нафтогазовидобування є екологічно небезпечним процесом, тому у промислових районах необхідно проводити локальний екологічний моніторинг. Для його організації автором на прикладі Надвірнянського нафтогазовпромислового району розроблена система моніторингу із 153 точок спостережень на 14 профілях. Для оцінки екологічних станів компонентів довкілля (ґрунтового і рослинного покривів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря та опадів снігу, донних відкладів, тваринницької продукції) відбирались та аналізувались проби на 12 забруднювачів, а результати оброблялись з використанням сучасних ГІС-технологій і виносились на екологічні карти. Виконувались розрахунки фонових вмістів, порівнювались з ГДК та виявлялись геоекологічні зони і смуги з різним ступенем забруднення. Це дало змогу оцінити вплив нафтогазовидобутку на сучасну екологічну ситуацію та розробити рекомендації по її стабілізації та покращенню.

Ключові слова: моніторинг довкілля, нафтогазовпромисловий район, атомноадсорбційний аналіз, електронні еколого-техногеохімічні карти, геологічне середовище, геоморфосфера, техносфера.

Нефтегазодобыча является экологически опасным процессом, поэтому в промисловых районах необходимо проводить локальный экологический мониторинг. Для его организации автор на примере Надворнянского нефтегазовпромислового района разработал систему мониторинга из 153 точек наблюдений на 14 профилях, которые ориентированы вкрест простирания основных геолого-геоморфологических и ландшафтных структур. Для оценки экологического состояния

компонентов окружающей среды (почвенного и растительного покровов, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха и осадков снега, донных отложений, животноводческой продукции) отбирались и анализировались пробы на 12 загрязнителей, результаты обрабатывались с использованием современных ГИС-технологий и выносились на экологические карты. Совместный их анализ позволил выявить геоэкологические зоны и полосы с разным экологическим состоянием. Это дало возможность оценить влияние нефтегазодобычи на современную экологическую ситуацию и разработать рекомендации по ее стабилизации и улучшению.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды, нефтегазопромысловый район, атомно-адсорбционный анализ, электронные эколого-техногеохимические карты, геологическая среда, геоморфосфера, техносфера.

Oil and gas drilling is rather ecological dangerous industry, that's why in the industrialized regions one has to make local ecological monitoring. To show this procedure the author under the example of Nadvirna oil and gas industrialized region has developed the system of monitoring, which consists from 153 points of observations on the 14 profiles. To make the marking of the ecological conditions of the environment components (soil and plant covering, soil and under ground waters, atmosphere air and snow, animal production) were tested and analyzed on the 12 pollutants, and the results were made with the help of modern GIS –technologies and were put down on the ecological maps. Also were made the ecological calculations, were discovered the geoecological zones with different levels of pollution. It made an opportunity to mark the influence of oil and gas drilling on the modern ecological situation and to develop the recommendations how to stabilize it and to make it better.

Keywords: environmental monitoring, oil gas industrialized region, atomic absorption analyzes electric ecological-geochemical maps, geological environment, technosphere.

Актуальність теми. Видобуток нафти і газу в Україні здійснюється у трьох нафтогазонасних провінціях – Прикарпатській, Дніпровсько-Донецькій і Причорноморській, які поділяються на кілька десятків нафтогазопромислових районів. У межах Прикарпатської провінції функціонують Бориславський, Долинський і Надвірнянський нафтогазопромислові райони. Кожен з них має кілька родовищ, що розробляються десятки років. Нафтогазовидобуток відноситься до екологічно небезпечних процесів, а значить розробка науково-теоретичних, методичних і практичних засад екологічної безпеки та екологічного моніторингу є актуальними. І тому ми обрали Надвірнянський нафтогазопромисловий район як типовий полігон для дослідження екологічних проблем та наукового обґрунтування і практичного здійснення екологічного моніторингу.

Актуальність і невідкладність вирішення проблеми моніторингових досліджень полягають в тому, що в регіоні хоч і існує ряд відомчих спостережних систем за станом довкілля, але вони не зведені в єдиний комплекс і не можуть ефективно виконувати узагальнюючу функцію оцінювання стану і рівня використання природних ресурсів, прогнозувати зміни і розробляти рекомендації для прийняття управлінських рішень щодо оптимізації господарської діяльності, природокористування і стану довкілля.

Відомо, що екологічний стан будь-якого об'єкту не може оцінюватися різнобічно без повного аналізу даних по всій території. Створення інформаційного забезпечення, розробки і підтримки управлінських рішень в галузі екологічного моніторингу є основною метою запропонованої нами технології. Важливими її складовими є автоматизація як процесів перетворення і подачі інформації, так і процесів переходу від одних понять до інших, тобто від процесів вибору якісно нової інформації до прийняття рішень.

Головною перевагою запропонованої нами комп'ютерної системи екологічного моніторингу є висока продуктивність та підвищений рівень інтеграції даних. Результати покомпонентного аналізу екологічного стану району можуть бути об'єднані в інтегровану оцінку для розробки альтернативних рішень, що дає можливість вибрати найбільш оптимальний варіант подальшої діяльності.

Аналіз попередніх досліджень. Особливості реалізації екологічного моніторингу розглядалися в роботах ряду дослідників, у т.ч. Ю.А.Ізраєля [14, 15, 17], Г.І. Рудька [16], І.М. Волошина [12], І.П.Герасимова [13], В.А.Ковди, Л.В. Міщенко, О.М. та Я.О. Адаменків [1-11]. Аналіз опублікованих

робіт показав, що в них дуже багато уваги приділяється регіональному екологічному моніторингу, а проблеми локального моніторингу довкілля поки що залишаються недостатньо розробленими. Локальний рівень спостережень, оцінки та прогнозування стану природного середовища, яке знаходиться під впливом забруднення, є важливою складовою державного екологічного моніторингу. Саме на локальному рівні можна виявити і вивчити процес забруднення і механізми самоочищення навколишнього середовища, тому що геохімічні процеси, які протікають на поверхні літосфери, мають зональний та локальний характер і тому можна говорити про геохімічну зональність в природі та локальну геохімічну специфіку ландшафту. Вона виражається в якісних і кількісних закономірностях розподілу хімічних елементів в ландшафтах, ґрунтах та ґрунтових водах.

Методика досліджень. Теоретико-методологічну основу дослідження склали принципи системного підходу до вивчення природно-антропогенних геоекосистем, сучасні методи їх аналізу та синтезу. У дослідженнях широко використовувався статистичний метод – проводився збір та опрацювання даних про забруднення компонентів довкілля, аналізувались літературні дані; лабораторний метод – проводився аналіз відібраних проб компонентів довкілля; картографічний метод – виявлялися параметри динаміки процесів, площинного поширення забруднюючих компонентів, загально-географічна, геологічна та інші характеристики.

Використовувались також польові географічні, геологічні, геоморфологічні, геохімічні, ландшафтні, ґрунтознавчі, кліматологічні та геохімічні методи досліджень із застосуванням сучасних ГІС-технологій та іншого програмного забезпечення. Аналіз власних, літературних та фондових матеріалів дав можливість створити необхідну для виконання роботи факторологічну основу. При проведенні дрібномасштабних досліджень (1 : 50 000) на території Надвірнянського нафтопромислового району була розбита мережа із 153 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплюють весь полігон та згруповані у 14 маршрутів – профілів (рис. 1). У кожній точці спостережень відбирались проби із різних середовищ, які потім аналізувались на різні види забруднень.

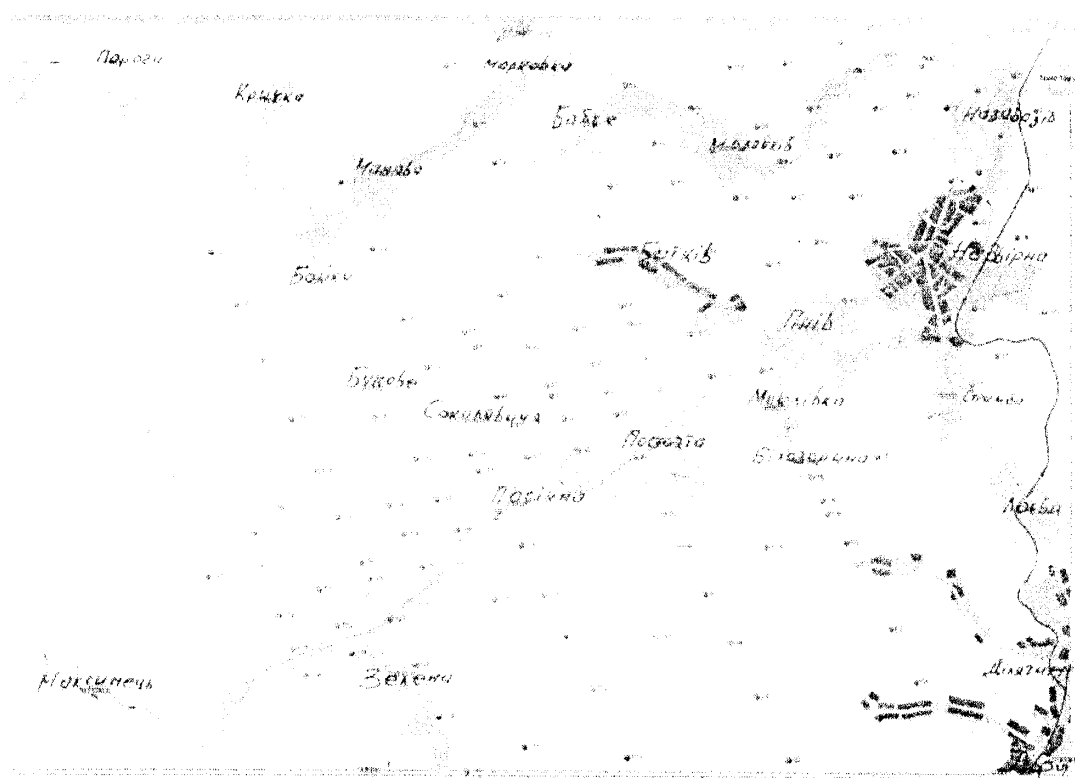


Рис. 1. Карта фактичного матеріалу

Основна мета польових екологічних маршрутів – картування деградаційних явищ змінених ландшафтів на основі візуальних спостережень для складання карт забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, донних відкладів, атмосферного повітря, рослинного та тваринного світу, порушень геологічного середовища.

Польові екологічні маршрути проводять двома способами: паралельних маршрутів та петель [12].

В даному випадку для картування ландшафтно-екологічних зон, які мають в досліджуваному районі південно-західне – північно-східне простягання, використовувався спосіб паралельних маршрутів. І тому маршрути проходили з південного сходу на північний захід, охоплюючи всю територію Надвірнянського нафтогазопромислового району.

Аналіз виконаних робіт. За результатами досліджень обґрунтована концепція побудови систем локального екологічного моніторингу нафтогазопромислового району. Та чи інша територія – це природно-антропогенна геосистема (або її частина, або кілька їх), екологічний стан якої визначається взаємодією людини та її господарства (соціосфера з неживою (геосфера) та живою (біотосфера) природою). Щоб ця взаємодія була гармонійною, треба забезпечити стійку рівновагу між соціо-, гео- і біотосферами. Отже необхідно вивчити усі складові компоненти цих сфер, моделювати на комп'ютері їх рівновагу і підтримувати її господарською діяльністю – така суть покомпонентного підходу до побудови систем екомоніторингу. Розглядається геосферний блок (літосфера ГС, геофізсфера ГФ, геоморфосфера ГМ, гідросфера ГД, атмосфера АТ), біотосферний блок (педосфера ПД, фітосфера ФТ, зоосфера ЗС) та соціосферний блок (техносфера ТС, демосфера ДС). Кожна з цих десяти сфер має свою будову та характеристику, яка складається з ряду інформаційних параметрів. Створюються бази даних по кожному з компонентів, на основі яких будуються електронні карти, а аналіз екологічної інформації з карт дозволяє приймати керівні рішення щодо певних ситуацій у залежності від ієрархічного рівня моніторингу (рис. 2).

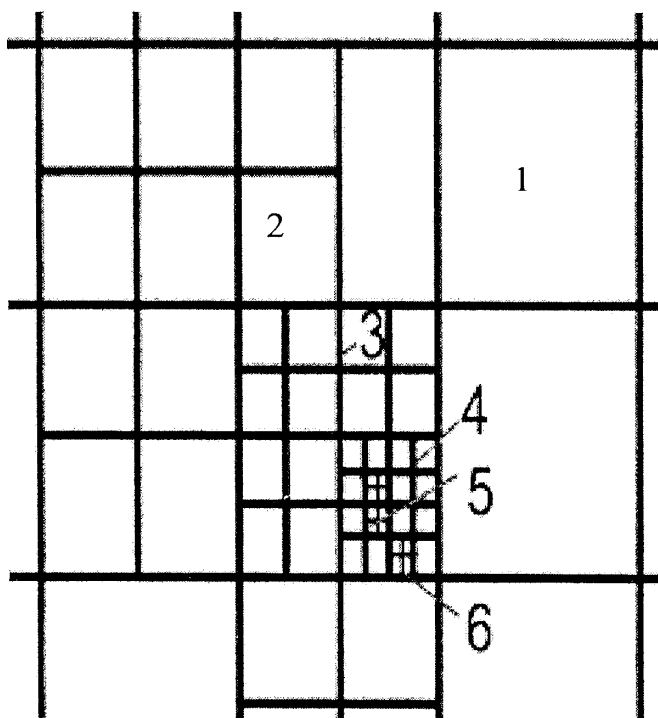


Рис. 2. Ієрархія систем екологічного моніторингу України:

1 – національний рівень (1 : 1 000 000, розмір квадрата мережі – 10 x 10 км), 2 – регіональний рівень (1 : 500 000, 5 x 5 км), 3 – обласний рівень (1 : 200 000, 2 x 2 км), 4 – районний рівень (1 : 50 000, 500 x 500 м), 5 – міський рівень (1 : 10 000, 100 x 100 м), 6 – об'єктний рівень (для підприємства) (1 : 5 000 – 1 : 1 000, від 50 x 50 до 10 x 10 м).

Із розгляду структури природно-антропогенної геосистеми витікає, що в кожному її компоненті можуть відбуватись як природні так і техногенні екологічні зміни. Отже необхідно виконати послідовність (алгоритм) моніторингових досліджень геосистем локального рівня. Така послідовність передбачає вибірку із кожного компонента кількох екологічних змін, які відбуваються природним шляхом та під впливом техногенного навантаження. Ці зміни інтегруються для створення сумарного екологічного результату, який і буде впливати на здоров'я населення та стан природних екосистем. У нашому конкретному випадку, у Надвірнянському нафтогазопромисловому районі, таких змін ми визначили у кількості 20. Насправді ж їх значно більше, у залежності від детальності і глибини досліджень.

Для кожного виду із цих двадцяти екологічних змін ми пропонуємо технічні методи їх оцінки.

Так, наприклад, ураженість геологічного середовища досліджуваної території зсувами ${}_1E_{GC}^{зсуви}$ оцінюються площею враження S в $км^2$, об'ємом зсувних мас V в $м^3$ і відсотками (%) площі зсувної території. Порушення геологічного середовища бурінням і кар'єрами ${}_4E_{GC}^{бур}$ оцінюється коефіцієнтом K_n , який розраховується за спеціальною формулою.

Порушення геоморфосфери (рельєфу) ярковою ерозією ${}_{10}E_{GC}^{ероз}$ оцінюється площею S (в $км^2$) її розповсюдження та відсотком (%) враженої території. Екологічні зміни ґрунтових вод ${}_{12}E_{GD}^{згв}$ розраховується згідно сумарного коефіцієнта забруднення $Z_{ci} = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1)$. Таким же методом оцінюються екологічні зміни атмосферного повітря, ґрунтів, рослинності і сільськогосподарських продуктів рослинного і тваринного походження. І так – усі 20 екологічних змін.

Сумарний результат інтегрування усіх екологічних змін E_p буде не простою сумою змін кожного компонента довкілля, а функцією:

$$E_p = f(E_{GC}, E_{GF}, E_{GM}, E_{GR}, E_{AT}, E_{IDR}, E_{FT}, E_{3Q}), \text{ де} \quad (1)$$

$$E_{GC} = E_{GC}^{np} + E_{GC}^{mx}$$

$$E_{GC}^{np} = {}_1E_{GC}^{зсуви} + {}_2E_{GC}^{карст} + {}_3E_{GC}^{сейсмо}$$

$$E_{GC}^{mx} = {}_4E_{GC}^{бур} + {}_5E_{GC}^{газ}$$

$$E_{GF} = {}_6E_{GF}^{акуст} + {}_7E_{GF}^{електромаг} + {}_8E_{GF}^{радіац}$$

$$E_{GM} = E_{GM}^{np} + E_{GM}^{mx}$$

$$E_{GM}^{np} = {}_9E_{GM}^{неотект} + \dots$$

$$E_{GM}^{mx} = {}_{10}E_{GM}^{ероз} + \dots$$

Такі формули можна написати для усіх 20 екологічних змін згідно технічних методів їх оцінки.

Інтеграція 20 чинників екологічних змін здійснюється шляхом накладання карт розповсюдження по площі кожного чинника:

$$\Sigma E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots E_{20}, \quad (2)$$

де ΣE – карта сумарного екологічного впливу,

$E_1, E_2, E_3, \dots E_{20}$ – карти розповсюдження по площі району кожних екологічних змін.

Графічне накладання екологічних карт одна на одну звільняє нас від складних розрахунків екологічного впливу, тому що кожна із цих карт найбільш об'єктивно відображає розповсюдження та інтенсивність прояву по площі того чи іншого впливу. Для оцінок стану довкілля на території при екологічному моніторингу локального рівня важливим є площа враження тим чи іншим екологічним впливом, тому що заходи по стабілізації або покращенню стану довкілля повинні розроблятися конкретно до якоїсь площі, а не взагалі до всього району, як це роблять і зараз природоохоронні органи.

Важливим є виключити із екологічних карт фон, на якому відбуваються ті чи інші екологічні зміни.

Локальний геохімічний фон $\Phi_{\text{лок}}$ для карт ми пропонуємо вибирати із кларку того чи іншого елемента-забруднювача K , його регіонального фону $\Phi_{\text{рег}}$, обласного $\Phi_{\text{обл}}$ чи районного $\Phi_{\text{рай}}$ фонів, співставляючи їх між собою і з розрахунковим фоном $\Phi_{\text{розрах}}$ досліджуваної території.

Із них – найбільше значення і буде локальним геохімічним фоном для екологічних карт нафтопромислового району:

$$\Phi_{\text{лок}} \geq K \geq \Phi_{\text{рег}} \geq \Phi_{\text{обл}} \geq \Phi_{\text{рай}} \geq \Phi_{\text{розрах}} \quad (3)$$

Та величина у формулі, яка буде найбільшою і повинна бути прийнятою за фон локального рівня. При цьому фон розраховується як середнє із 2/3 точок, у яких визначався вміст забруднюючих хімічних елементів. Наприклад, вміст цинку Zn у ґрунтах на досліджуваній території визначався у 153 точках. Із них вміст Zn у 28 точках дорівнює $0,028 \times 10^{-4}$ мг/кг – у 31 точці, $0,339 \times 10^{-4}$ мг/кг – у 68 точках, $1,228 \times 10^{-4}$ мг/кг – у 7 точках, $0,15 \times 10^{-4}$ мг/кг – у 4 точках, $8,6 \times 10^{-4}$ мг/кг – у 3 точках, $24,6 \times 10^{-4}$ мг/кг – у 3 точках, $37,43 \times 10^{-4}$ мг/кг – у 9 точках, 2/3 точок – це 102. Отже, середнє: $2,915 \times 10^{-4}$ мг/кг.

Розрахунковий фоновий вміст Zn буде дорівнювати $2,915 \times 10^{-4}$ мг/кг.

Таким чином, еколого-техногеохімічні карти є найбільш досконалим інструментом, що дозволяє провести якісну “розбраковку” досліджуваної території на площі з різним ступенем забруднення або деградації довкілля, а це, у свою чергу, дозволяє найбільш науково обґрунтовано розробити і здійснювати відповідні заходи для захисту та оздоровлення навколишнього середовища у нафтогазопромислових районах.

Для оцінки стану приповерхневого шару атмосферного повітря проведено аналіз відібраних в 153 точках спостереження проб. Оцінка екологічного стану атмосферного повітря здійснюється безпосереднім вимірюванням складу атмосферного повітря та вмісту в ньому різних забруднювачів з відбором та аналізом проб повітря по моніторинговій мережі. Проводиться аналіз проб на вміст хімічних елементів I, II та III класів гігієнічної небезпеки відповідно до Держстандарту № 17.4.1.01-83 – Hg, Cd, Se, Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Mo, Cr та забруднювачів – NO_x , SO_x , CO, бензин, толуол, ксилол, ацетон, Cl_2 , а також аналіз складу атмосферного повітря – вміст O_2 , N_2 , CO_2 . У результаті обробки та аналізу проб будуються електронні карти поелементного вмісту забруднюючих речовин (рис. 3) та сумарного показника забруднення.

Оцінка екологічного стану проводиться шляхом порівняння фактичного вмісту елементів-забруднювачів у геокомпонентах з гранично допустимими концентраціями (ГДК) – визначається сумарний показник забруднення Зс (СПЗ). СПЗ дорівнює сумі коефіцієнтів концентрації хімічних речовин. Коефіцієнт концентрації хімічного елементу визначається відношенням його реального вмісту в природному компоненті (C_i) до його фонового вмісту (C_{ϕ}):

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_{\phi}} \quad (4)$$

Встановлено, що перевищення вмісту забрудників гранично допустимих концентрацій (ГДК_{рз}) спостерігаються в основному на території вздовж р. Бистриці-Надвірнянської, що обумовлюється переважаннями вітрами, та поблизу населених пунктів Бабче, Молодків, Надвірна, Постоята, Білоризна, зумовленими викидами автотранспорту, підприємствами нафтового промислу та деревообробної промисловості. Наприклад, концентрації ксилолу перевищують ГДК в 1.25 разів в районі сіл Бабче, Молодкова, концентрації міді – у 2 рази (села Пнів, Постоята, Назавизів), свинцю – в 2.7 разів (села Зелена, Пасічна, Пнів, Назавизів).

З метою оцінки стану атмосферних опадів проведено аналіз вмісту забрудників в відібраних пробах дощу і снігу. Проби дощу були відібрані в 63 точках. У цих пробах було проведено визначення вмісту важких металів (ртуті, кадмію, цинку, міді, свинцю, нікелю, кобальту, молібдену, хрому, селену,

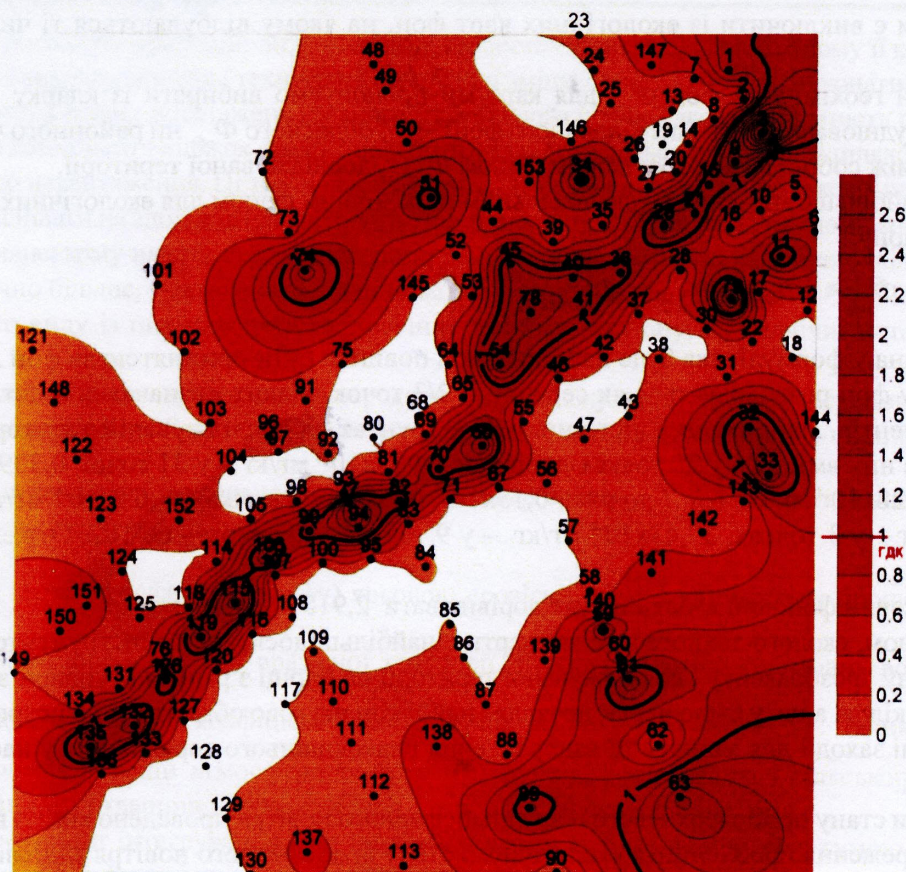


Рис. 3. Вміст Pb, мг/м³, в атмосферному повітрі

заліза, алюмінію) атомноадсорбційним методом. Концентрації важких металів перевищують середній для даної території вміст в точках, розташованих в долині річки Бистриці-Надвірнянської (точки 126, 115, 106, 99, 65 і інші) і в районі села Бабче. Найбільше перевищення, у 5 разів, спостерігається по таких елементах: свинець, мідь та цинк.

Оцінка стану ґрунтів. Встановлено, що перевищення вмісту гранично допустимих концентрацій забрудників спостерігаються в основному на території вздовж р. Бистриці– Надвірнянської, а також зосереджені в районі м. Надвірної, сіл Битків, Пнів, Пасічна, Назавизів. Наприклад, концентрації селену перевищують середній для даної території вміст у 8 раз, алюмінію – у 5 раз і заліза – у 3 рази. Концентрації молибдену і свинцю перевищують ГДК даних речовин у 2,5 рази, а міді – 5 разів (рис.4).

Проби поверхневих вод відбиралися в 54 точках, розташованих в основному на водотоках (р.Бистриця-Надвірнянська, Луквиця, Стримба, Ворона, потічок Битківський та ін.). При аналізі відібраних проб визначалися органолептичні, гідрофізичні, гідробіологічні, бактеріологічні показники, специфічні показники токсичної та радіаційної дії, а також екологічний індекс якості та чистоти вод. Згідно інтегрального екологічного індексу, встановлений клас якості води та категорія якості води для кожної досліджуваної водойми, причому було виділено сім класів якості поверхневих вод (відмінні, дуже добрі, добрі, задовільні, посередні, погані, дуже погані). До водойм з дуже поганою якістю вод належать лише потічки в районі сіл Назавизова та Млини. Води з відмінною якістю зустрічаються в верхів'ях рік. До таких вод також відноситься потічок між річками Бистриця-Надвірнянська та Стримба. Води р. Бистриці-Надвірнянської належать до декількох класів якості: дуже добрі та добрі (верхів'я річки), задовільні, посередні та погані (ділянка річки поблизу сіл Назавизів, Лісна Тарновиця, Фітьків – у північно-східній ділянці району).

Екологічний стан ґрунтових вод. Встановлено, що перевищення ГДК для токсичних елементів спостерігається на північній та центральній ділянках району. Так, вміст свинцю перевищує допустиму



Умовні позначення

Ареали поширення:

	Hg		Pb		Cr
	Cd		Ni		Se
	Zn		Co		Fe
	Cu		Mo		Al

Рис. 4. Сумарний показник забруднення важкими металами ґрунтів

концентрацію в 5 разів, вміст цинку – в 4 рази, вміст міді – в 2 рази, вміст кобальту – в 3 рази. В основному високі концентрації елементів характерні для території таких населених пунктів, як Молодків, Бабче, Битків, Назавизів. Ареали поширення концентрацій, що перевищують допустимі, загалом співпадають з аналогічними для ґрунтів.

Комплексна оцінка сучасного стану території Надвірнянського нафтопромислового району. Проаналізувавши побудовані схеми сумарного забруднення атмосферного повітря, атмосферних опадів, ґрунтів, ґрунтових вод, донних відкладів, рослинності та тваринницької продукції, визначено, що території, які відзначаються вмістом забруднюючих речовин вище відповідних ГДК, приурочені до долини р. Бистриця-Надвірнянська та населених пунктів, в яких розташовані підприємства нафтової та деревообробної промисловості (м. Надвірна, смт. Делятин, села Зелена, Битків, Пнів, Пасічна, Бабче, Молодків, Назавизів).

Разом з тим, для кожного досліджуваного компоненту характерні свої ареали поширення перевищуючих ГДК концентрацій забрудників. Так, ґрунтові води забруднені лише в районі м. Надвірної та сіл Назавизів, Пнів, Стримба (північно-східна частина досліджуваної території); атмосферне повітря – в районі сіл Бабче, Молодків, Битків, Пнів і м. Надвірна; ґрунти – біля сіл Битків, Пнів, Бабче, Делятин, Пасічна та м. Надвірна. На основі аналізу екологічного стану різних компонентів довкілля, ми виділили на досліджуваній території чотири екологічні стани: 1 – нормальний, 2 – задовільний, 3 – складний, 4 – напружений, які характеризують різні геоекологічні смуги (зони). Таких смуг дванадцять: a,b,c,d,e,g,h,i,m,n,o,p (рис.5).

Для кожної смуги необхідно розробляти свої заходи на основі єдиної системи екологічного моніторингу.

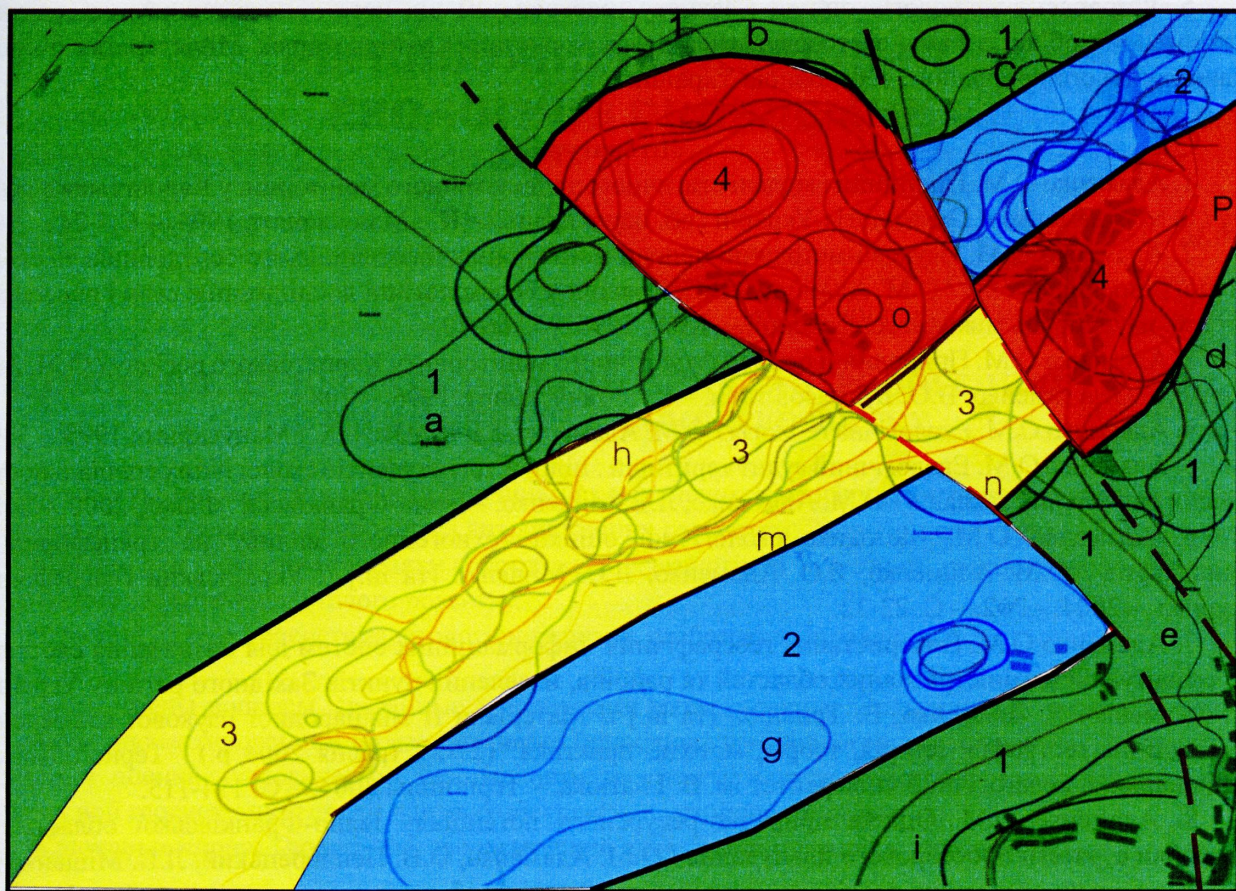
Висновки

1. Для локального екологічного моніторингу Надвірнянського нафтогазопромислового району розроблена система спостережних профілів і геоекологічних полігонів, яка повністю охоплює всю досліджувану територію. Дані отримані при одноразовому обстеженні району є початковим етапом періодичного моніторингу, який необхідно повторювати через певний час, у залежності від ступеня трансформації окремих компонентів довкілля.

2. Пропонована система є відкритою і може включатись до кількох різномасштабних рівнів регіонального і національного моніторингу. Основою системи є банк екологічної інформації, що складається з баз даних по кожному досліджуваному компоненту, які включають десятки екологічних параметрів. Загальна ж кількість параметрів може досягати кількох сот і навіть тисячі.

3. У процесі створення систем локального екологічного моніторингу необхідно враховувати наступне:

- екологічний моніторинг повинен бути частиною загальної системи еколого-соціально-економічної оптимізації досліджуваного району;
- локальний екологічний моніторинг сумісний з системами моніторингу інших регіонів і з міжнародними системами в цілому;
- окремі частини моніторингу повинні бути сумісні між собою у функціональному, інформаційному, програмному, експлуатаційному, метеорологічному відношеннях;
- для створення екологічного моніторингу нафтогазопромислових районів перш за все необхідно орієнтуватись на геоситуаційний підхід з врахуванням динаміки нафтогазовидобування;
- екологічний моніторинг повинен орієнтуватись не лише на загальну мету, але й на конкретних споживачів – органи влади, підприємства, інші установи;
- система спостережень, обробки отриманих даних, їх передачі споживачам, використання інформації для оцінки ситуації, прогнозування і прийняття рішень повинно виконуватись з урахуванням змін в техніці та соціально-економічних умовах;
- в системі локального екологічного моніторингу необхідно передбачати не тільки пріоритетні екологічні показники, але й визначення причини надзвичайних екологічних ситуацій, постійне внесення оперативної інформації для уточнення прогнозу змін довкілля та прийняття відповідних управлінських рішень.



Умовні позначення

Ареали забруднення:

	Тваринницької продукції		Грунтів		Атмосферного повітря (гази)
	Донних відкладів		Рослинності		
	Опадів снігу		Опадів дощу		
	Грунтових вод		Атмосферного повітря (важкі метали)		

Головні зони тектонічних порушень

Границі смуг (зон);

Екологічний стан геоекологічних смуг (зон):

1 - нормальний, 2 - задовільний, 3 - складний, 4 - напружений;

а, b, c, ..., p - номери смуг (зон)

**Рис. 5. Карта сучасної екологічної ситуації
Надвірнянського нафтогазопромислового району**

4. Комплексність системи екологічного моніторингу забезпечується різноманітністю підходів до екологічного картографування району: ландшафтного, ресурсного, еколого-техногеохімічного та ін. Вся екологічна інформація повинна накопичуватись в ПЕОМ, що дозволяє оперативно вносити зміни в комплексні показники екологічного стану відповідно з динамікою природно-антропогенних геосферно-біотосферно-соціосферних процесів.

5. Розроблена технологія оцінки і захисту геоекосистем від негативного впливу небезпечних техногенних об'єктів може застосовуватись для використання у підрозділах Міністерства охорони навколишнього природного середовища України.

Література

1. Адамєнко О.М. Принципи і моделі статичного та динамічного моніторингу Карпатського регіону / О.М. Адаменко // Геоекологія України : зб. наук. праць. – К. : Манускрипт, 1993. – С.7-24.
2. Адаменко О.М. Науково-методичні основи моніторингу навколишнього середовища та екологічної безпеки регіонів / О.М. Адаменко, В.С. Кравців // Геоекологічні дослідження: стан і перспективи : зб. наук. праць міжнар. конференції. – Київ, 1995. – С.66-70.
3. Адаменко О.М. Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського регіону / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, В.О. Булмасов та ін. – К. : Манускрипт, 1996. – 208 с.
4. Адаменко О.М. Екологічна геологія / О.М. Адаменко, Г.І. Рудько. – К. : Манускрипт, 1998. – 349 с.
5. Адаменко О.М. Екологічний аудит територій : підруч. для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Факел, 2000. – 241 с.
6. Адаменко О.М. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко [та ін.] // Український географічний журнал. – 2004. – №2. – С. 22-32.
7. Адаменко О.М. Використання географічних інформаційних систем для визначення екостанів та екоситуацій адміністративних областей та районів, населених пунктів Західного регіону України / О. Адаменко, Я. Адаменко, В. Триснюк [та ін.] // Матеріали II міжнародної наукової конференції “Екологічна географія: історія, теорія, методи, практика” (27-29 травня 2004 р.) / Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка. – Тернопіль, 2004. – С. 114-115.
8. Адаменко О.М. Оцінка природно-ресурсного потенціалу Івано-Франківської області для розробки стратегії просторового планування / О.М. Адаменко, О.В. Пендерецький, Л.В. Міщенко [та ін.] // Соціально-економічні дослідження в перехідний період : зб. наук. праць міжнародної конференції, 11-12 вересня 2004 р. / Ін-т регіональних досліджень НАНУ. – Львів, 2004. – Вип.2 (XLVI). – С.113-122.
9. Адаменко О.М. Геоінформаційна система екологічної безпеки та екологічного аудиту території / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко [та ін.] // Система екологического менеджмента – ISO 14001 – экологический аудит, часть 5. – Київ : Знання, 2005. – 393 с.
10. Адаменко О.М. Екологічна оцінка ґрунтів у зоні впливу небезпечних техногенних об'єктів / О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, О.В. Пендерецький [та ін.] // Науковий вісник Чернівецького університету. – Чернівці : Рута, 2005. – Вип. 257. Біологія. – С. 3-11.
11. Адаменко Я.О. Структура будови баз даних екологічної інформації. У кн.: Нетрадиційні енергоресурси та екологія України / Я.О. Адаменко. – К. : Манускрипт, 1996. – С. 111-123.
12. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І.М. Волошин. – Львів : Простір, 1998. – 356 с.
13. Герасимов И.П. Мониторинг окружающей среды. Современные проблемы географии / И.П. Герасимов. – М. : Наука, 1976. – С. 19 – 29.
14. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А. Израэль. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 534 с.
15. Израэль Ю.А. Проблемы мониторинга и охраны окружающей среды / Ю.А. Израэль. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 398 с.
16. Рудько Г.І. Екологічний моніторинг геологічного середовища / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. – 245 с.
17. Izrael Yu.A. The problem of air pollution and other aspects of environmental pollution. The concept of monitoring and regulating the quality of the environment, WMO, 1979. – Geneva, 1979. – № 517. – S. 3-9.

РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК (574+502,7): 55
504.021

Приходько М.М.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

ЕКОЛОГІЧНЕ ІНСПЕКТУВАННЯ ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННИХ ГЕОСИСТЕМ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Розглянуті питання, пов'язані з причинами виникнення екологічних ризиків та екологічним інспектуванням і безпекою природних і антропогенних геосистем. Запропоновані критерії оцінки екологічної безпеки геосистем та шляхи конструювання екологічно безпечного геосистемного середовища з метою забезпечення сталого розвитку.

Ключові слова: Геосистема, екологічний ризик, екобезпека, управління.

Рассмотрены вопросы, связанные с причинами возникновения экологических рисков, и экологическим инспектированием и безопасностью природных и антропогенных геосистем. Предложены критерии оценки экологической безопасности геосистем и пути конструирования экологически безопасной геосистемной среды с целью обеспечения устойчивого развития.

Ключевые слова: Геосистема, экологический риск, экобезопасность, управление.

The article describes the questions related to the reasons of origin the ecological risks and ecological safety of natural and antropogenious geosystems. Here is offered the criteria of estimation the ecological safety geosystems and ways of constructing ecologically safe geosystem's environment with the purpose of providing the steady development.

Keywords: Geosystem, ecological risk, ecological safety, management.

Актуальність теми. З початку розвитку цивілізації люди пристосовують природу до своїх потреб і створюють необхідний їм „життєвий простір”. У результаті взаємодії в системі “природа – суспільство” сформувалися як природні, так і антропогенні територіальні системи (геосистеми).

На початку активної діяльності людини геосистеми склалися тільки із природних компонентів і формували гармонійну цілісність на певній території – первинний (корінний) біогеоценотичний покрив. З кінця палеоліту (5-6 тисяч років до нашої ери), коли виникло рільництво і первинна металургія, люди почали активно впливати на оточуючі їх природні геосистеми, внаслідок чого вони стали перетворюватися на антропогенні геосистеми, які включають природне середовище, виробництво, поселення та відповідну інфраструктуру (дороги, трубопроводи та ін.). Науково-технічний прогрес, який розпочався на початку XIX століття і продовжується тепер, екологічно необґрунтоване освоєння території, використання природних ресурсів без урахування законів, правил і принципів природокористування обумовлюють постійне і зростаюче антропогенно-техногенне навантаження на природні геосистеми.

На визначальну роль антропогенного фактора, як одного з основних, що обумовлює стан навколишнього природного середовища, було вказано на “Конференції ООН з питань навколишнього середовища” (Стокгольм, 1972). Враховуючи, що антропогенний вплив на природне середовище досяг критичного рівня, умови проживання людей погіршуються, кількість і якість природних ресурсів зменшується, а екологічні ризики стають глобальними, у 1983 р. ООН створила Всесвітню комісію з питань довкілля і розвитку, яка у 1987 р. подала доповідь “Наше загальне майбутнє”. У доповіді було проголошено принцип сталого розвитку “sustainable development” як основи стратегії приведення у відповідність соціально-економічного розвитку із збереженням природного середовища.

Необхідність збереження і відновлення природного середовища та забезпечення екологічної безпеки геосистем стала глобальною суспільною парадигмою, умовою сталого (збалансованого) розвитку. Очевидною є необхідність збереження природи (об'єктів природи) як джерела живого, предметів і засобів праці, а також просторового базису і середовища життєдіяльності людини, оскільки людина, як біологічний вид, може жити лише у екологічно безпечних умовах.

Актуальність проблеми екологічної безпеки геосистем (природних, антропогенних) зумовлена посиленням антропопресії (промислова, гірничовидобувна, землеробська, лісогосподарська, водогосподарська, транспортна і рекреаційна діяльність), розширенням спектру та зростанням інтенсивності небезпечних процесів (паводки, зсуви, селі, ерозія, карст), а також зниженням продуктивності та стійкості геосистем.

Екологічна безпека є складовою національної безпеки України і повинна забезпечувати захищеність життєво важливих інтересів суспільства (людини) від реальних або потенційних ризиків, що створюються природними або антропогенно-техногенними чинниками. Будь-яка антропогенна діяльність небезпечна, оскільки в жодному із видів діяльності неможливо досягти абсолютної безпеки. У зв'язку з цим, система управління екологічною безпекою повинна базуватися на принципі прийнятного ризику [1], збереженні природних і ренатуралізації антропогенних геосистем (шляхом інспектування наближених до природних геосистем). Виникає необхідність обґрунтування заходів, які забезпечують мінімізацію екологічних ризиків та вироблення наукових засад конструювання екологічно безпечного геосистемного середовища.

Із історії досліджень. Розробка теорії екологічної безпеки геосистем знаходиться в стадії формування. Ця проблема має багаторівневий, багатоцільовий, ієрархічний характер і потребує вироблення стратегій екологічно безпечного розвитку геосистем. Проблемам екологічних ризиків і екологічної безпеки присвячені роботи О.М. Адаменка, Я.О. Адаменка, О.Т. Азімова, В.А. Барановського, В.А. Бокова, Є.П. Буравльова, В.П. Гетьмана, В.П. Горбуліна, Л.Д. Грекова, М.Д. Гродзинського, Б.М. Данилишина, І.П. Дрозда, О.Л. Дронової, А.Б. Качинського, Г.В. Лисиченка, В.Б. Мокіна, В.М. Петліна, Г.І. Рудька, О. Г. Топчієва, Л.Є. Шкіци, Є.О. Яковлева та ін. Однак вони спрямовані, в основному, на вирішення проблем екологічної безпеки техногенних геосистем.

У сучасних моделях екологічної безпеки фактори безпеки (екологічно безпечного розвитку) природних і антропогенних геосистем визначені недостатньо. Не обґрунтовані нормативи рівня господарського освоєння та структурної організації геосистем, які б забезпечували збереження їх функцій, цілісності, природності, здатності до саморегуляції і самовідновлення. Не розроблені система управління екологічними ризиками і стратегія досягнення цілей екологічної безпеки, які відповідають принципам сталого (збалансованого) розвитку, проголошених у "Програмі дій. Порядку денному на ХХІ сторіччя" (Ріо-де-Жанейро, 1992), "Декларації по сталому розвитку" (Йоганнесбург, 2002), а також вимогам Європейської ландшафтної конвенції (Флоренція, 2000), Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (Київ, 2003), Законів України "Про охорону навколишнього природного середовища" (1991), "Про основи національної безпеки України" (2003) та ДСТУ ISO 14001-2006 "Системи екологічного керування".

Методика досліджень. Екологічна безпека природних і антропогенних геосистем розглядається нами як стан геосистем, за якого забезпечується екологічна рівновага (баланс), попередження погіршення екологічної ситуації та виникнення небезпеки (будь-яких негативних наслідків) для компонентів геосистем, життєдіяльності і здоров'я людей.

В основі екологічної безпеки геосистем лежить концепція екологічного ризику, який є оціночною величиною екологічної небезпеки. Стратегія екологічної безпеки повинна передбачати цілеспрямовану діяльність (сукупність дій і процесів) щодо попередження виникнення екологічних ризиків.

Екологічний ризик розглядається нами як імовірність виникнення і розвитку небезпечних процесів і явищ та негативних наслідків для геосистем і людини від сукупності шкідливих впливів природних, антропогенних або техногенних факторів.

Природні екологічні ризики обумовлені несприятливими природними процесами і явищами (землетруси, зсуви, селі, паводки тощо). Антропогенні ризики пов'язані з промисловою, сільськогосподарською, лісогосподарською, водогосподарською та рекреаційно-туристичною діяльністю. Техно-

генні ризики є наслідками функціонування великих промислових об'єктів (ТЕЦ, АЕС, нафтопереробні комплекси) та гірничовидобувних підприємств.

До основних екологічних ризиків ми відносимо:

- знищення і руйнування цілісності (фрагментація) природних геосистем, корінного (первинного) біогеоценотичного покриву;
- забруднення компонентів геосистем;
- зміни клімату;
- виснаження природних ресурсів, збіднення біотичного і ландшафтного різноманіття;
- порушення ентропійності (врівноваженості), руйнування первинної структури, втрата стійкості і захисних властивостей геосистем;
- виникнення і розвиток негативних екзогенних геодинамічних процесів і явищ (ерозія, зсуви, карст);
- зміни природних гідрологічних режимів річок, затоплення і підтоплення територій.

Найнебезпечнішим ризиком є втрата надійності геосистем, що проявляється у втраті геосистемами цілісності, структури і стійкості [17].

Аналіз екологічного інспектування стану геосистем. На території України руйнування цілісності (фрагментація) природних геосистем і корінного біогеоценотичного покриву пов'язані з вирубуванням лісів, розорюванням післялісових земель, лук і степів, осушенням перезволожених земель і боліт з послідувочим використанням земель для сільськогосподарських цілей (орні землі, сіножаті, пасовища, сади, виноградники), а також для створення поселень, будівництва промислових об'єктів, створення необхідної інфраструктури. Площа вкритих лісом земель зменшилась з 27 млн. га у I тисячолітті нашої ери до 9,48 млн. га (лісистість знизилась з 44 % до 15,7 %). Площа степів зменшилась із 35 % до 1 %; боліт, заболочених земель і плавнів – з 6 % до 3 %. Розораність території України досягла 54 %. Площа забудованих земель і під дорогами становить понад 7 %, що в 1,4 раза більше, ніж площа природно-заповідних територій та об'єктів [3, 11, 12, 19]. Зруйнована первинна структура природних геосистем, знижена їх стійкість. Природні геосистеми перетворились в антропогенні геосистеми, у яких порушені механізми стійкості, саморегуляції, самовідновлення і самоочищення.

Коефіцієнти антропогенної трансформації ($K_{ат}$) природних геосистем (відношення суми площ сільськогосподарських угідь, забудованих земель і земель транспорту до загальної площі території) коливаються в межах 0,40-0,86. Відносно менш порушені природні геосистеми у Закарпатській, Івано-Франківській, Волинській і Житомирській областях ($K_{ат}$ – відповідно 0,40, 0,50, 0,55 і 0,56). Найбільш трансформовані (модифіковані) природні геосистеми у Вінницькій (0,80), Донецькій (0,84), Дніпропетровській (0,84), Запорізькій (0,86), Кіровоградській (0,86), Миколаївській (0,86), Одеській (0,81), Тернопільській (0,80), Полтавській (0,80), Харківській (0,81) і Хмельницькій (0,80) областях.

Природні та умовно природні геосистеми (праліси, природні лучні, степові і водно-болотні угіддя) збереглися тільки на територіях біосферних і природних заповідників, національних природних парків та інших заповідних об'єктів, а також на ділянках, які непридатні для господарського використання (кам'янисті місця, круті схили).

У контексті екологічної безпеки виникає завдання дати оцінку антропогенних змін природних геосистем, встановити допустимі межі антропогенних навантажень, обґрунтувати шляхи невиснажливого використання і відновлення природних ресурсів, збереження і відтворення корисних функцій геосистем, ренатуралізації девастрованих територій і повернення їх у сферу продуктивного використання [5, 6, 13]. В антропогенних геосистемах, відповідно до закону еволюційно-екологічної незворотності [16], екологічно безпечне функціонування відновлюється дуже повільно. Тому для забезпечення екологічної безпеки геосистем стратегічною ціллю є збереження існуючих природних геосистем та відновлення природного біогеоценотичного покриву (у першу чергу рослинного покриву і пов'язаного з ним тваринного світу).

Оцінка екологічних ризиків і екологічної безпеки геосистем є одним із пріоритетних завдань, вирішення якого важливе як у теоретичному, так і у прикладному аспектах. Оцінка ризиків за комплексом діагностичних ознак та оціночних критеріїв дає можливість визначити їх рейтинги та рівень небезпеки для геосистем і життєдіяльності людей. Оцінка ризику – це аналіз причин його

виникнення та масштабів прояву в конкретній ситуації, виражених кількісними показниками завданих ним збитків (економічних, соціальних, екологічних).

В якості показника, який дає змогу оцінювати і порівнювати рівень екологічної безпеки різних геосистем нами пропонується використовувати величину екологічного потенціалу геосистеми. Екологічний потенціал О.Г. Ісаченко [7] визначає як здатність геосистеми (ландшафтної системи) задовільняти потреби людини у всіх необхідних первинних (не пов'язаних з виробництвом) засобах існування (повітря, світло, тепло, питна вода, продукти харчування), а також у природних умовах праці, відпочинку і духовного розвитку.

Для визначення базового рівня екологічного потенціалу природних (первинних) геосистем, на місці яких виникли антропогенні (вторинні) геосистеми, М.А. Голубець [5] пропонує первинний екологічний потенціал – сукупність речовинно-енергетичних ресурсів і властивостей корінної (клімаксової) екосистеми, що забезпечують її максимально можливі структурно-функціональні параметри і корисні функції.

Близьким до екологічного потенціалу є поняття “ландшафтного потенціалу”, під яким П.Г. Шищенко [20] розуміє фізичний стан і речовинно-енергетичну забезпеченість географічних ландшафтів, які визначають їхню здатність виконувати природоохоронні та соціально-економічні функції.

Результати досліджень. Для оцінки і порівняння екологічних потенціалів природних й антропогенних геосистем нами виконане екологічне інспектування їх за такими критеріями:

- кількість біотичної продукції на одиниці площі;
- енергетична ємність (кількість енергії, накопиченої на одиниці площі);
- водотрансформаційна здатність (кількість атмосферних опадів, перетворених у внутрішньогрунтовий стік, запаси води у ґрунті);
- ресурсний запас (показник можливого використання певного ресурсу без небезпеки порушення стійкості геосистеми);
- екологічна ємність (кількість забруднюючих речовин, що може бути трансформована і накопичена без порушення нормального стану, стійкості і функціонування геосистеми);
- стійкість (здатність геосистеми зберігати свою структуру і функціональні особливості);
- біотичне і ландшафтне різноманіття.

Екологічно безпечною слід вважати антропогенну геосистему, в якій величина екологічного потенціалу близька до екологічного потенціалу природної (первинної) геосистеми або перевищує його. Екологічна безпека геосистем означає відповідність їх параметрів умовам безпечного функціонування і розвитку, а також відсутність загроз для життєдіяльності і здоров'я людини.

Стратегічними цілями забезпечення екологічної безпеки природних і антропогенних геосистем є:

- невиснажливе використання природних ресурсів і охорона навколишнього природного середовища;
- збереження і відновлення втрачених природних геосистем, їх складових компонентів.

Перша з цих проблем потребує розроблення і впровадження ефективної системи збалансованого використання ресурсів та зниження рівнів забруднення. З цією метою необхідно забезпечити екологічно допустиме використання ресурсів, значно зменшити кількість викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище.

Розв'язання другої проблеми пов'язане з впровадженням принципів управління, які передбачають збереження і відновлення природних геосистем. Внаслідок сільськогосподарського і лісгосподарського освоєння природних геосистем відбулися значні зміни у структурі біогеоценологічного покриву, знеліснення і гомогенізація геосистем. Порушена цілісність і структурно-функціональна організація природних геосистем, які функціонували раніше як саморегульовані стійкі системи з характерними для них складними взаємозв'язками. З екологічних позицій такі зміни є небезпечними внаслідок втрати біотичного і ландшафтного різноманіття, які є визначальними факторами стійкості і стабільності геосистем [15, 19].

Теоретичною і методологічною основою екологічної безпеки геосистем є коеволюційна і системно-структурна концепції. Коеволюційна концепція базується на взаємній регуляції природи

і суспільства і передбачає регульований адаптивний розвиток соціальної, біотичної і абіотичної підсистем. Коеволюція розглядається як кероване пристосування людини і біосфери, яке відбувається шляхом пошуку стійких станів геосистем і їх зміни відповідно до ситуації, що склалася. При цьому прагматична лінія коеволюції має на увазі досягнення компромісу між “невтручанням” і “підкоренням” природи при обґрунтуванні структурної організації геосистем з врахуванням законів і принципів природокористування (біотичної регуляції, оптимальності, міри перетворення природних систем).

Системно-структурна концепція базується на положенні про системну будову природи. Системність виникає внаслідок того, що природа складається із багатьох об’єктів, які знаходяться між собою у певному взаємозв’язку. Одним із проявів цих взаємозв’язків є взаємодія – процес, коли об’єкти діють один на одного, у результаті чого у них відбуваються певні зміни. Виживають ті системи, стійкість яких достатньо стабільна, внутрішньо суперечлива і має достатній набір зберігаючих реакцій. У зв’язку з цим, при формуванні екологічно безпечних геосистем, перевагу слід надавати таким способам, які забезпечують їх цілісність, стабільність і стійкість при постійній зміні умов середовища, іншими словами – способам, які найкращим чином відповідають принципу “необхідної різноманітності” Вінера – Шеннона – Ешбі.

Ступінь стабільності, яка досягається кожною геосистемою, залежить від її внутрішніх механізмів управління, а також від складності геосистеми. Згідно теорії “надмірності” або “конгенеричного гомотаксису” різноманітність, за умови, що кожен із компонентів виконує певні функції, забезпечує стабільність геосистеми, яку Ю. Одум [10] визначає як властивість системи повертатися до вихідного стану.

При вирішенні питань екологічної безпеки геосистем виникає ряд теоретичних і практичних проблем. Одна із них пов’язана з недооцінкою еволюції природних геосистем. Сучасні геосистеми розглядаються як кінцевий результат еволюції, а не як об’єкти, які знаходяться у процесі розвитку. Порушення рівноваги в геосистемі в еволюційному розумінні може бути не тільки руйнівною, а й створюючою силою.

Такий висновок дає нам можливість сформулювати новий підхід до проблеми екологічної безпеки. Суть цього підходу полягає в тому, що у антропогенній геосистемі шляхом її регульованої реконструкції та впровадження таких систем ведення господарства (природокористування), які враховують екологічну ємність і екологічний потенціал геосистем, а також допустимі обсяги використання природних ресурсів, необхідно досягти нової рівноваги, яка була б сприятливою для людини і забезпечувала сталий розвиток регіону.

Головною причиною виникнення екологічних ризиків (глобальних, регіональних, локальних) є докорінна зміна людиною біогеоценотичного покриву [4] і вихід за межі свого екотопу, що пов’язано із освоєнням нових територій і ресурсів, результатом чого є ущільнення географічного простору [9, 18]. Ущільнення простору є складним багаторівневим процесом, у результаті якого значно зростає інтенсивність природокористування, а тенденція освоєння ресурсів свідчить про від’ємний тип природокористування.

У сучасній практичній діяльності мінімізація впливу суспільства на природу зводиться, головним чином, до мінімізації забруднення довкілля і охорони (збереження) решток “дикої” природи. Такий консервативний природоохоронний підхід дав свої позитивні наслідки в галузі розробки технологій очищення стічних вод і переробки відходів, а також в опрацюванні систем економічного і правового стимулювання суб’єктів виробництва, які здійснюють природоохоронні заходи. Однак він не вирішує питання про екологічну безпеку геосистем і формування безпечних умов життєдіяльності людини.

Ефективнішим є підхід, що ґрунтується на парадигмі цілісності біосфери як гомеостатичної системи. Тоді консервативний підхід стає складовою частиною загальнішої стратегії створення ноосфери. Враховуючи дестабілізацію біосферних процесів, основною ознакою ноосфери має бути стабільність існування системи “суспільство-природа”. Фактично, ноосфера – це біосфера зі структурно і функціонально “вписаним” у неї суспільством [8].

Висновки. Екологічна безпека антропогенних геосистем досягається шляхом їх ренатуралізації і конструювання наближених до природних (на місці яких вони виникли) геосистем з відновленими структурно-функціональними параметрами (енергетичні, організаційні, трансформаційні, середовищеві) і корисними функціями (ресурсні, захисні, рекреаційні).

У зв'язку з цим необхідна реконструкція антропогенних геосистем у повнокомпонентні геосистеми з відновленими властивостями стійкості, саморегуляції і самоочищення, яка побудована на принципах оптимізації [12]. При цьому оптимізацію антропогенних геосистем ми розглядаємо як максимально можливе відновлення їх структурно-функціональних параметрів і корисних функцій.

З цієї метою у басейнах рік необхідно створювати ґрунтоводоохоронні біоінженерні комплекси, які базуються на принципах “відновленого” ландшафту і розглядаються як сукупність впроваджуваних у межах елементарного водозбору (групи водозборів) і басейну ріки в цілому узгоджених з особливостями структури геосистем (ландшафтних систем) організаційних і регулюючо-захисних (біологічних та інженерно-технічних) заходів, які створюють нову цілісність з емерджентними властивостями і забезпечують невиснажливе використання ресурсів, комплексне водорегулювання, поліпшення гідрологічного режиму річок, зниження інтенсивності негативних екзогенних геодинамічних процесів і відновлення наближених до природних геосистем. За такого підходу виробнича діяльність найбільш м'яко вписується в еволюцію розвитку геосистем з максимальним еколого-економічним ефектом [12-15].

Ґрунтоводоохоронні біоінженерні комплекси передбачають дотримання таких принципів:

- формування в межах річкового басейну оптимального співвідношення угідь, з урахуванням сумісності компонентів геосистем;
- забезпечення мозаїчної структури і біотичного різноманіття геосистем;
- розміщення агроценозів, лісів та інших угідь з урахуванням мікрональності умов, типів місцевостей та екологічної придатності земель;
- надання переваги фітомеліорації в системі меліоративних заходів, пріоритетне використання екологічних функцій лісів.

Ґрунтоводоохоронний землеустрій і комплекс меліоративних заходів є обов'язковими елементами технологічного процесу виробництва і повинні здійснюватися всіма землекористувачами і землеволодільцями незалежно від форм власності. Ця вимога передбачена Водним Кодексом України, Земельним Кодексом України, Законом України “Про землеустрій” і рівноцінна тим, які ставляться перед промисловими підприємствами щодо попередження їх негативного впливу на навколишнє середовище внаслідок ведення технологічних процесів, які суперечать екологічним вимогам.

Приватизація земель, виділення їх для колективних сільськогосподарських підприємств, фермерських господарств та інших землекористувачів повинні здійснюватися тільки на основі схем землеустрою з ґрунтоводоохоронною організацією території сільських (селищних) Рад, в яких врахована специфіка ведення багатокладного господарства, передбачена система необхідних меліоративних заходів, елементи інфраструктури розвитку території (дороги, рекреаційні території тощо).

Екологічна безпека в антропогенних геосистемах забезпечується за умови досягнення наступних цільових показників шляхом екологічного інспектування їх стану:

- співвідношення угідь у межах річкових басейнів (рілля : луки : ліси : водно-болотні угіддя):
а) гірські райони – 8-10 : 20-30 : 70-90 : 3-5; б) передгір'я – 30-40 : 25-35 : 30-40 : 5-10; в) рівнини – 40-50 : 25-30 : 20-30 : 10-20;
- вікова структура деревостанів у лісах (молодняки – 30 %; середньовікові – 30 %; пристигаючі – 20 %; стиглі і перестійні – 20 %);
- використання природних ресурсів, викиди і скиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище не перевищують екологічно допустимі норми;
- формування регіональних і місцевих екомереж.

Для досягнення цілей екологічної безпеки і сталого розвитку необхідна переорієнтація виробничої діяльності у бік збалансованого (невиснажливого) ресурсокористування і формування рівноважного навколишнього середовища. В Україні, на жаль, поки-що критерієм розвитку вважається будь-який приріст виробництва, домінує модель “ростоманії” над моделлю екологобезпечного розвитку [2, 12].

Впровадження екологобезпечних і ресурсозберігаючих технологій має стимулюватися державою. Тобто необхідна система законодавчих, економічних та ринкових інструментів регулювання і управління, яка спрямована на розв'язання проблем екологічної безпеки, збереження та відновлення природного середовища.

Література

1. Барановська В.Є. Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища : підручник / В.Є. Барановська, В.А. Боков, О.І. Бондар [та ін.] ; за ред. О.І. Бондаря, Г.І. Рудька. – К.: Вид-во ПП “Екмо”; Х.: ТОВ “Укртехнологія”, 2004. – 423 с.
2. Веклич О.О. Економічний механізм екологічного регулювання в Україні / О.О. Веклич. – К.: Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів, 2003. – 88 с.
3. Генсірук С. А. Ліси України / С. А. Генсірук. – К. : Наукова думка, 1992. – 408 с.
4. Голубець М.А. Екосистемологія / М.А. Голубець. – Львів : Поллі, 2000. – 316 с.
5. Голубець М.А. Екологічний потенціал наземних екосистем / М.А. Голубець, О.Г. Марискевич, Б.О. Крок [та ін.]. – Львів : Поллі, 2003. – 180 с.
6. Дорогунцов С. І. Оптимізація природокористування в 5-ти томах : навч. посіб. Т. 1. Природні ресурси: еколого-економічна оцінка / С. І. Дорогунцов, А. М. Муховиков, М. А. Хвесик. – К.: Кондор, 2004. – 291 с.
7. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко. – М. : Высш. шк., 1991. – 366 с.
8. Мальцев В. Біосфера, ноосфера і суспільство: необхідність зміни парадигми стабілізації / В. Мальцев // Ойкумена. – 1995. – № 1-2. – С. 22-25.
9. Мирощенко Н. С. Факторы сжатия географического пространства / Н. С. Мирощенко, М. Ю. Соколин // География. – 2001. – № 48. – С. 121-129.
10. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 740 с.
11. Петренко О. М. Карта: Україна. Антропогенна змінність ландшафтів / О. М. Петренко // Україна: основні тенденції взаємодії суспільства і природи у ХХ ст. (географічний аспект) / за ред. Л. Г. Руденка. – К. : Академперіодика, 2005. – 320 с.
12. Приходько М. М. Управління природними ресурсами та природоохоронною діяльністю : монографія / М. М. Приходько, М. М. Приходько (молодший). – Івано-Франківськ : Фоліант, 2004. – 847 с.
13. Приходько М.М. Регіональні геоекологічні дослідження і раціональне природокористування (на прикладі Івано-Франківської області) : монографія / М.М. Приходько. – Івано-Франківськ : Фоліант, 2006. – 245 с.
14. Приходько М.М. Наукові основи басейнового управління природними ресурсами (на прикладі річки Гнила Липа) : монографія / М.М. Приходько, Н.Ф. Приходько, В.П. Пісоцький ; за ред. М.М. Приходька. – Івано-Франківськ, 2006 – 270 с.
15. Приходько М.М. Екомережа та екобезпека (на прикладі Івано-Франківської області) : монографія / М.М. Приходько. – Івано-Франківськ : Фоліант, 2009. – 200 с.
16. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь – справочник / Н.Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
17. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М. : Россия молодая, 1994. – 367 с.
18. Сонько С.П. Географічна інтерпретація доповідей Римського клубу / С.П. Сонько // Український географічний журнал. – 2003. – № 1. – С. 55-61.
19. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Біорізноманітність: значення, методологія, теорія та структура / Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Ботанічний журнал. – 2005. – № 6. – С. 759-775.
20. Шищенко П.Г. Потенціал ландшафтний / П.Г. Шищенко // Географічна енциклопедія України. – К.: УРЕ, 1993. – Т.3. – С. 73-74.

ЕКОЛОГІЯ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ГЕОМОРФОСФЕРИ

УДК 502.064 (622.323)

Міщенко Л.В.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ЕКОЛОГІЧНИЙ АУДИТ ТА МЕНЕДЖМЕНТ СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА І ГЕОМОРФОСФЕРИ НА ТЕРИТОРІЇ ПРИКАРПАТТЯ

Геологічне середовище і геоморфосфера Прикарпаття розглянуті на прикладі Тисменицького району як основа, на якій розвивалась сучасна екологічна ситуація з різним станом трансформації компонентів довкілля.

Ключові слова: моніторинг довкілля, екологічна оцінка територій, екологічне картування, геологічне середовище, геоморфосфера.

Геологическая среда и геоморфосфера Прикарпатья рассмотрены на примере Тысменицкого района как основание, на котором развивалась современная экологическая ситуация с разным состоянием трансформирования компонентов окружающей природной среды.

Ключевые слова: мониторинг окружающей среды, экологическая оценка территорий, экологическое картирование, геологическая среда, геоморфосфера.

Geological environment and geomorfosfera Prikarpatya rossmotreni on the example of the Tismenitskogo district as foundation on which rozvivallas modern ecological situation with a different being of transforming of components of natural environment..

Keywords: monitoring of environment, ecological estimation of territories, ecological mapping, geological environment, geomorfosfera.

Актуальність теми. В Україні розпочалось створення Державної системи моніторингу довкілля на регіональному (адміністративні області) і локальному (адміністративні райони) рівнях. Такі системи передбачають комплексне вивчення та екологічну оцінку усіх компонентів навколишнього природного середовища та вплив на нього існуючих та проєктованих техногенних об'єктів. Тому важливим є поділитись досвідом екологічного аудиту та менеджменту геологічного середовища та геоморфосфери на рівні Тисменицького адміністративного району Івано-Франківської області, де ми змогли виконати таку оцінку в масштабі 1:50 000.

Із історії досліджень. Для України і Карпатського регіону зокрема, проблеми екологічної оцінки територій розглядались в роботах В.М. Гуцуляка [3], Л.Л. Малишевої [5], А.В.Мельника [7], Л.Г.Руденка із співавторами [9], Я.О. Адаменка [10], І.П. Ковальчука [4], І.М. Волошина [2], О.М. Маринича та П.Г. Шищенка [6], Г.І. Рудька [10], Л.В. Міщенко [8], О.М. Адаменка [1, 10] та інших. Із цього огляду видно, що більшість робіт стосується проблем і методів екологічного моніторингу, еколого-ландшафтних досліджень, екологічного картування та ін. Звичайно, що усі ці роботи наближають нас до екологічного аудиту.

На сучасному етапі активно розвиваються методи екологічного аудиту та менеджменту [10, 11], еколого-ландшафтного, медико-екологічного, техногеохімічного картування різних регіонів України (А.В. Антонова, Н.Г. Важенин, І.О. Горленко, В.С. Горбатов, А.В. Дончева, В.С. Давидчук, А.П. Золовський, Р.Ф. Зарудна, М.Г. Зирін, М.І. Коронкевич, Б.І. Качуров, А.М. Молочко, Е.Є. Маркова, Г.О. Пархоменко, Л.Г. Руденко та багато інших). Детальні роботи такого плану найближче до регіону Прикарпаття виконані В.М. Гуцуляком [3] для Чернівецької, А.В. Мельником [7] для Івано-Франківської,

І.М. Волошиним [2] для Закарпатської області. Важливе методичне значення має робота Л.В. Міщенко [8] з оцінки екологічного стану територій ландшафтно-геохімічними методами.

Методика роботи. На території Тисменицького району (рис. 1) площею 732 км² автором були виконані геоекологічні дослідження для створення комп'ютеризованої системи екологічної безпеки (КСЕБ) Тисменицького району Івано-Франківської області. Роботи виконувались під науковим керівництвом О.М. Адаменка (відповідальний виконавець Л.В. Міщенко) за участю Д.О. Зоріна, Н.О. Зоріної, Я.Д. Гладуна та інших співробітників кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за замовленням фонду охорони навколишнього природного середовища Івано-Франківської обласної ради та Тисменицької районної державної адміністрації. На досліджуваній території була створена мережа із 19 профілів і 117 точок спостереження, на яких відібрано 117 проб ґрунтів, 51 – поверхневих вод, 51 – донних відкладів, 117 – ґрунтових вод, 117 – атмосферного повітря, 117 – опадів снігу, 117 – рослинності. Всі проби були проаналізовані на атомно-адсорбційних, рентгенофлюоресцентних приладах та хроматографах, а результати аналізів представлені у вигляді баз даних, на основі яких були побудовані поелементні та покомпонентні електронні (комп'ютерні) і паперові еколого-техногеохімічні карти. Сумісний аналіз цих карт з геологічною, гід-

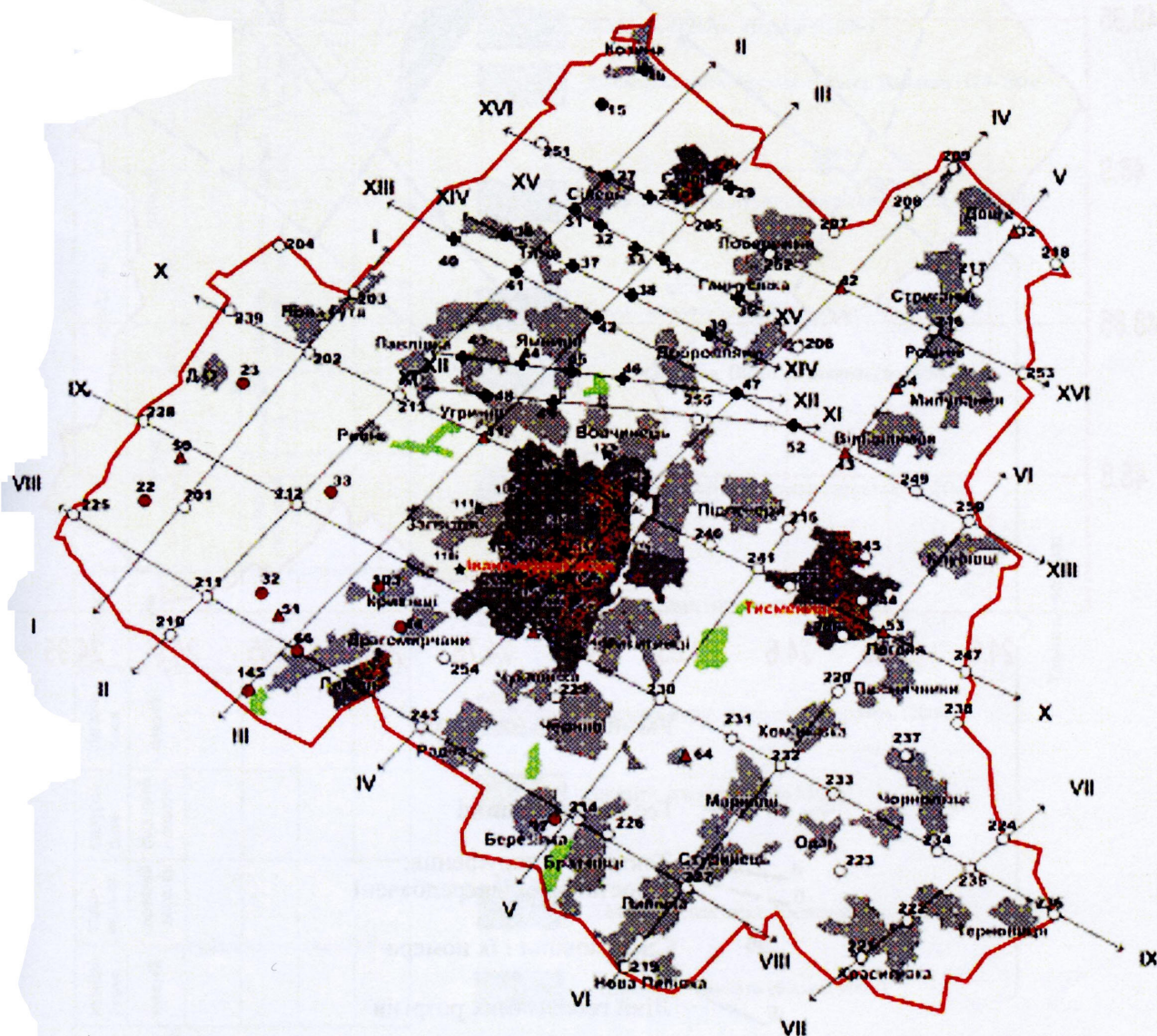


Рис. 1. Карта фактичного матеріалу

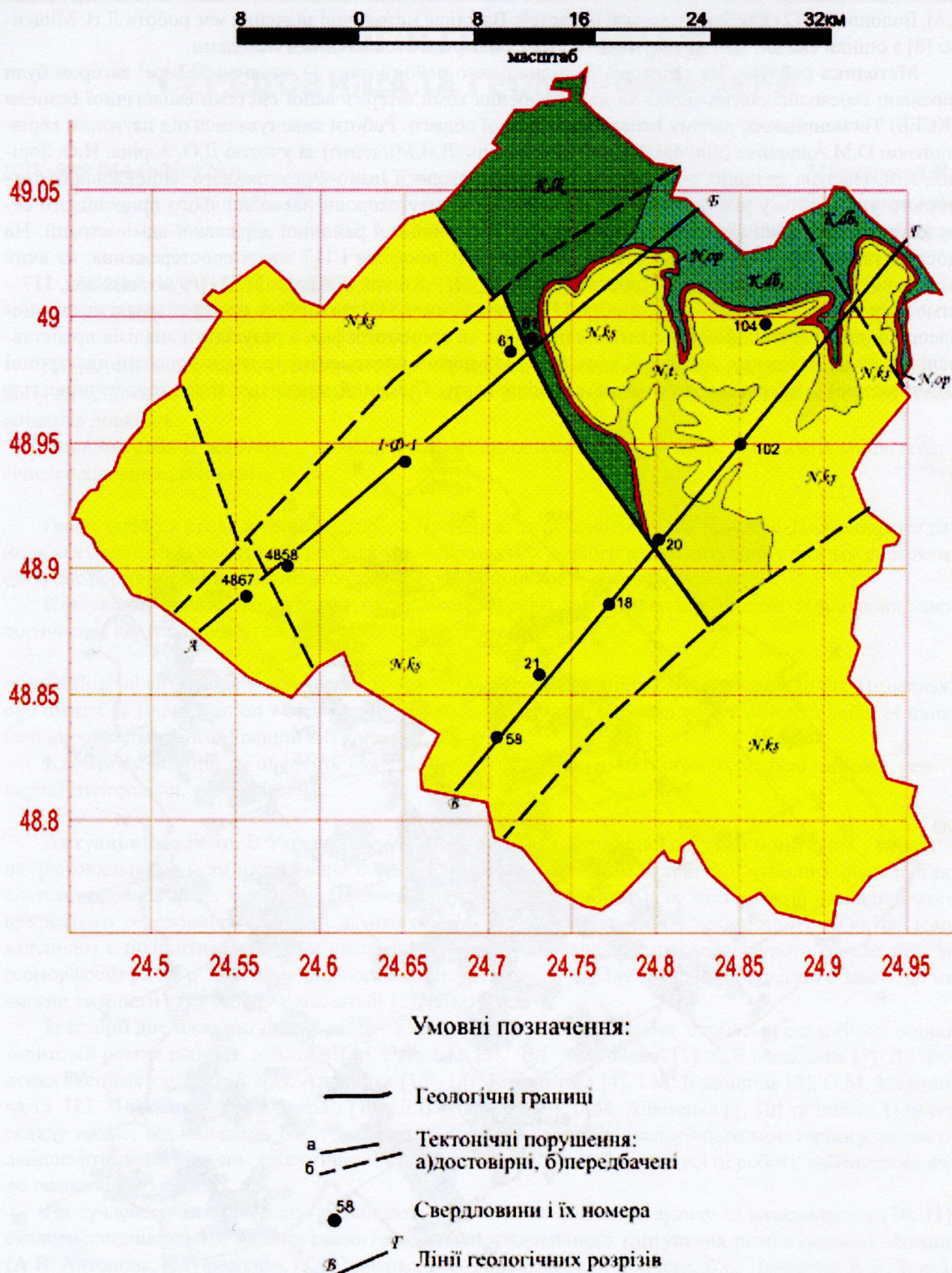
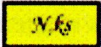
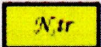
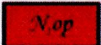
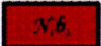
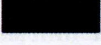
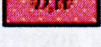
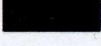


Рис. 2. Геологічна карта території Тисменицького району
(за матеріалами В.Й. Гірного і Д.Ф. Челяка, 2008 р.)

Геохронологічна шлала						горизонт
система	відділ	під-відділ	ярус	під-ярус		
неогенова	міоценовий	середній	баденський	верхній	косівський	
				середній	тираський	
				нижній	опільський	
		нижній	карпатський			
крейдяна	верхній		кам'яний			
			сантонський			
			коньякський			
			туронський			
			сеноманський			
	нижній		альбський			
			беріас-апський			
юрська	верхній					
девонська	нижній					
силурійська	середній - верхній					
ордовіцька	середній - верхній					
кембрійська	нижній					

	Косівська світа. Глини сірі, піски, туфи (до 500м)
	Тираська світа. Гіпси, ангідрити, вапняки (20-35м)
	Опільська світа. Піски, вапняки (20-30м)
	Бережанські верстви. Мергелі, вапняки (0-5 м)
	Луквинська світа. Мергелі (0-60м)
	Дубівська світа. Верхня підсвіта. Вапняки (150-200м)
	Дубівська світа. Нижня підсвіта. Вапняки (150-200м)
	Товща вапняків іноцерамових (до 10м)
	Незвиська світа. Піски, пісковики (до 50м)
	Ставчанська світа. Вапняки детритові (0-20м)
	Вапняки, доломіти, мергелі (300м)
	Тіверська серія. Аргіліти, алевроліти (2000м)
	Аргіліти, алевроліти (до 830м)
	Молодовська світа. Пісковики (до 10м)
	Пісковики, аргіліти (більше 900м)

Тільки на розрізах

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ДО РИС. 2

рологічною, корисних копалин, четвертинних відкладів, геоморфологічною, ландшафтною картами дозволив побудувати карту сучасної екологічної ситуації та визначити екологічний стан виділених геоекологічних структур.

Екологічний стан геологічного середовища (рис. 2) визначився ними за даними геологів Львівської геологічної експедиції В.Й. Гірного та Д.Ф.Челяка. У структурно-тектонічному відношенні територія Тисменицького району знаходиться в межах південно-західної окраїни Східно-Європейської платформи та Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину, границю між якими проводять по Тлумач-Заставнянській флексурі. Фундаментом платформи є інтенсивно дислоковані утворення архею – нижнього протерозою. За своїм складом, це переважно гранітоїди – граніти, гранодіорити, граносієніти, рідше амфіболіти, сланці, гнейси. Осадовий чехол складений потужною товщею порід верхньопротерозойського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку.

У межах території досліджень виділяються усі вікові підрозділи антропогену (нижньо-, середньо-, верхньоплейстоценовий і голоценовий), розвинуті складнопобудовані генетичні типи відкладів, що майже суцільним плащем перекривають більш давні утворення. Генетично четвертинні відклади представлені алювіальними, еоловими, елювіальними, делювіальними і пролювіальними накопиченнями. За даними А.Б. Богуцького, алювіальні відклади вистилають днища річкових долин, зустрічаються на їх схилах, вкривають обширну площу межиріччя Лімниці – Бистриці-Солотвинської. Потужність алювію коливається у широкому діапазоні, від 3 – 4 до 8 – 9 м, досягаючи максимальних значень у межах Станіславської улоговини – до 13 – 15 м. У фаціальному відношенні алювій поділяється на руслову (гравійно-галечниково-піщаний матеріал), заплавну (піщано-супіщано-суглинистий) і старичну (суглинисто-глинистий і біогенний) фації.

Гравійно-галечниковий і валунний матеріал руслової фації складений конгломератами, алевритами, гравелітами, пісковиками карпатського походження. Заплавна фація алювію представлена піском, супіском і суглинком. Алювій різною мірою перетворений вторинними процесами. Найменш перетворений, або взагалі не перетворений, алювій нижньої групи терас: перша тераса, заплавні рівні і відклади сучасних русел. Алювій середньої групи терас (2 – 4 терас) перебуває у середній ступені перетворення – русловий алювій досить щільний, а заплавний майже завжди облесований на повну потужність. Надзвичайно сильно перетворений алювій верхньої групи терас (5, 6) – руслові відклади цементовані, озалізнені.

Дискусійним є питання розвитку на межиріччі Дністра-Ворони – геоморфологічний район Придністровського Опілля, алювіальних відкладів верхньоплейстоценової надзапальної тераси Дністра.

До еолових відкладів відносяться широко розповсюджені у Передкарпатті леси. Перекриваючи у багатьох випадках алювій потужною (максимум до 40 м) товщею, леси формують покривні пачки терас Дністра та його приток. Лесового покриву позбавлені лише ті частини долин рік, що сформувалися протягом голоцену та у межах обширної Станіславської улоговини, а на високій шостій терасі (рівень Лоевої) лесовий покрив, як правило, сильно еродований. Представлені леси усіх вікових підрозділів антропогену – від нижнього до верхнього і навіть еоплейстоценового віку. Найбільш повно лесові відклади розповсюджені на поверхнях 2, 3, 4 і 5 терас, де їх потужність часто досягає декількох десятків метрів.

У прилеглих до долини Дністра районах Опілля досить широко розповсюджені верхньоплейстоценові леси, що добре збереглися на вододілах і пологих привододільних ділянках схилів. Потужність лесового покриву досягає 6–10-ти м.

Для середньої групи терас у Передкарпатті домінуючими визнаються процеси лінійного розмиву і зсуви. Акумуляція продуктів денудації відбувається в основному на рівні першої – другої терас. Зі схилами денудаційно-аккумулятивної поверхні Лоевої пов'язане переважання процесів делювіального змиву.

Про елювіальні, делювіальні, пролювіальні відклади зібрані лише загальні дані. На Опіллі на денну поверхню виходять корінні породи, що зазнали процесів вивітрювання. Іноді на них збереглися елювіальні накопичення, що представлені мергelistими глинами, уламковим матеріалом, розвинутим на піщано-глинистій товщі, рідше вапняках і мергелях. Зі схилами вододілів на Опіллі також пов'язані процеси делювіального змиву.

Пролувіальні відклади приурочені до підосви крутих схилів річкових долин і складають конуси виносу балок, потужних ярів. Пролувіальний представлений продуктами розмиву лесів, алювію, у потужних ярів – підстелюючих корінних порід. Матеріал, що складає конуси виносу, залежить від складу розмитих порід. У їх вершинах зустрічаються великі, слабообкатані уламки мергелів, вапняків, перевідкладений крупноуламковий алювіальний матеріал, що при просуванні до периферії конусів виносу ярів поступово заміщується піщаним і глинистим матеріалом.

Потужності пролувіальних відкладів коливаються у надзвичайно широких межах, від перших метрів до десяти, іноді навіть більше. Даних щодо потужностей елювіальних, делювіальних відкладів вкрай обмаль. Приводяться дані, що коливаються у межах 1- 6 м.

Корисні копалини. Розвиток в межах Тисменицького району осадового комплексу порід визначає наявність комплексу корисних копалин, які пов'язані з цими утвореннями. Всі корисні копалини, які виявлені в Тисменицькому районі, відносяться до неметалічного осадового генетичного типу. Це будівельні матеріали та сировина для їх виробництва. Встановлені також прояви самородної сірки. Нижче приводиться список родовищ та проявів корисних копалин.

Сировина для будівельної і грубої кераміки:

1. Жовтенське; 5. Ганусівське; 7. Рошнявське; 10. Івано-Франківське (Загвіздя); 11. Івано-Франківське (ділянка №2); 15. Черноліське; 16. Марківське; 17. Кривотулинське.

Гіпсова та ангідритова сировина:

8. Вовчинецьке.

Піщано-гравійні суміші:

2. Жовтенське; 3. Єзупільське; 6. Ямненське; 9. Вовчинецьке; 12. Тисменецьке; 13. Старолисецьке; 14. Чернієвське.

Вапнякова сировина:

4. Стриганцівське.

Дані родовища мають різну ступінь вивченості. Серед родовищ з розвіданими і затвердженими запасами корисних копалин є такі: Жовтенське, Ганусівське, Івано-Франківське (Загвіздя), Івано-Франківське (ділянка №2), Марківське родовища сировини для будівельної і грубої кераміки; Вовчинецьке родовище гіпсо-ангидритової сировини; Жовтенське, Єзупільське, Ямненське, Вовчинецьке родовища піщано-гравійної суміші; Стриганцівське родовище вапнякової сировини.

Фланг Лисенького родовища сірки знаходиться в південно-західній частині району. Сірка локалізується в гіпсоангидритовому горизонті тираської світи і приурочена до метасоматичних вапняків, які розвиваються по гіпсоангидритам.

В тектонічному відношенні територія належить Волино-Подільській монокліналі, яка виділяється в межах обширної Балтійсько-Придністровської системи перикратонних погрузень. Це обумовлює доволі спокійне, практично, горизонтальне залягання порід. Лише в сторону Передкарпатського прогину спостерігається незначний нахил порід. За даними В.В.Глушка (1977 р.), границя між Передкарпатським прогином і краєм платформи проходить по Вільшаницькій та Тлумач-Заставнянській флексурам, які прослідковуються північніше м. Івано-Франківська.

Характерною особливістю тектонічної будови даної території є наявність різновікових структурних одиниць, формування яких відбувалося на південно-західній окраїні Східно-Європейської платформи. Найбільш рання структура плитного розвитку Волино-Подільської окраїни платформи є Дністровський перикратон. Період його розвитку охоплює відрізок часу від верхнього венду до нижнього девону. Для порід, які сформувалися на цьому відрізку, характерне моноклінальне залягання теригенної товщі.

Зміна тектонічного режиму в середньому девоні призвела до утворення Львівського палеозойського прогину. Дана структура представляє собою субплатформенну депресію, яка сформувалася на стику різновікових платформ.

Кимерійський етап тектонічного розвитку характеризується формуванням системи прогинів. Один із них знаходиться і на нашій площі, відомий під назвою Стрийський юрський прогин.

Ранньоальпійська стадія формування осадового покриву відповідає значній мезозойській трансресії, яка призвела до утворення Львівської крейдової мульди. Північно-східне крило цієї мульди знаходиться на досліджуваній території.

Формування Передкарпатського прогину відповідає неогену. У цей час на значній території проходить прогинання, яке охопило південно-західну окраїну Волино-Подільської монокліналі. Формування Більче-Волицької зони, як і всього Передкарпатського прогину, пов'язане з зануренням древньої платформи в процесі піддвигу Євразійської плити літосфери під Зовнішньокарпатську складчасту область. У межах Більче-Волицької зони розвинуті успадковані пологі флексури з амплітудами зміщення 100-150 м. Заповнена вона баденськими піщано-глинистими та гіпсо-ангідритовими утвореннями верхньомоласової формації.

Природні зміни геологічного середовища зумовлені різноманітними екзогеодинамічними процесами: зсувами, карстом, лінійною та площинною ерозією, суфозією, гравітаційними осипищами та обвалами крупноуламкового матеріалу. Усі прояви цих небезпечних порушень геологічного середовища позначені нами безпосередньо на карті сучасної екологічної ситуації. Туди ж винесені прояви техногенних (антропогенних) порушень: кар'єри з видобудку корисних копалин та ін.

Геофізичні поля. Геофізичні дослідження на території розпочато з середини 30 років XX століття з проведенням наземної магнітної зйомки. У наступні роки був виконаний великий об'єм геофізичних досліджень, який включав електророзвідку, граві-, сейсмо- та магніторозвідку. У своїй більшості геофізичні роботи виконувались по окремих профілях, а також в межах топографічних планшетів, покриваючи досліджувану територію густою мережею пунктів спостережень. Основним завданням геофізичних робіт було виявлення та оцінка перспективних нафтогазових структур, ділянки локалізації сірчаного зруденіння. Глибинна будова території, її структурно-тектонічна особливість базується, в основному, на матеріалах геофізичних досліджень, інтерпретація яких дозволила уточнити границю між Східно-Європейською платформою та Передкарпатським прогином, визначити структурно-тектонічні особливості території, прослідкувати рудні горизонти самородної сірки, виділити перспективні ділянки для пошуків нафтових та газових родовищ.

Даних про екологічний вплив геофізичних полів на геоекосистеми та здоров'я населення на території Тисменицького району поки що не має.

Екологічний стан геоморфосфери вивчений недостатньо, хоча є детальна геоморфологічна карта, складена Я.С. Кравчуком та Р.І. Гнатюком. У межах території району виділяються акумулятивні типи рельєфу з низькими (заплава, 1, 2 і 3 надзаплавна) терасами. Це – Бистрицька западина, що займає більшу центральну частину території району. На захід від неї розташовані ступінчасті (терасовані) розчленовані денудаційно-акумулятивні височини – Прилуквинська, а на схід і північний схід – розчленована горбисто-хвиляста денудаційна Бистрицько-Тлумацька височина.

Геоморфосфера порушена природними процесами, що показано на геоморфологічній карті і винесено на карту сучасної екологічної ситуації. Це – ерозійні та денудаційні уступи, карстові та карстово-суфозійні лійки, конуси винесення делювіально-пролювіального матеріалу.

Висновки. Сумісний екологічний аудит детальних (масштабу 1:50 000) карт досліджуваної території – геологічної, четвертинних відкладів, корисних копалин, геоморфологічної та ландшафтної – разом з картами розповсюдження забруднень ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод та атмосферного повітря дозволив виконати геоекологічну (ландшафтно-геохімічну) оцінку території адміністративного району.

Література

1. Адаменко О.М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону / О.М. Адаменко // Укр. геогр. журн. – 1993. – № 3. – С.8-14.
2. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І.М. Волошин. – Львів : Простір, 1998. – 356 с.
3. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект / В.М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 2002. – 272 с.
4. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І.П. Ковальчук. – Львів : Вид. ін-ту українознавства, 1997. – 440 с.
5. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території / Л.Л. Малишева. – К. : РВЦ “Київський університет”, 1998. – 286 с.

6. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К. : Знання, 2006. – 511 с.
7. Мельник А.В. Українські Карпати: еколого-ландшафтні дослідження / А.В. Мельник. – Львів : Вид-во ЛНУ ім.Івана Франка, 1999. – 286 с.
8. Міщенко Л.В. Геоєкологічний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі регіону Покуття) : автореф. дис. канд. геогр. наук / Л.В. Міщенко. – Чернівці, 2003. – 21 с.
9. Руденко Л.Г. Еколого-географічні дослідження території України / Л.Г. Руденко, І.О. Горленко, Л.М. Шевченко. – К. : Наукова думка, 1990. – 32 с.
10. Рудько Г.І. Конструктивна геоєкологія : наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Чернівці : Маклаут, 2008. – 320 с.
11. Шевчук В.Я. Екологічний аудит / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, В.М. Навроцький. – Київ : Вища школа, 2000. – 344 с.

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ ТА АТМОСФЕРИ

УДК 504.064 (477.8)

Архипова Л.М.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Запропонована модель гідроекологічного потенціалу для комплексної оцінки якості природних вод, динаміки ступеню екологічної безпеки водних об'єктів в часі і просторі, визначення характеру і направленості функціонування гідроекосистем та інтенсивності процесів самоочищення.

Ключові слова: гідроекологічний потенціал, екологічна безпека, якість природних вод.

Предложена модель гидроэкологического потенциала для комплексной оценки качества природных вод, динамики степени экологической безопасности водных объектов во времени и пространстве, определения характера и направленности функционирования гидроэкосистем и интенсивности процессов самоочистки.

Ключовые слова: гидроэкологический потенциал, экологическая безопасность, качество природных вод.

The index of hydroecological potential for the complex estimation of quality of natural waters, dynamics of degree of ecological safety of water objects in time and space, determination of character and orientation of functioning of hydroecosystems and intensities of self-wiping processes is offered.

Key words: hydroecological potential, ecological safety, quality of natural waters.

Постановка задачі. Для сучасного стану гідроекологічного прогнозування характерні чотири основні принципи (Розенберг, 1984; Брусиловский, 1987). Перший з них – це принцип множинності моделей; він був запропонований В.В. Налімовим (1971) і полягає в тому, що для прогнозування конкретної екологічної ситуації можлива побудова декількох, однаково достовірних математичних моделей.

6. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К. : Знання, 2006. – 511 с.
7. Мельник А.В. Українські Карпати: еколого-ландшафтні дослідження / А.В. Мельник. – Львів : Вид-во ЛНУ ім.Івана Франка, 1999. – 286 с.
8. Міщенко Л.В. Геоecологічний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі регіону Покуття) : автореф. дис. канд. геогр. наук / Л.В. Міщенко. – Чернівці, 2003. – 21 с.
9. Руденко Л.Г. Еколого-географічні дослідження території України / Л.Г. Руденко, І.О. Горленко, Л.М. Шевченко. – К. : Наукова думка, 1990. – 32 с.
10. Рудько Г.І. Конструктивна геоecологія : наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Чернівці : Маклаут, 2008. – 320 с.
11. Шевчук В.Я. Екологічний аудит / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, В.М. Навроцький. – Київ : Вища школа, 2000. – 344 с.

ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ ТА АТМОСФЕРИ

УДК 504.064 (477.8)

Архипова Л.М.

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Запропонована модель гідроекологічного потенціалу для комплексної оцінки якості природних вод, динаміки ступеню екологічної безпеки водних об'єктів в часі і просторі, визначення характеру і направленості функціонування гідроекосистем та інтенсивності процесів самоочищення.

Ключові слова: гідроекологічний потенціал, екологічна безпека, якість природних вод.

Предложена модель гидроэкологического потенциала для комплексной оценки качества природных вод, динамики степени экологической безопасности водных объектов во времени и пространстве, определения характера и направленности функционирования гидроэкосистем и интенсивности процессов самоочистки.

Ключовые слова: гидроэкологический потенциал, экологическая безопасность, качество природных вод.

The index of hydroecological potential for the complex estimation of quality of natural waters, dynamics of degree of ecological safety of water objects in time and space, determination of character and orientation of functioning of hydroecosystems and intensities of self-wiping processes is offered.

Key words: hydroecological potential, ecological safety, quality of natural waters.

Постановка задачі. Для сучасного стану гідроекологічного прогнозування характерні чотири основні принципи (Розенберг, 1984; Брусиловский, 1987). Перший з них – це принцип множинності моделей; він був запропонований В.В. Налімовим (1971) і полягає в тому, що для прогнозування конкретної екологічної ситуації можлива побудова декількох, однаково достовірних математичних моделей.

Другий, дуже важливий принцип, – це принцип омніпотентності чинників, також запропонований В. В. Налімовим (1983). Суть його зводиться до того, що існують фактори (вони-то і називаються омніпотентними, тобто всемогутніми), які вчора і сьогодні не грали ніякої значущої ролі у динаміці тієї чи іншої екосистеми, але які можуть чинити на неї визначальний вплив завтра. Класичним прикладом прояву омніпотентності можна вважати всі гідробіологічні прогнози розвитку водосховищ, які “не помітили” ефекту цвітіння водойм, хоча до їх побудови залучалися кращі фахівці.

Наступний принцип був запропонований американським дослідником Дж.Форрестером (1977, 1978), автором системної динаміки (одного з найбільш поширених прийомів імітаційного моделювання) – принцип контринтуїтивної поведінки складних систем. Відповідно до цього принципу, складні системи (у тому числі й гідроекологічні) ведуть себе зовсім не так, як підказує нам наша інтуїція, тобто поведуться контринтуїтивно. Причинами такої поведінки є об’єктивна складність екосистем, суб’єктивність наших знань і вже названий принцип омніпотентності факторів. Прикладів контринтуїтивної поведінки екосистем – величезна кількість. Можна сміливо стверджувати, що екологічна криза сьогодні багато в чому “зобов’язана” цьому принципу. Наприклад, прогноз замулення Вахшского водосховища визначав термін у 1000 років, а він справдився вже через 7-8 років!

Четвертий – це принцип невідповідності точності та складності, який запропонував Л. Заде (1974, 1976) і який формулюється наступним чином: поняття “точності” і “складності” при прогнозуванні структури і поведінки екосистем пов’язані зворотною залежністю – чим глибше аналізується реальна екосистема, тим менш певні наші судження про її поведінку. Несумісність “простоти” моделі та точності рішення задачі виявляється і у висловленні академіка А. А. Самарського (1979): “... дослідник постійно знаходиться між Сциллою ускладненості і Харибдою недостовірності. З одного боку, побудована ним модель повинна бути проста у математичному відношенні, щоб її можна було дослідити наявними засобами. З іншого боку, у результаті всіх спрощень вона не повинна втратити і “раціональне зерно”, суть проблеми”.

Таким чином, незважаючи на те, що правдоподібних моделей однієї і тієї ж екосистеми можна запропонувати кілька (перший принцип), жодній з них не можна беззастережно довіряти (другий принцип), як не можна довіряти і експертам (третій принцип). Більш того, високі вимоги до точності екологічного прогнозування взагалі здаються недосяжними (четвертий принцип). Якщо згадати ще про унікальність екосистем, неможливість редукції їх, складності проведення системних експериментів, значної похибки, нечисленність вимірювань багатьох екологічних параметрів (традиційні тимчасові ряди спостережень в 10-20 значень), неповноту наших знань про механізми функціонування екосистем, то стають зрозумілими намагання фахівців працювати над новими можливостями екологічного прогнозування.

Все це і визначило головну мету цієї роботи: викласти нові підходи до гідроекологічного моделювання і прогнозування.

Методична частина. Нами запропонований до використання “Індекс гідроекологічного потенціалу” (ІГЕП) – показник, що означає, наскільки якісний стан водного об’єкту має потенціал чистоти порівняно з допустимими значеннями показників якості води, які адаптовані до Європейських і Українських стандартів [3].

В розрахунках ІГЕП підсумовуються перевищення допустимих значень над фактичними концентраціями та віднімаються перевищення концентрацій над допустимими значеннями. Результат ділиться на кількість використаних показників.

$$\text{ІГЕП} = \sum \frac{НЯ_i}{C_i}, \text{ якщо } > 0, \text{ якщо } < 0, \text{ тоді } \sum -\frac{C_i}{НЯ_i} / n, \quad (1)$$

де НЯ – норматив якості води для конкретного показника, під яким розуміють допустимі (граничні величини) показників фізико-хімічного і біологічного стану вод та їх властивостей, які відповідають вимогам різних споживачів;

i – показник;

n – кількість показників.

В розрахунках ІГЕП повинні враховуватись різноманітні показники: органолептичні, фізичні та хімічні. Кількість показників, що беруться для розрахунку ІГЕП, повинна бути, на нашу думку, не менше 10-12, незалежно від того перевищують вони допустимими значеннями показники якості чи ні, але обов'язково включати розчинений кисень, ХСК, рН, мінералізацію та БСК₅.

Параметри для обрахунку індексу гідроекологічного потенціалу обираються, виходячи з даних моніторингових досліджень стандартних параметрів природних вод. Причому в обрахунки обов'язково включаються всі параметри, значення яких виходять за межі безпеки (або дорівнюють значенню ГДК) та з обрахунків виключають забруднюючі речовини, які не присутні у воді в природному стані, якщо їх концентрація менша від ГДК з огляду на те, що потенціал якості природних вод не може характеризуватись кількістю нестачі забруднюючої речовини, взагалі не характерної для природної води (наприклад, СПАР, цезій, стронцій, хром, нафтопродукти).

Для розрахунку ІГЕП обґрунтовані показники з орієнтацією на світові досягнення безпеки води та наявні показники системи моніторингових досліджень [3, 2].

В умовах євроінтеграції постає гостра проблема невідповідності законодавства України до законодавства Європейського Союзу, зокрема у сфері технічного регулювання. Адаптація законодавства у сфері технічного регулювання здійснюється шляхом впровадження технічних регламентів на основі відповідних директив ЄС.

На сьогодні нормативною базою в Україні, яка встановлює критерії безпеки води, є Державні санітарні правила і норми "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного постачання" та міждержавний стандарт ГОСТ 2874-82 "Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством". Одночасно, в українських нормативах для деяких показників встановлені гранично допустимі концентрації, які знаходяться за межами чутливості методик, що застосовуються, або за межами можливостей технологій для очистки води.

В країнах ЄС питання щодо якості води питної врегульовано Директивою Ради Європейського Союзу №98/83/ЄС від 03.11.1998 р. про якість води, призначеної для споживання людиною. Вимоги цього документу є обов'язковими для всіх країн і повинні бути введені в національне законодавство. Директива встановлює основні параметри, які мають конкретне значення для якості води і здоров'я людей, залишаючи можливість країнам-членам Євросоюзу встановлювати другорядні параметри на власний розсуд.

Аналіз показує, що в Україні до питної води нормується на 28 % показників менше, ніж передбачено вказаною Директивою ЄС. Крім цього, вимоги європейські в більшості випадків є більш жорсткими. На цей час єдиним законодавчим актом, який зобов'язує впровадження технічних регламентів у вітчизняне законодавство, є Закон України „Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності”.

Зазначена проблема не може бути врегульована шляхом внесення змін до діючих нормативно – правових актів, оскільки у Євросоюзі існують Директиви Європейського Парламенту та Ради Європи та документи Кодекс Аліментаріус, а в Україні обрано шлях на зближення національного законодавства до Європейського.

Обговорення результатів. Запропонований показник Індексу гідроекологічного потенціалу дає змогу виконати порівняння якості вод різних водних об'єктів між собою, незалежно від тих забруднюючих речовин, які в них присутні, а головне – виявити якісну складову гідроекологічного потенціалу. Розрахунки ІГЕП складаються в багаторічні ряди значення комплексного показника якості, що виявляє певні закономірності розподілу в часі і в просторі. Виявлення цих закономірностей і їх часовий прогноз є предметом наших подальших досліджень.

Такий підхід дає можливість простежити багаторічну динаміку зміни антропогенного навантаження на водні об'єкти, порівняти в різних гідроекосистемах комплексний показник якості води або вибраних параметрів, за якими ведуться багаторічні спостереження за програмою моніторингу навколишнього середовища на водних об'єктах України, аналізи виконуються в лабораторіях екологічного моніторингу при держаних управліннях охорони навколишнього середовища у всіх областях України, результати спостережень наводяться в щорічних звітах про стан навколишнього середовища.

Наприклад, від'ємний показник ІГЕП в створі р.Дністер – с.Розвадів вказує на те, що гідроекологічний потенціал відсутній, використання вод для риборозведення та господарсько-

питного водопостачання не уявляється можливим, скид забруднених вод неприпустимий, ділянка гідроєкосистеми потребує негайних водоохоронних заходів.

Розрахований показник індексу гідроєкологічного потенціалу є відносною величиною, залежить від рівня антропогенного навантаження. На нашу думку, може використовуватись при оцінці кількісних показників самоочищення рік (за умови, що відбір проб на гідрохімічний аналіз в двох створах буде співпадати в часі з терміном добігання води ріки від одного створу до іншого). Наприклад, проби води на р.Дністер в с.Розвадів та в с.Журавно відбиралися в один день. Відстань між створами 44 км теоретично ріка подолає за півдоби. За розрахунками на даній ділянці ступінь самоочищення Дністра складає 0,038 ІГЕП/км, а перетворююча властивість 0,14 ІГЕП/годину. Відстань між с.Журавно та нижчим за течією створом в м. Галичі – 38 км річка подолає приблизно за 10 годин. Припустимо, що проби води відбирались саме через цей період (швидкість течії р.Дністер під час весняної повені приймаємо 1м/с) після їх відбору в с.Журавно. Тоді ступінь самоочищення або повернення втраченого гідроєкологічного потенціалу складатиме 0,037 ІГЕП/км, а перетворююча (відновлююча) властивість 0,139 ІГЕП/годину. Як бачимо властивості гідроєкологічного потенціалу у верхній течії р.Дністер між різними створами але в межах одного гідрологічного району практично ідентичні.

Таким чином, показник ІГЕП дає можливість оцінити характер і направленість функціонування гідроєкосистем та інтенсивність процесів самоочищення.

Аналізуючи динаміку змін індексу гідроєкологічного потенціалу в створі с.Черніїв – р.Бистриця – Надвірнянська (водозабір м.Івано-Франківська), можна зробити висновок, що в цілому якість води протягом останніх трьох років покращується з 3,7 до 6,4 середньорічного ІГЕП. Причому аналогічна ситуація спостерігається в інших створах рік, до яких з басейнів рік не ведеться скидів стічних вод, немає великих промислових підприємств та значного антропогенного навантаження на водозборах вище пунктів відбору проб, а саме р.Свіча до с.Гошів (від 5,8 до 8,8), р.Бистриця-Солотвинська до с.Скобичівка (від 3,4 до 4,27). Цікавим виявляється й те, що підвищення індексу гідроєкологічного потенціалу протягом останніх трьох років відбулося і в створах рік, які зазнають скидів стічних вод, а саме: р.Дністер до с.Устечко (від 1,92 до 2,63), р.Свіча до с.Міжріччя (від 5,24 до 8,05), р. Ворона до с.Отинія (від 1,24 до 2,05), р.Сівка в гирлі (від -1,04 до 0,55), р.Саджава до м.Долина (від -8,35 до -2,85), р.Бистриця – до с.м.т. Єзупіль (після скиду стічних вод м.Івано-Франківська) (від 1,18 до 1,72). Однією з причин, вважаємо є водність рік, яка сприяє розбавленню забруднених стоків, підвищення якої спостерігалось останні роки. Отже, індекс гідроєкологічного потенціалу виявляє зв'язок кількісної і якісної складової природних вод. У подальших дослідженнях плануємо знайти математичні залежності цього зв'язку.

Як бачимо, навіть дуже забруднені води р.Сівка та р.Саджавка з від'ємними значеннями гідроєкологічного потенціалу (в таких випадках більша частина з 16-18 показників, які приймалися до розрахунку, була в декілька разів, або, навіть, десятки разів вища нормативного показника) мають тенденцію до покращення якості та збільшення гідроєкологічного потенціалу. Можна зробити висновок, що погіршення якості річок в більшості випадків обумовлено скиданням стічних вод, а не забрудненістю площі водозбору [1].

Однак, не виключено, що покращуються процеси самоочищення у річках, підвищується буферна здатність поверхневої гідросфери у зв'язку із спадом виробництва в Івано-Франківській області. За останні три роки повністю припинили роботу всі 10 заводів Калуського хімічного концерну, з перервами працює й не на повну потужність Надвірнянський нафтопереробний завод.

Отже, головним висновком є те, що ріки Івано-Франківської області, праві карпатські притоки Дністра, не зважаючи на стан їх забруднення або чистоти на даний момент, не втратили здатності до відновлення якості, не припинились процеси самоочищення і в цілому спостерігається позитивна направленість функціонування гідроєкосистем.

Цікавим виявився аналіз якості води за індексом гідроєкологічного потенціалу з точки зору внутрішньорічного розподілу. На графіку внутрішньорічного розподілу ІГЕП для р.Бистриця-Надвірнянська – с.Черніїв (водозабір м.Івано-Франківська), де апріорно контролюється забруднення на водозбірній площі і якість природних вод можна вважати фоновою для гідроєкосистем північно-східного макросхилу Карпат, виявляються наступні закономірності (рис. 1, табл. 1):

- гідроекологічний потенціал річкових вод поступово зменшується з весни до зими, причому незалежно від втручання людини. Виявлена залежність зміни фонові якості річкових вод з весни до зими для різних створів рік Прикарпаття обґрунтована математично. Цей факт здається нам цілком логічним з огляду на визначаючу роль живих організмів у створенні якісного потенціалу природних вод. Навесні життєдіяльність гідробіонтів активізується, а для значної кількості однорічних гідробіонтів до початку зими із закінченням вегетаційного періоду завершується;
- протягом останніх трьох років фонові середньорічна якість води покращувалась, гідроекологічний потенціал збільшувався;
- найбільша амплітуда коливань ІГЕП характерна для весни і для літа, що, на нашу думку, пов'язано з різкими змінами водності (водопіллям, паводками) у ці сезони року;
- під час максимальної водності потенціал якості природних вод зменшується, що пояснюється змиванням забруднюючих речовин з поверхні водозбірної площі поверхневим (схиловим) стоком;
- після проходження паводку (повені), навіть катастрофічного характеру, як це спостерігалось улітку 2008 р., гідроекологічний потенціал вже у другий половині серпня – вересні місяці відновлювався до середньобагаторічних сезонних значень.

Цікаві результати були нами отримані при дослідженнях зв'язку між рядами значень індексу гідроекологічного потенціалу в різних пунктах спостережень. Для прикладу був розрахований коефіцієнт кореляції між рядами індексів гідроекологічного потенціалу, розрахованими за 2008 рік між різними річками північно-східного меґасхилу Карпатських гір. Цікавим виявився факт високої залежності двох рядів ІГЕП на рівні $K=0,83$ між сусідніми басейнами рік Бистриці-Надвірнянської та Бистриці-Солотвинської, які мають приблизно однакові площі водозборів, фізико-географічні умови басейнів та порівняну водність. При цьому потенціал якості Бистриці Солотвинської в абсолютних значеннях є нижчим.

А ось коефіцієнт кореляції індексу гідроекологічного потенціалу між р.Вороною та р.Бистрицею, в яку вона несе свої води, виявився рівним одиниці. Створи відбору проб розташовані один за одним по течії. Тобто за умов відбору проб води на аналіз протягом декількох днів для природних показників річок заповідної зони цей факт був би нормою. Зауважимо, що моніторинг на даних водних об'єктах проводився в різні місяці одного сезону (раз в квартал), а також те, що обидва створи розташовані після скидання основної кількості стічних вод, до того ж ріка Ворона вважається однією з найбрудніших на Прикарпатті (такі показники як прозорість води, колір води, вміст амонійного азоту, фосфатів практично в кожній пробі не відповідають стандартам), а на р.Бистриця моніторинг проводиться після скидання стічних вод обласного центру (такі показники як прозорість води, колір води, вміст амонійного азоту, фосфатів, нітритів, а також показники БСК та ХСК в більшості проб не відповідають стандартам). Отже, з цього випливає, що внутрішньорічна зміна індексу гідроекологічного потенціалу визначається природною складовою, параметрами гідроекосистеми.

Вибір стратегії та методів обробки і аналізу рядів динаміки індексу гідроекологічного потенціалу залежить від кінцевої мети досліджень. У нашому випадку на початку це часовий прогноз гідроекологічного потенціалу. Тому першим етапом буде оцінка тренду часового ряду. Будь-який ряд динаміки, у тому числі індексу гідроекологічного потенціалу може бути розділений на три компоненти:

$$x(t) = f(t) + g(t) + h, \quad (2)$$

де $f(t)$ – детермінована компонента, яка являє собою деяку аналітичну функцію, що виражає тенденцію в ряду динаміки;

$g(t)$ – стохастична компонента, яка моделює характер періодичної і квазіперіодичної варіації досліджуваного явища;

h – випадкова компонента типу “білий шум”.

Результати експоненціального згладжування ряду індексу гідроекологічного потенціалу по р.Бистриця-Надвірнянська – с.Чернів (лінійна модель), представлені на рисунку 1, таблиця 1. Для коротких часових рядів найбільш доцільні параметричні методи виділення тренду.

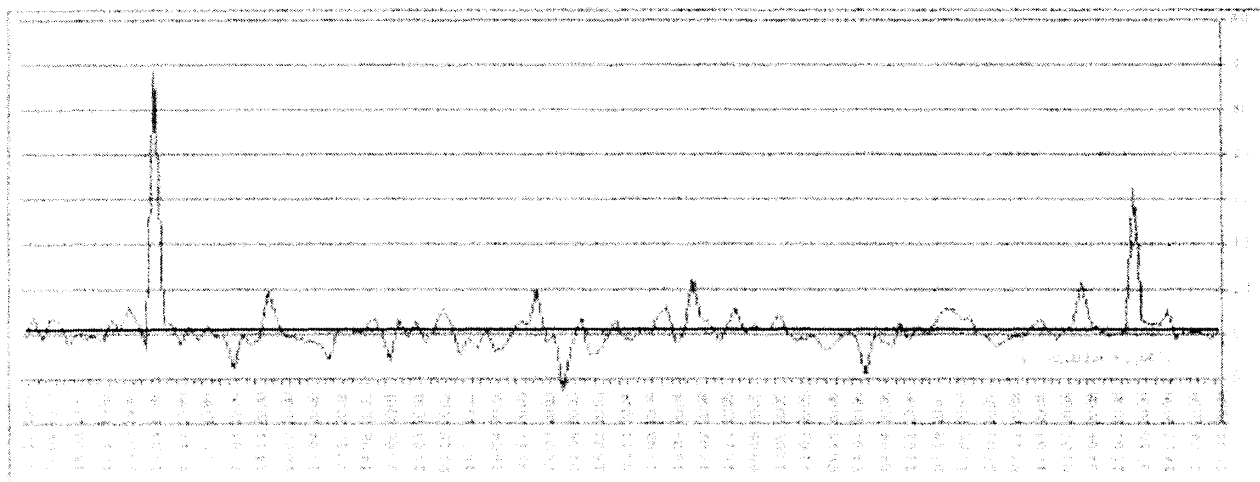


Рис. 1. Лінійна модель динаміки зміни індексу гідроекологічного потенціалу по р. Бистриця-Надвірнянська – с. Черпіїв з рівнянням лінії тренду, за яким може здійснюватись гідроекологічний прогноз

Таблиця 1

Обґрунтування показників для розрахунку індексу гідроекологічного потенціалу на основі порівняння національних стандартів та світових досягнень безпеки води

Показник	Прийнятий для розрахунку ІГЕП	Україна	ВООЗ	ЄС	NPDWP NSDWP (США)
Запах в балах	2	2	Прийнятний для споживачів без аномальних відхилень		3
Кольоровість	15 ед.	20 град.	15 ед.	Прийнятний для споживачів без аномальних відхилень	15 ед.
Прозорість по Снелену, см	20	20	-	-	-
pH	6,5-8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 9,5	6,5 – 8,5
Лужність, мг-екв/л	0,5-6,5	0,5-6,5	-	-	-
Вміст солей, загальна мінералізація (сухий залишок), мг/л	100-1000	100-1000	-	Вода не повинна бути агресивною	500
Магній, мг/л	10-80	10-80	-	-	-
Залізо, мг/л	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3
Азот амонійний, мг/л	0,5	2	1,5	0,5	-
Нітрити, мг/л	0,5	3,3	3	0,5	1
Нітрати, мг/л	45	45	50	50	44,3
Хлориди, мг/л	250	350	250	250	250
Сульфати, мг/л	250	500	250	250	250
Окислення перманганатне, мгО/л	4	4	-	5	-
Розчинений кисень, мг/л	6	6	-	80-120%	-
БСК-5, мг/л	3	3	3	3	-
ХСК, мг/л	15	15	-	-	-
Феноли, мг/л	0,001	0,001	-	0,005	0,001
Марганець, мг/л	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05
Хром (заг), мг/л	0,05	0,5	0,05	0,05	0,1
Мідь, мг/л	1	1	1	1	1,3
СПАР, мг/л	0,3	-	-	0,3	0,5
Нафтопродукти, мг/л	0,3	0,3	-	-	-

Висновки. Таким чином, запропонований показник індексу гідроекологічного потенціалу дає змогу:

- оцінити вплив народногосподарських об'єктів на водне середовище;
- виконати порівняння якості вод одного і того ж водного об'єкту вище і нижче місця скиду стічних вод (по течії);
- виконати порівняння якості вод різних водних об'єктів між собою, незалежно від тих забруднюючих речовин, які в них присутні;
- оцінити динаміку змін якості водних об'єктів в часі;
- виявити якісну складову гідроекологічного потенціалу;
- оцінювати фонові якісні показники природних водних об'єктів;
- порівнювати якісний стан поверхневих вод різної чистоти, у тому числі заповідних, рекреаційних, рибогосподарських та іншого призначення водних об'єктів;
- виявляти багаторічні тенденції змін якості природних вод, базуючись на даних державного екологічного моніторингу;
- оцінювати внутрішньорічну динаміку природних змін якості водних об'єктів, узгоджувати динаміку антропогенного навантаження;
- розраховувати рівень самоочищення водних об'єктів, їх здатність до перетворення забруднюючих речовин в умовах постійного техногенного навантаження;
- визначати величину максимально можливого антропогенного навантаження;
- здійснювати гідроекологічний прогноз;
- моделювати та картувати гідроекологічну ситуацію та ін.

Запропонований показник дає можливість використання простого методу встановлення пріоритетів, тобто певні райони чи ділянки гідроекосистем, які відповідають визначеним стандартам якості навколишнього середовища, без подальшого втручання можуть вважатись еталонними, у той час як інші ділянки гідроекосистем можуть ранжуватись і оцінюватись в залежності від знаку і величини ІГЕП.

Література

1. Архипова Л.М. Оцінка гідроекологічного потенціалу басейну ріки Свіча в районі розробки нафтогазових родовищ / Л.М. Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2008. – № 2(18). – С.17-20.
2. Архипова Л.М. Екологічні аспекти оцінки якості природних вод / Л.М. Архипова // II-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2009) : зб. наук. ст., Вінниця, 23-26 вересня 2009 року. – Вінниця : ФОП Данилюк, 2009 – 103-107 с.
3. Справочник по гидрохимии / под ред. д-ра геол.-минер. наук А.М.Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 391 с.

**ПРИКЛАД КОМПЛЕКСНОГО РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ
НА РОДОВИЩІ “ЧЕРВОНА КАЛИНА” (РІВНЕНСЬКА ОБЛАСТЬ)**

Розглянуті умови збалансованого ресурсокористування мінеральних вод на родовищі „Червона калина”. Доказано автономне видобування на площі 1,5 га розсолів з глибини понад 1200 метрів з рифейських відкладів, слабо мінералізованих вод з верхньої частини розрізу рифею і прісних вод з утворень канилівської серії верхнього венду.

Ключові слова: родовище, мінеральні води, „Червона калина”, ресурсокористування, гідрогеологія, санаторій, геологічні умови, оздоровлення.

Рассмотрены условия сбалансированного использования минеральных вод на месторождении “Червона калына”. Доказана автономная добыча на ограниченной территории (1,5 га) рассолов с глубины 1200м, слабоминеральных вод с глубины 750 м и пресных – 130 м.

Ключевые слова: месторождение, минеральные воды, „Красная калина”, ресурсопользование, гидрогеология, санаторий, геологические условия, оздоровление.

Condition of balanced use of resources are considered for mineral waters of “Chervona kalyna” builds. The autonomous extraction is proved for the 1,5 ha area for brines at the depth of 1200 m bur poorly mineralized waters of the depth of 750 m and for bresh waters of the depth of 130 m.

Keywords: deposit, mineral waters „Red viburnum”, resursokoristuvannya, gidrogeologiya, sanatorium, geological terms, making healthy.

Актуальність проблеми. Концепцією стійкого розвитку кожної держави передбачається збалансований принцип економічної, екологічної та соціальної складових суспільства. Постановка проблеми впровадження комплексного ресурсокористування обумовлена загальним негативним станом раціонального використання мінеральних ресурсів держави. На прикладі розробки родовища „Червона калина”, у розвідці якого приймав участь автор цієї роботи, показано один з варіантів раціонального природокористування. В залежності від умов знаходження природних ресурсів (їх запаси, доступність для видобування, якісний стан джерела тощо), економічні оцінки повинні враховувати такі показники: витрати, необхідні для розвідки корисних копалин, витрати на освоєння родовищ (створення інфраструктури, необхідної для експлуатації), витрати на видобуток корисної копалини та її використання. Екологічний гомеостаз передбачає рекультивацію земель (відновлення порушених ландшафтів, відновлення біологічного різноманіття тощо). Соціальна складова передбачає збереження суспільного здоров’я та ресурсів трудового потенціалу.

Із історії досліджень. Отже, комплексне ресурсокористування є запорукою прискореного розвитку України та забезпечення підвищених соціальних стандартів нашого суспільства. Зокрема, природні багатства Рівненської області чекають свого раціонального використання.

Тут нараховується більше 600 родовищ корисних копалин, які представлені 18 видами.

На 1 січня 2010 р. у державному балансі запасів корисних копалин зареєстровано 242 родовища, з них 100 освоєно промисловістю і на їх базі функціонує 63 гірничих підприємств.

Широко в складі ресурсного потенціалу представлена будівельна сировина, розвідані запаси якої забезпечують подальший розвиток виробництва було-щебеневої продукції, облицювальних плит, цементу, вапна, цегли силікатної і керамічної, будівельних розчинів.

Область, єдина в Україні, має розвідані родовища бурштину: Клесівське в Сарненському та Вільне у Дубровицькому районах, запаси яких є значними.

На Рівненщині розвідані унікальні родовища базальтів, які за своїми фізико-механічними та хі-

мічними властивостями придатні як для виробництва буто-щебеневої продукції, різних архітектурно-будівельних виробів, так і для виготовлення з них базальтового волокна і мінеральної вати.

Значними є поклади карбонатної сировини, пісків для виготовлення скла, гранітів, фосфоритів, сапропелю, торфу, самородної міді.

Великий ресурсний потенціал за підземними водами. Загальні прогнозні ресурси підземних вод в Рівненській області складають близько 5579,9 тис. м³/добу. З зазначеної кількості ресурсів розвідані та затверджені у Державній комісії по запасах корисних копалин експлуатаційні запаси підземних вод у кількості 493,62 тис. м³/добу. З розвіданих запасів використовується лише 125,0 тис. м³/добу або 25%. Таким чином, в області є значні перспективи розширення використання підземних вод.

Серед інших ресурсів, що можуть доповнювати економічну базу Рівненщини, значне місце належить мінеральним водам [2]. Бальнеологічні властивості вод і малозатратність їх видобутку – основи розвитку перспективної галузі. Найбільш перспективними мінеральними водами є хлоридно-натрієві питні води миргородського типу, що мають найбільше поширення в області. Вони тяжіють переважно до вулканогенно-теригенних порід палеозою і залягають на глибинах від 70-80 до 750 м. Запаси цих вод розвідані на родовищі „Червона калина”.

У Дубенському районі знайдені сульфатно-натрієві води питного призначення з мінералізацією 3-6 г/дм³.

Радонові мінеральні води зустрічаються поблизу сіл Вири Сарненського та Маринин Березнівського районів. Розвідані запаси радонових вод в м. Корці становлять 280 м³/добу при концентрації 20 нКи/дм³.

Сьогодні на трьох родовищах, зокрема, „Червона калина”, Острозькому і Степанському здійснюється видобуток та промисловий розлив мінеральних лікувально-столових вод в скляний посуд і поліетиленову тару для внутрішнього застосування.

Радонові води Корецького родовища використовуються Корецькою обласною лікарнею для лікування опорно-рухової системи. Отже, ресурси підземних вод заслуговують на подальші дослідження і використання.

Основні висновки стосовно трансформації підземних вод області зводяться до наступного:

- глибокозалягаючі (артезіанські води), які використовуються для централізованого водопостачання, не несуть якісних змін і, в основному, відповідають санітарним нормам питних вод;
- постчорнобильське забруднення радіонуклідами не встановлено;
- перші від поверхні ґрунтові води значно трансформовані і в них проходять негативні якісні зміни хімічного складу.

В регіональному плані відзначаються зміни хімічного складу підземних вод на територіях з низькою залісненістю, відносно високим техногенним навантаженням, підвищеним внесенням мінеральних добрив, що обумовлює певні проблеми самоочищення ґрунтових вод.

Значними джерелами забруднення підземних вод є промислові підприємства і, головним чином, їх стічні води, що акумулюються в ставках – накопичувачах, відстійниках, на полях фільтрації, очисних спорудах, з яких вони потрапляють у ґрунтові води та надходять у більш глибокі водоносні горизонти.

Приведений короткий аналіз стану мінеральних ресурсів Рівненщини свідчить про значний потенціал цього краю у раціональному ресурсокористуванні. Одним із прикладів є використання мінеральних і прісних вод на родовищі „Червона калина”.

Методика робіт. Поширення мінеральних вод в західних областях України вивчалось методами геологічної зйомки Луцького листа, на східному обрамленні якого знаходиться теперішнє родовище [1]. Враховуючи структурно-тектонічні особливості глибинної геологічної будови, а це район східної межі Львівської палеозойської западини, де починає прослідковуватися різке занурення середньоверхньорифейської поверхні, яка успадкувала сходинкове занурення у західному спрямуванні схилу Українського щита.

За геофізичними даними, кристалічний фундамент на „Червоній калині” залягає на глибині 1250 м, а на околиці Луцька, на відстані 45 км від родовища, де пробурена параметрична свердловина №1, фундамент розкритий на глибині 2100 м. В указаному спрямуванні різко зростає потужність порід осадового чохла, зокрема поліської серії рифею, яка у свердловині 2ре становить 240,5 м. У таких

умовах, при уповільненій міграції підземних вод, сформувались хлоридно-натрієві йодо-бромні розсоли з мінералізацією 47 г/дм³.

Необхідно відзначити, що в період 60-х років 20-го століття про можливе родовище „Червона калина”, тим більше про його раціональне використання, питання не виникало. Пізніше, на початку 80-х років розпочались регіональні пошукові роботи на мінеральні води, зокрема на глибокозалегаючі та високомінералізовані. Найближчим, за місцем знаходження, було Луцьке родовище, близьким аналогом якого є родовище „Червона калина” [5].

Розвідка „Червоної калини” завершена у 1988 році під керівництвом В.Г. Харсчка [6]. За результатами детальної розвідки ДКЗ України затверджені промислові запаси слаботермальних бромних хлоридних натрієвих розсолів, що циркулюють у нижній частині розрізу поліських відкладів рифею. Запаси оцінені по свердловині 2ре і призначені для зовнішнього застосування. Одночасно затверджені запаси солонуватих хлоридних натрієвих вод без специфічних компонентів для внутрішнього застосування по свердловині 3г.

Результати досліджень. Розглядаючи проблеми раціонального використання ресурсів підземних вод, у 2000 р. автором [3] проведений аналіз приуроченості родовищ та проявів мінеральних вод до певних генетичних типів порід, що дозволило визначити перспективи регіону на пошуки родовищ мінеральних вод. Пізніше, у 2002 р., при систематизації мінеральних ресурсів України, були запропоновані схеми їх збалансованого використання [4].

З приведеного переліку регіональних досліджень виходить, що розв’язання проблеми раціонального ресурсокористування при видобутку мінеральних вод розпочалось після 10-літньої розробки родовища „Червона калина”. Воно у перші роки, використовувалось як основна гідромінеральна база високомінералізованої ропи для бальнеологічних потреб санаторію „Червона калина”. Інші питання комплексного використання не розглядались до періоду української державності, коли стали утворюватися комерційні структури, які функціонують у цих галузях народного господарства. На родовищі і санаторії „Червона калина” утворилось товариство „Водолій” по розливу слабо мінералізованої води під назвою „Червона калина”.

Санаторій надає допомогу у 5-ти лікувальних напрямках: кардіологічному, неврологічному, гастроентерологічному, пульмонологічному та при захворюваннях опорно-рухового апарату. В останні роки ефективно запроваджуються передові ідеї „інтегральної медицини”, що базуються на поєднанні основ старовинної філософії Тибету, Китаю, Японії та досягнень сучасної електроніки, лазерної техніки та комп’ютерних розробок.

Місцезнаходження родовища і санаторію „Червона калина”, як лікувально-оздоровчого комплексу є дуже вдалим. Найближчий населений пункт, с. Жобрин, знаходиться у 2,0 км східніше. З південного боку територія „Червоної калини” омивається річкою Путилівкою. У палеогеографічному відношенні родовище знаходиться у перехідній зоні докембрійського комплексу протерозойсько-вендських утворень, залягання яких змінюється з моноклінального, нахиленого на захід у більш стрімке їх занурення у тому ж напрямку.

В адміністративному відношенні родовище „Червона калина” є найзахіднішим пунктом Рівненської області в межах указаної зони (рис. 1).

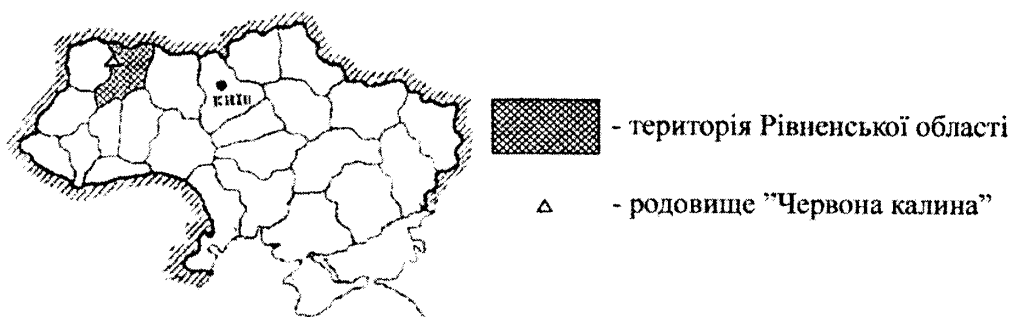


Рис. 1. Географічне положення родовища „Червона калина”

За геоморфологічними особливостями це зона зчленування Волинського Полісся з Волинською лесовою височиною. Сучасний рельєф прилеглої території слабо розчленований вузькими улоговинами та гідрографічною мережею. Абсолютні позначки ділянки розташування родовища змінюються у південному спрямуванні, зменшуючись в напрямку долини р. Путилівка від 181,5 до 170 м. Слабо розчленована поверхня верхньої крейди визначає основні орографічні особливості даної території, рельєф якої сформований четвертинними відкладами еолово-делювіального і флювіогляціального генезису.

Унікальність родовища полягає у тому, що на невеликому за розмірами майданчику (1,5 га) тривалий час, протягом 20 років (1989–2009 рр.), незалежно, без взаємовпливів функціонують три джерела водовидобутку: перше – йодо-бромні розсоли зі свердловини 2ре для зовнішнього використання; друге – мінеральні води для внутрішнього споживання зі свердловини 3 г; третє – прісні води питної якості – зі свердловини 1 г.

За 20-ти річний період експлуатації родовища якість кожної із виділених вод не зазнала змін хімічного складу і обсягів видобутку. Свердловиною 2ре (рис. 2) в інтервалі 799,0–1225,5 м розкриті хлоридні натрієві розсоли, що використовуються для зовнішнього застосування у лікувальних цілях. Свердловина 3г використовується як джерело слабо мінералізованої води, при трансформації якої отримуємо мінеральну питну воду „Червона калина”.

Свердловина 1 г облаштована на видобуток прісної води, яка використовується для розбавлення слабо мінералізованої води, а також для господарсько-питних потреб. Геологічний розріз родовища „Червона калина”, розкритий свердловиною 2ре, є типовим. З денної поверхні і до глибини 22,0 м залягає комплекс четвертинних порід льодовикового генезису. Нижче, в інтервалі 22,0–37,0 – морські відклади туронського ярусу верхньої крейди, які перекривають теригенні утворення канилівської серії (37,0–162,0). Глибше залягають вендські комплекси розницької і чарторійської світ (до 296 м). В інтервалі 296,0–525,0 – ефузивні (базальти і туфи). В інтервалі 525,0–540,0 знаходиться базальний горизонт волинської серії – горбашівської світи, представлена різнозернистими пісковиками, потужністю 15,0 м. Нижче, в інтервалі глибин 540,0–1225,5 м, залягають теригенні відклади складного комплексу поліської серії рифею.

Дотримуючись гідрогеологічної стратифікації, у межах родовища „Червона калина” виділяються водоносні горизонти та комплекси, приурочені до відповідних геологічних підрозділів. Основними, які представляють родовище, є водоносні комплекси відкладів канилівської серії венду і поліської серії рифею.

Водоносний комплекс відкладів канилівської серії залягає безпосередньо під відкладами верхньої крейди на глибині 37 м від денної поверхні. Водовміщуючими породами є пісковики дрібнозернисті полевошпатово-кварцові, що перешаровуються з тонкошаруватими аргілітами. Загальна потужність водоутримуючої товщі становить 125 м. Глибина залягання рівнів води від поверхні 10–12 м, що на 20–25 м вище покрівлі водоносного горизонту. Дебіти свердловин становлять 3,2–2,7 л/с при зниженні рівня 10–12 м.

Водоносний комплекс відкладів поліської серії на території родовища має повсюдний розвиток і представлений потужною (699 м) товщею теригенних порід. Водовміщуюча товща представлена ритмічним перешаруванням пісковиків, аргілітів, алевролітів з перевагою дрібнозернистих пісковиків. Наявність пачок аргілітів обумовлює розділення комплексу на окремі водоносні горизонти. Потужність піщаних товщ змінюється від 20 до 240 м. Водообільність відкладів залежить від ступеню тріщинуватості пісковиків та наявності непроникних шарів між ними, що обумовлює утворення в однорідній за літологічним складом товщі, різних не пов'язаних між собою водоносних горизонтів. Схематично або віртуально у складі поліських відкладів виділяються три водоносних горизонти.

Перший приурочений до верхньої частини поліських відкладів, утримує в собі прісні води і характеризується високою водообільністю. Дебіт свердловини 2ре при тривалому опробуванні становив 4,65 л/с при зниженні рівня на 27,9 м. Питомий дебіт дорівнює 0,17 л/с. Глибина залягання рівня від поверхні становить 10 м. Потужність указанного горизонту 130 м. Він має розвиток до глибини 670 м. Інтервал глибин 670–825 м характеризується як водотривкий, роздільний шар між верхньою і нижньою частиною поліських відкладів.

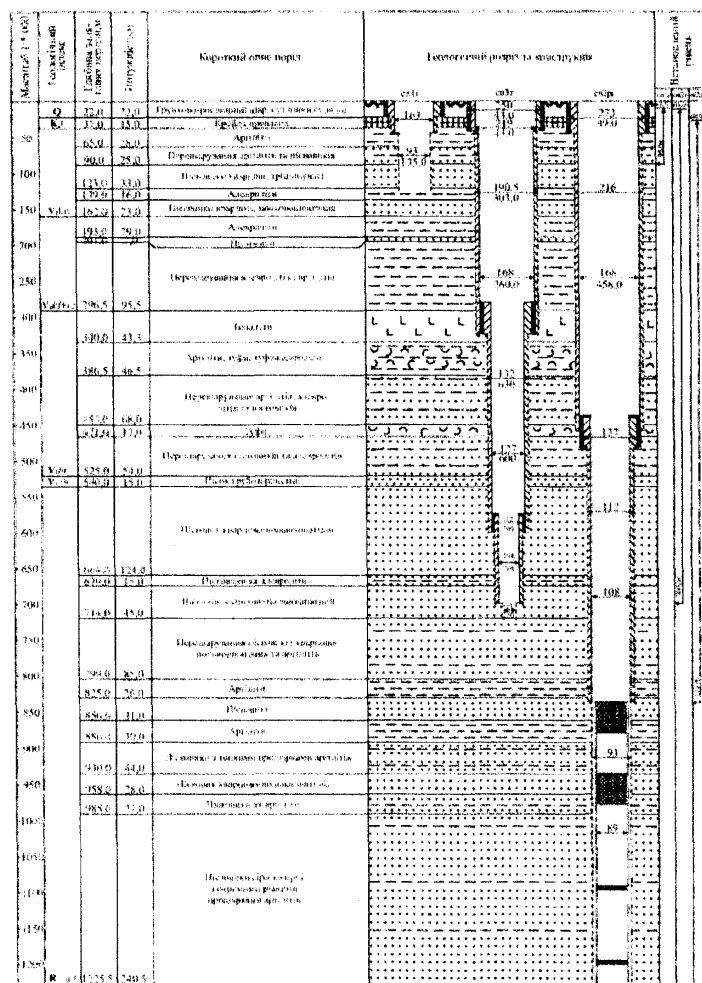


Рис. 2. Геолого-технічний розріз свердловин родовища „Червона калина”

Другий водоносний горизонт проявляється в межах охарактеризованої водотривкої товщі і тяжіє до тріщинуватих зон, які власне його формують. На родовищі „Червона калина” він проявляється в інтервалі глибин 703–750 м. Дебіт свердловини становить 0,26 л/с при зниженні рівня на 100–105 м. Як за водообільністю так і за хімічним складом вод він займає проміжне положення між горизонтами прісних та розсолених вод. Від нижчезалягаючого водоносного горизонту слабо мінералізовані води відділені водотривкою товщею потужністю близько 150 м.

Третій водоносний горизонт приурочений до нижньої частини розрізу поліських відкладів, утримує хлоридні натрієві розсоли. Цей горизонт розвинутий в інтервалі глибин 825–1225 м. Дебіт свердловини змінюється від 2,9 до 4,1 л/с при зниженнях рівня води на 29–39 м. Питомий дебіт складає 0,08–0,09 л/с. Водоносний горизонт високо напірний, напір складає 810 м, глибина залягання рівня від поверхні землі 43–46 м.

Усі водоносні горизонти, що приурочені до мезокайнозойських і верхньовендських відкладів, утримують прісні води з мінералізацією, що не перевищує 0,5 г/л. Переважає гідрокарбонатний кальцієвий тип вод. Води водоносного комплексу відкладів канилівської серії за основними показниками відповідають вимогам ГОСТ 2874 – 83 „Вода питна”.

Підземні води водоносного комплексу, що приурочений до відкладів поліської серії, характеризуються різноманітністю складу. Води горизонту, який приурочений до середньої частини поліських відкладів, характеризуються мінералізацією в межах 8,2–8,4 г/л. По співвідношенню аніонів і катіонів води цього горизонту відносяться до хлоридного натрієвого типу. За бальнеологічною оцінкою Одеського інституту курортології, вода цього горизонту є лікувальною, придатною для внутрішнього споживання.

Підземні води водоносного горизонту, що приурочений до нижньої частини поліських відкладів, є найбільш вивченими. За органолептичними властивостями води задовольняють вимоги до лікувальних мінеральних вод. За бактеріологічними показниками води здорові. Величина мінералізації змінюється в межах 38,7 – 45,2 г/л і відносяться до групи солоних, підгрупи сильносолоних. Температура води на виході із свердловини становить 21,5°C. За водневим показником вони відносяться до групи нейтральних. За величиною мінералізації води відносяться до розсолених.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що протягом 20 років на родовищі „Червона калина” у автономному режимі функціонують три джерела водовидобутку (св. 1г, 2ре, 3г) з різним призначенням. Свердловина 2ре забезпечує розсолами лікувальний процес санаторію; свердловина 3г – випуск мінеральної питної води „Червона калина”, а вода зі свердловини 1г видобувається для забезпечення господарсько-питних потреб санаторію і розбавлення слабо мінералізованої мінеральної води. Детально вивчені гідродинамічні особливості розрізу до глибини 1225,5 м забезпечили надійність водовидобутку різних типів води, про що свідчить досвід експлуатації. Затверджені запаси забезпечують роботу санаторію до 2040 р.

Природно-ландшафтні умови району розташування санаторію „Червона калина” протягом десятиліть залишилися незмінними. Проявів негативного впливу техногенезу на гідросферу не встановлено. Поверхневі води ставка-басейну і р. Путилівка відповідають існуючим нормативам якості.

Функціонування санаторію „Червона калина” забезпечує значні соціальні потреби. Протягом року тут надаються послуги з покращення стану здоров’я близько 2,5 тисячам осіб. У перспективі, при раціональному використанні мінеральних вод, буде впроваджено спелеотерапія, лікування бронхолегневих хвороб, нові методи гідропатії, рефлексодіагностику тощо.

Література

1. Бирюлев А.Е. Геологическая карта листа М-35-VIII (Луцк) : отчет Луцкой ГСП Львовской ГЭ за 1960–1961 гг. / А.Е. Бирюлев. – Львов : Фонды ЛГЭ, 1962. – С. 247 – 279.
2. Воды минеральные Украинских источников. РСТ УССР 878 – 88. – Киев, 1988. – 132 с.
3. Залеський І.І. Генезис і ресурси мінеральних вод Рівненщини / І.І. Залеський // Проблеми раціонального використання, охорони і відтворення природо-ресурсного потенціалу України. – Чернівці : Рута, 2000. – С. 115–119.
4. Залеський І.І. Мінеральні ресурси України. Програма курсу / І.І. Залеський. – Київ : Аграрна освіта, 2002. – 9 с.
5. Пархомец Н.И. Отчет о предварительной разведке минеральных вод Луцкого месторождения Волынской области УССР, выполненной в 1983–1984 гг. / Н.И. Пархомец. – Львов : Фонды института “Укргеокаптажвод”, 1984. – С. 196 – 219.
6. Харечко В.Т. Детальная разведка минеральных вод в районе с. Жобрин Ровенской области УССР / В.Т. Харечко. – Ровне : Фонды РГРЭ, 1988. – 247 с.

ЕКОЛОГІЯ ПЕДОСФЕРИ

УДК 502.521 : 504.53.092

Дмитрук Ю.М.

*Кафедра ґрунтознавства факультету біології,
екології та біотехнології Чернівецького
національного університету ім. Ю.Федьковича*

ҐРУНТОСФЕРА: ПРІОРИТЕТИ В КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ТА АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Характеризуються сучасні проблеми деградації ґрунтового покриву і їх особливості в Україні.

Ключові слова: деградація ґрунтів, екологічна безпека, глобальні проблеми.

Підземні води водоносного горизонту, що приурочений до нижньої частини поліських відкладів, є найбільш вивченими. За органолептичними властивостями води задовольняють вимоги до лікувальних мінеральних вод. За бактеріологічними показниками води здорові. Величина мінералізації змінюється в межах 38,7 – 45,2 г/л і відносяться до групи солоних, підгрупи сильносолоних. Температура води на виході із свердловини становить 21,5°C. За водневим показником вони відносяться до групи нейтральних. За величиною мінералізації води відносяться до розсолених.

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що протягом 20 років на родовищі „Червона калина” у автономному режимі функціонують три джерела водовидобутку (св. 1г, 2ре, 3г) з різним призначенням. Свердловина 2ре забезпечує розсолами лікувальний процес санаторію; свердловина 3г – випуск мінеральної питної води „Червона калина”, а вода зі свердловини 1г видобувається для забезпечення господарсько-питних потреб санаторію і розбавлення слабо мінералізованої мінеральної води. Детально вивчені гідродинамічні особливості розрізу до глибини 1225,5 м забезпечили надійність водовидобутку різних типів води, про що свідчить досвід експлуатації. Затверджені запаси забезпечують роботу санаторію до 2040 р.

Природно-ландшафтні умови району розташування санаторію „Червона калина” протягом десятиліть залишилися незмінними. Проявів негативного впливу техногенезу на гідросферу не встановлено. Поверхневі води ставка-басейну і р. Путилівка відповідають існуючим нормативам якості.

Функціонування санаторію „Червона калина” забезпечує значні соціальні потреби. Протягом року тут надаються послуги з покращення стану здоров'я близько 2,5 тисячам осіб. У перспективі, при раціональному використанні мінеральних вод, буде впроваджено спелеотерапія, лікування бронхолегневих хвороб, нові методи гідропатії, рефлексодіагностику тощо.

Література

1. Бирюлев А.Е. Геологическая карта листа М-35-VIII (Луцк) : отчет Луцкой ГСП Львовской ГЭ за 1960–1961 гг. / А.Е. Бирюлев. – Львов : Фонды ЛГЭ, 1962. – С. 247 – 279.
2. Воды минеральные Украинских источников. РСТ УССР 878 – 88. – Киев, 1988. – 132 с.
3. Залеський І.І. Генезис і ресурси мінеральних вод Рівненщини / І.І. Залеський // Проблеми раціонального використання, охорони і відтворення природо-ресурсного потенціалу України. – Чернівці : Рута, 2000. – С. 115–119.
4. Залеський І.І. Мінеральні ресурси України. Програма курсу / І.І. Залеський. – Київ : Аграрна освіта, 2002. – 9 с.
5. Пархомец Н.И. Отчет о предварительной разведке минеральных вод Луцкого месторождения Волынской области УССР, выполненной в 1983–1984 гг. / Н.И. Пархомец. – Львов : Фонды института “Укргеокаптажвод”, 1984. – С. 196 – 219.
6. Харченко В.Т. Детальная разведка минеральных вод в районе с. Жобрин Ровенской области УССР / В.Т. Харченко. – Ровне : Фонды РГРЭ, 1988. – 247 с.

ЕКОЛОГІЯ ПЕДОСФЕРИ

УДК 502.521.001.53.092

Дмитрук Ю.М.

Кафедра ґрунтознавства факультету біології,
екології та біотехнології Чернівецького
національного університету ім. Ю.Федьковича

ҐРУНТОСФЕРА: ПРІОРИТЕТИ В КОНТЕКСТІ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ ТА АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Характеризуються сучасні проблеми деградації ґрунтового покриву і їх особливості в Україні.

Ключові слова: деградація ґрунтів, екологічна безпека, глобальні проблеми.

Характеризуются современные проблемы деградации почвенного покрова и их особенности в Украине.

Ключевые слова: деградация почвы, экологическая безопасность, глобальные проблемы.

It is carried out the analysis of modern problems of soil cover degradation and their feature in Ukraine.

Keywords: degradation of soils, ecological safety, the global problems.

Вступ. Збільшення навантаження на компоненти біосфери пояснюється зростаючими вимогами соціуму щодо забезпечення енергією, сировиною, продовольством, середовищем проживання та діяльності. Надважливе місце в системі людина – природа займає ґрунтосфера. Проте її роль часто зводиться тільки до ресурсної функції або компоненту екосистем в більш-менш непорушених людиною умовах. Отже, важливо дати оцінку значенню ґрунтового покриву, що дозволить підійти до вирішення конкретних прикладних і не менш важливих наукових питань, які стоять перед людством.

У.Р. Гарднер навів таке визначення ґрунту: "...ґрунт – одна з найскладніших серед відомих великих систем. Надто нелінійна, надзвичайно варіабельна ґрунтова система складається з безкінечної множини різноманітних хімічних і біологічних явищ, які забезпечують неможливість статичності системи та стан її рівноваги. Для розуміння ґрунту, його необхідно вивчати на різних ієрархічних рівнях – від атомарного до глобального, від рівня сприйняття людиною – до глибин літосфери" [1]. Цитата дещо довга, але реально відображає складність ґрунтосфери та її місця в житті людини. Узагальнюючи теоретичні викладки про місце ґрунтосфери можна виділити три найважливіших етапи в розумінні ґрунту: а) ґрунт як засіб виробництва та об'єкт праці (найперше для агровиробництва). Цей аспект тлумачення ґрунту, до речі, залишається вагомим в Україні і на сучасному етапі, а його презентують наукові підходи, розвинуті в аграрних вузах (зараз можуть мати різну назву). В останніх головним залишається розуміння ґрунту як частини агросфери, а тому вирішуються конкретні прикладні проблеми практично без врахування глобальних функцій ґрунту, його ролі та динаміки. Головним критерієм оцінки ґрунту залишається родючість та безпосередньо урожай, зібраний в конкретному агроландшафті; б) ґрунт як природно-історичне тіло, тобто динамічна, відкрита, саморегульована система. При цьому кожен ґрунт можна оцінити певним набором параметрів, які загалом можуть бути стабільними в конкретному місці за конкретний відрізок часу. Віднесення ґрунтознавства до фундаментальних наук дозволило вченим використовувати методологію інших наукових галузей та розробляти власне ґрунтознавчі підходи. В Україні таке розуміння ґрунтосфери розвивається окремими науковими школами, але йому шкодить неясне віднесення ґрунтознавства до біологічних наук, які так і не сприйняли ґрунт (бо це не об'єкт, з яким звикли працювати біологи). Водночас в інших наукових галузях фундаментального ґрунтознавства як такого немає, при тому, що окремі розділи, методи та концепції цієї науки безумовно необхідні (географам, екологам, геологам, аграрникам, землевпорядникам та іншим) і використовуються ними ж в силу власного бачення та тлумачення, на жаль, не завжди наукового в модерному розумінні; в) ґрунт як компонент біосфери – новітній підхід, який формується на даному етапі у відповідь на зростання напруженості екологічних проблем глобального рівня, а також як результат вагомих наукових здобутків. Перехід до нової парадигми ґрунтознавства пояснюється певною кризою в цій науці, внаслідок необхідності вивчення ґрунтів на нових рівнях, які не введені класиками науки (нано- і молекулярному) та новими методами для переходу до управління динамікою ґрунтових процесів в контексті функціонування екосистем і біосфери загалом. Ґрунтосфера ж виявилася в центрі, де перетинаються і взаємодіють всі потоки речовини та енергії, а тому без розуміння станів, процесів і показників ґрунтового покриву забезпечити сталий розвиток геосоціосфери неможливо.

Отже, ґрунтознавство потребує тісної взаємодії зі всіма іншими науками, для забезпечення розвитку єдиного розуміння ґрунту, а також перспектив ґрунтознавства як фундаментальної науки. Наукова спільнота повинна запропонувати єдині підходи до ґрунту незалежно від спеціалізації та однакові базові знання про ґрунт, найперше в процесі підготовки за всіма напрямками, для яких ґрунт потрапляє в сферу діяльності (географи, агрономи, екологи, гідрологи, землевпорядники, економісти, юристи, управлінці). **Мета** статті – оцінити місце ґрунтосфери і підходи до вирішення питань екологічної без-

пеки в Україні та проаналізувати концептуальні ґрунтово-екологічні відношення у контексті глобальних проблем.

Виклад основного матеріалу. Динамічний розвиток ґрунтознавства в світі дисонує з вітчизняним: Україною втрачені позиції держави з розвинутою ґрунтознавчою наукою, що, власне й спонукало нас приділити увагу проблемам ґрунтосфери. Відомо, що проблеми землекористування завжди глобальні, а не місцеві, через конкуренцію за продовольство, воду, житло, одяг, тобто найнеобхідніші для забезпечення життя людства ресурси. Ріст населення (згідно прогнозів – до 9 млрд. на 2050 р.) у світі з одночасним його скороченням в Україні апріорі потребує концептуальних змін національної безпеки. Водночас триває та навіть посилюється деградація ґрунтів, що, з врахуванням збільшення потреб в земельних ресурсах, безпосередньо вплине на стан екологічної безпеки. У цьому контексті узагальнено (без певної системи) визначальні для ґрунтового покриву України проблеми:

- *відсутність загальнодоступної для рівня середньостатистичного громадянина інформації про ґрунти.* Кожен більшою чи меншою мірою впливає на стан ґрунтового покриву. Опитування, проведені в сусідніх країнах, свідчать, що понад 90 % жителів міст не мають уявлення про глобальні функції ґрунтів, а тільки 16 % можуть назвати загрози для ґрунтосфери внаслідок дії антропогенних і природних процесів. Ґрунтовий покрив, визначаючи продовольчу безпеку кожної держави, залишається водночас екзотичним об'єктом і це, найперше, результат шкільної базової освіти. Немає інформації – немає ніяких дій у контексті збереження ґрунтів, саме виходячи з можливостей кожного жителя планети. Проведені під егідою різних світових організацій заходи свідчать про їх надзвичайно велику ефективність;

- *збезліснення внаслідок суцільних і не контрольованих державою рубок лісів.* Частка лісів в Україні за історичний час зменшилася втричі. Особливого поширення процес зниження лісистості набув від середини минулого століття до наших днів. Відмітимо, що ґрунтовий покрив після зведення лісу радикально перетворюється: змінюються водний і тепловий режими, баланс елементів живлення та органічної речовини, перебудовується весь профіль і формуються нові ґрунтові відміни. Трансформація циклів макроелементів, насамперед карбону, може активізувати емісію парникових газів, сприяючи потеплінню. Безумовні опосередковані впливи лісу на гідрологічний режим території, розвиток паводків, поширення зсувних та інших екзогенних процесів. Приклад системних змін, спричинених вирубуванням лісів, наводять Whisenant [9] та King, E.G. and R.J. Hobbs [7], які моделюють деградацію ґрунтів на основі “низхідної спіралі”: зведення лісів – зміни гідрологічного режиму – спадання біопродуктивності ценозів – зниження запасів органіки у ґрунті – зниження біорізноманіття – погіршення структури ґрунту – ерозія – зменшення продуктивності ґрунтового покриву [5];

- *висока частка орних угідь без їх ефективного використання.* Зростання площ орних земель автоматично супроводжується зменшенням екологічно стійкіших угідь. Збільшення розораності не вирішує питання забезпечення продовольством та продукцією рослинництва. Загалом екстенсивний шлях агровиробництва в сьогоденних умовах апріорі призводить до накопичення екологічних і економічних проблем. Вважається, що на сьогодні людство вичерпало доступний фонд орних земель [3]. Визначальним в організації агровиробництва сприймається безплужний обробіток ґрунтів (no-till), за якого їх природні властивості зберігаються, а втрати органічної речовини та пов'язана з процесом обробітку емісія діоксиду карбону мінімізується. Важливо, що при мінімальному обробітку ґрунту не змінюється його структура та властивості, які визначають власне гідрологічний і тепловий режими ґрунтів і зменшують або й унеможливають деградацію;

- *зменшення вмісту органічної речовини у ґрунтосфері.* Гумус – унікальна субстанція, яка вважається чи не найголовнішим екологічним капіталом Землі на рівні екосистем. Якість ґрунту, його родючість прямо пропорційно залежать від особливостей органічної речовини, її запасів і доступності. Повертаючись до прикладу Ісландії скажемо, що за оцінений час ґрунтами втрачено до 500 млн. т органічного карбону, а близько половини цих втрат зумовлені окисненням та емісією в атмосферу [8]. Зменшення вмісту органічної речовини – це не тільки і не стільки виробнича проблема, це, не менше, проблема екологічна та навіть біосферна. Емісія парникових газів – одна з її сторін, але не менш важливою є порушення циклу елементів живлення, а також погіршення структури ґрунту, його ущільнення з системою пов'язаних наслідків:

- *забруднення ґрунтового покриву та відсутність реальних програм ремедіації забруднених земель.* Ґрунти в силу своїх особливостей (буферність, здатність розсіювати впливи) акумулюють різноманітні хімічні елементи, речовини та їх сполуки. Певний час цей процес не несе негативізму як власне для ґрунту, так і для пов'язаних з ним середовищ. Проте буферність має межі і при продовженні імпаکتів ґрунт може істотно змінитися, що виявляється, зокрема, у підвищеному вмісті окремих речовин, які не тільки зменшують якість ґрунтового покриву, але й зумовлюють зміни біоти, вод і повітря, а через ланцюги живлення впливають на людину. Забруднення ґрунтів приурочене до ареалів концентрації промислового виробництва, але не менш часто воно виявляється в районах інтенсивного аграрництва та у великих урбоєкосистемах;

- *неконтрольований ріст не організованих у відповідності до екологічних вимог полігонів побутових відходів.* Побутове засмічення стає не менш важливою проблемою, ніж промислове забруднення. Це пояснюється масовими самовільними викидами побутових відходів в лісові, яружні, загалом долинні, найбільше річкові, екосистеми. Склад побутових відходів надзвичайно різноманітний, організованих місць для їх захоронення, як і заводів з переробки, катастрофічно не вистачає. Повінь 2008 року виявила, що річкові системи не очищуються від сміття, а навпаки, його кількість на заплавах ґрунтах стала повсюдною. Зрозуміло, що і якість води, при синергічному зменшенні водності річок, катастрофічно знизилась. Побутові відходи впливають на показники ґрунтового покриву, найперше – їх мікробіологічний пул, визначаючи здоров'я ґрунту. Крім безпосереднього впливу побутові відходи стають важливим чинником добавки парникових газів в атмосферу;

- *заболочення і підтоплення територій та підняття рівня залягання ґрунтових вод.* Антропогенні об'єкти часто розміщені без врахування їх дії на гідрологічний режим території, що призводить до підняття рівня ґрунтових вод. Це відбувається при утворенні водосховищ, іригації, розміщенні інфраструктурних об'єктів та інше. Наближення дзеркала ґрунтових вод до поверхні спричиняє кардинальну перебудову ґрунтового профілю. Змінюється хід елементарного ґрунтогенезу, розвиваються відновні процеси та оглеєння, трансформуються мікробний склад – превалюють анаероби з відповідними змінами показників ґрунтів. Істотно може змінитися кругообіг хімічних елементів, найперше – карбону, який виділяється в атмосферу у виді метану і сполук, нітрогену – у формі його закису;

- *забудова та інші види діяльності з екрануванням ґрунтового покриву.* Істотне зменшення площ, придатних для агровиробництва ґрунтів, спричинене постійним протягом століть розширенням площ антропогенних об'єктів, забудови, інфраструктури (дороги, аеродроми, станції та причали, майданчики, стежки, теренкури і таке інше). Екранування призводить до переходу ґрунту в еколого-біосферному розумінні в техногенне тіло. Ґрунти припиняють свої функції в екосистемах: зупиняється або сповільнюється газообмін, через зупинення інфільтрації опадів змінюється водний режим, перебудовуються профілі: гумусовий, карбонатний, сольовий, істотно змінюються фізичні властивості, життя більшості видів фауни і флори унеможливується. Отже, цей аспект деградації ґрунтового покриву планети повинен досліджуватися насамперед з позицій його біосферних глобальних функцій ґрунту, а не тільки в розумінні фізичного скорочення придатних для агровиробництва площ;

- *зменшення біорізноманіття ґрунтів і можливе зникнення окремих їх видів.* Деградація ґрунтового покриву призводить загалом до зменшення біорізноманіття на різних рівнях – від екотопу до біосфери. Вже наведені приклади підтверджують взаємовплив між станом ґрунтів, біоценозами та біорізноманіттям. Крім відомої проблеми зменшення варіативності біоти (від ссавців та вищих рослин до мікробів), існує проблема зміни структури ґрунтового покриву. Найчастіше це спостерігається на землях агроландшафтів за умови монокультурного виробництва, внаслідок чого з різних видів ґрунтів формуються агроземи. Цілковита втрата ідентичності певного ґрунтового виділу, як свідчать результати чисельних досліджень, може відбутися за перші десятиріччя років (інтенсивне використання з високим рівнем агротехніки та меліорації), а в ареалах тривалого заселення людиною з системним використанням всіх ресурсів – за перші століття [2, 4, 6];

- *вплив гірничорудного виробництва на стан ґрунтів та обмеженість рекультивації порушених земель.* Україна – одна з держав, в яких серйозні загрози для ґрунтосфери очікуються від гірничої промисловості (вугільної, нафтогазової, залізо- та марганцеворудної, гірничохімічної, видобування будівельних матеріалів). Наслідки такої діяльності двоякі: головну частку імпаکتів становить пряме пору-

шення цілісності ґрунтового покриву. У результаті цього ґрунти руйнуються і стають непридатними для використання і виконання своїх функцій, а техногенні ландшафти («бедленд») створюють чимало проблем. Їх відновлення – це комплекс заходів: планування відвалів, виположення їх укосів, формування дренажної мережі, покриття поверхні шаром родючого ґрунту та інше. Проте і за таких умов формування ґрунту в його безпосередньому розумінні неможливе без спеціальних дій з рекультивації, переважно біологічної, яка сприятиме генезису ґрунтового покриву на штучних субстратах. Як свідчить досвід рекультиваційних робіт, оптимальна їх організація дозволяє утворити більш-менш функціональний ґрунтовий горизонт за 30–40 років. Другою проблемою, яка посилює деградацію ґрунтів, є їх забруднення у процесі видобування корисних копалин як пряме, так й опосередковане. Пряме забруднення виникає при потраплянні залізних руд, кольорових металів, нафти і газу на поверхню ґрунтового покриву в гірничорудному ареалі, а опосередковане – зв'язане з проникненням хімічних елементів у ґрунти при інфільтрації атмосферних опадів, з поверхневим стоком, при перенесенні часточок породи вітром, внаслідок аварійних скидів;

- *ущільнення ґрунту* спричинене як прямими, так й опосередкованими діями при різних видах землекористування. Проходження техніки при оранці, внесенні добрив, обробітку та меліорації ґрунтів апіорі змінює їх фізичні властивості. Наслідки ущільнення можуть бути визначальними для зменшення його родючості, тому насамперед – це проблема для земель агроландшафтів. Проте і на інших угіддях результатом ущільнення можуть бути різноманітні види деградації: інтенсифікація ерозії, періодичний застій вологи на поверхні таких ґрунтів з розвитком процесів оглеєння, зміною умов онтогенезу ґрунтової біоти та інше. Ущільнення ґрунтів розвивається після рубок лісів, на початкових етапах сукцесії, при інтенсивному випасанні худоби та овець в місцях поширення ґрунтів з низькою стійкістю. Пожежі природні чи антропогенні також можуть спричинити зростання щільності ґрунту, особливо якщо ці ґрунти важкого гранскладу. Загалом найнебезпечнішими наслідками при ущільненні є кардинальна перебудова гідрологічного і теплового режимів та пертурбації кругообігу карбону, що може сприяти глобальному потеплінню;

- *зміни якості ґрунтових вод як результат деградації ґрунтів*. Інфільтрація опадів через товщу ґрунту істотно залежить від його показників, а також від складу рослинності. Зменшення інфільтраційної компоненти прямо пропорційно сприяє збільшенню поверхневого стоку, що у свою чергу призводить до інтенсифікації ерозії. В Україні для більшості рік підземне живлення має основне значення, а тому менші запаси ґрунтових вод та інтенсивніший поверхневий стік апіорі знижують водність річкових систем, особливо в меженний період. Можливо, що зміни середньорічного модуля стоку в цілому неістотні, але проходить його перерозподіл та наростає амплітуда. Пряме забруднення ґрунтів, інтенсивне землеробство з використанням хімічних речовин зумовлюють безпосереднє потрапляння в ґрунтові води різноманітних ксенобіотиків. Певний вплив має і біологічне забруднення, як наслідок поширення генетично модифікованих організмів;

- *брак дієвого моніторингу за станом ґрунтового покриву*. Система моніторингу для своєчасного виявлення стану ґрунтового покриву повинна мати відповідне кадрове, матеріальне та законодавче забезпечення. Останнє в нашій державі ще не до кінця відпрацьоване, змінюється в залежності від політичної кон'юнктури та не гармонізоване з міжнародними нормами і правилами. Це не дозволяє брати участь в європейських моніторингових програмах, а також унеможливорює обмін даними та їх оцінку з найближчими сусідами. Проблемним місцем залишається перехід на міжнародні стандарти визначення показників ґрунтів, контроль за якими повинен здійснюватися. Важко проводити дієвий моніторинг і через надто слабе (зношене та застаріле морально) матеріальне забезпечення. Не може вважатися сучасним і рівень кадрів, підготовка яких (згідно досвіду передових країн світу) повинна мати постійний у часі характер, відповідно до наукових і технологічних досягнень. Дійсний моніторинг ґрунтів проводять центри “Облдержродючості”, зусиль яких явно не вистачає. Інші установи при моніторингу навколишнього середовища виконують ті чи інші роботи з контролю, але для ґрунтів рідко;

- *відсутність державної служби охорони ґрунтів (ДСОГ) та неможливість виконання програм охорони ґрунтового покриву*. Парадокс ситуації в галузі охорони ґрунтів в Україні зв'язаний з тим, що, декларуючи землю як найголовніший ресурс держави, за роки незалежності так і не створено органу, який повинен безпосередньо займатися охороною ґрунтів (ДСОГ). Екологічні інспекції не справляють-

ся з цим питанням в силу об'єктивних і суб'єктивних причин: слабка підготовка з ґрунтознавства, висока зайнятість низкою проблем суто екологічного характеру, недосконалість законодавчої бази тощо. Як свідчить світовий досвід, служби охорони ґрунтів повинні функціонувати як самостійні підрозділи, завдання яких – контроль за збереженням ґрунтів, унеможливлення їх деградації, дотримання законодавства щодо земельних ресурсів. Економія на створенні ДСОГ супроводжується втратами, які практично неможливо оцінити в грошовому еквіваленті, бо вони стають незворотними та стають проблемами для майбутніх поколінь;

- *зміни запасів і відношень між макро- і мікроелементами у ґрунтах*. Обговорюючи найчастіше відому проблему зростання полютантів у ґрунтах, перш за все вмісту важких металів, ми часто забуваємо, що одні й ті ж елементи є не тільки токсичними, але й есенціальними для біоти. Признаючи забруднення важкими металами в окремих регіонах, відмітимо, що не меншою проблемою є понижений вміст окремих хімічних елементів, а також порушення природних співвідношень між ними. Це питання не досліджено в Україні, хоча, як свідчать результати чисельних досліджень за кордоном, ріст захворюваності від нестачі мікроелементів у природних компонентах, насамперед ґрунтах, перевищує небезпеку забруднення від підвищеного вмісту цих же елементів. Тобто аномальною кількістю елемента треба вважати як його високий вміст, так і нестачу, порівняно з фоном. Деградаційні процеси, найперше зв'язані з ерозією, вилуговуванням, підтопленням, сприяють зменшенню вмісту мікроелементів, що безпосередньо загрожує екологічній безпеці;

- *економіко-соціальні проблеми, зв'язані з деградацією ґрунтів*. Земля, особливо в Україні, здавна вважалася ґрунтовою скарбницею. Не дивлячись на десятиліття терору по відношенню до селян з боку комуністичної верхівки, любов до землі ще збережена на генетичному рівні. Проте перерозподіл земельних ресурсів на користь великих латифундистів, які вкладають гроші в нерухомість, закінчується тим, що землі стає все менше в руках селянина. Впливають і процеси внутрішньої міграції, коли переважна частина сільського населення, найперше молоді, змінює село на місто. Істотні проблеми можуть виникнути в нашій державі внаслідок зовнішніх мігрантів, які тисячами вже проникають в Україну і велика їх частина зайнята саме агровиробництвом. Глобалізація призводить до того, що чимало населення африканського та азійського континентів, проживаючи в істотно гірших умовах, прагне потрапити в Європу, у тому числі в Україну. Родючі землі приваблюють мігрантів, які тривалий час стикаються з проблемою голоду. Відверто – держава не готова захистити своїх громадян ні законодавчо, ні військово, ні політично. Це питання потребує нагального розгляду на рівні найвищих інституцій, а завдання вчених – обґрунтувати необхідність захисту першочергового права українців на володіння землею;

- *виснаження ґрунтів як результат вирощування "енергосировини"*. Зростання у світі площ, відведених під вирощування культур, з яких виробляють паливо, загальна тенденція, яка не оминула й Україну. Це результат загалом благих намірів – зменшити залежність від імпортих енергоресурсів та викиди від спалювання викопного палива. Як свідчить статистика, рентабельність при вирощуванні сировини для біодизеля, біоетанолу, біогазу, біоводню істотно вища, ніж при посівах традиційних культур, а значить наростатимуть проблеми виробництва продовольства. Треба пам'ятати, що у світі до сьогодні не вирішено проблему голоду, більше того, у минулому році вперше за останні 30 років кількість голодуючих зросла і досягла майже 1 млрд. Інше, не вирішене в нашій державі питання (дивись пункт про ДСОГ), є слабкий контроль за станом ґрунтів, які перебувають у приватній власності та в оренді. Відомо, що культури для виробництва палива істотно виснажують ґрунти, потребують дотримання чіткої агротехніки, особливо сівозмін. Як свідчить аналіз ринків, ризик вирощування ріпаку, сої, соняшнику та інших культур для виробництва біопалива, а не збільшення ефективності господарювання за рахунок використання відходів виробництва (соломи, стебел, лузги, гілок, тирси, кори тощо) дуже великий. Вкажемо й на те, що установки для виготовлення біогазу та інша техніка для спалювання відходів виробництва не настільки досконала, щоб не нести загрозу для посилення парникового ефекту і забруднення продуктами згорання;

- *не контрольована і не врегульована приватизація земель, насамперед – сільськогосподарського призначення*. Законодавство України на сьогоднішній день забороняє приватну власність на окремі категорії земель. Проте реалії такі, що приватними стають не тільки землі сільськогосподарського при-

значення, але й особливо цінні землі в межах заповідників, рекреаційних об'єктів, водного та лісового фонду. Небезпеки, пов'язані з цим процесом, зумовлені безповоротними втратами унікальних ґрунтів, їх властивостей, а також збитками держави від недоотриманих коштів через суб'єктивну оцінку земель, їх безконтрольну експлуатацію. Не проведено оцінки показників ґрунтів на момент їх приватизації, що унеможливило контроль якісного стану ґрунтового покриву, а також об'єктивну плату за землекористування. У країні формується клас латифундистів, які на відміну від закордонних власників земель, не несуть відповідальності за порушення природоохоронного законодавства, не підтримують стандартів збереження ґрунтів. Даний аспект має не тільки економічну та екологічну, але й соціальну компоненту та, безумовно, загрожує сталому розвитку держави;

- *вдосконалення екологічного законодавства та його узгодження з міжнародними нормами і законами*. Законодавча база потребує постійного доопрацювання через те, що сучасний світ постійно змінюється. Наприклад, до речовин, які складають загрозу для здоров'я людини, віднесена на сьогодні деяка їх кількість, але щорічно зростає перелік заново синтезованих речовин, які впроваджуються у виробництво та побут. Відповідно, їх необхідно вносити до списку моніторингу, тобто змінювати законодавство. Оптимізація охорони ґрунтів потребує також нових законів, які повинні відповідати сучасним вимогам. Це пов'язано з реформами в національних законодавчих базах та міжнародному праві, які розвиваються у відповідь на дослідження в галузі юриспруденції, поширенню міжнародного співробітництва, формуванню нових міжнародних інституцій. Головним принципом при цьому вибрано один: "soil conservation law" – закон збереження ґрунту, тобто пріоритет при інших рівних умовах належить саме ґрунту.

Висновки. Отже, в Україні існують реальні ризики внаслідок деградації ґрунтового покриву та нехтування його ролі в біосфері. Їх можна розділити на чотири типи: природні, економічні, соціально-демографічні та політичні. Вирішення існуючих проблем неможливе без зміни парадигми ґрунтознавства, визнання його реального значення в фундаментальній науці та врахування особливого місця ґрунтосфери в біосфері та соціосфері.

Література

1. Возможности современных и будущих фундаментальных исследований в почвоведении. – Москва: ГЕОС, 2000. – 131 с.
2. Голубець М.А. Вступ до геосоціосистемології / М.А. Голубець. – Львів : Поллі, 2005. – 198 с.
3. Рудько Г.І. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – Київ : Академпрес, 2009. – С. 154 – 164.
4. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене / Ю.Г. Чендев. – Москва : ГЕОС, 2008. – 212 с.
5. Aradottir, A. L., and T. Eysteinnsson, 2005. "Restoration of Birch Woodlands in Iceland" in J. A. Stanturf and P. Madsen (eds.), Restoration of Boreal and Temperate Forests. CRC Press, Boca Raton, pp. 195 – 209.
6. Fischer, G., M. Shah, and H. van Velthuisen. Climate Change and Agricultural Vulnerability. IIASA, Laxenburg, 2002. – p. 32.
7. King, E.G. and Hobbs, R.J. Identifying Linkages Among Conceptual Models of Ecosystem Degradation and Restoration: Towards an Integrative Framework // Restoration Ecology. – 2006. – Volume 14, Issue 3. – pp. 369–378.
8. Lal, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security // Science. – 2004. – Vol. 304. no. 5677. – pp. 1623–1627.
9. Whisenant, S.G. Repairing Damaged Wildlands. – Cambridge : Cambridge University Press, 1999. – pp. 14–39.

ПАЛЕОЕКОЛОГІЯ

508.2
УДК 551.311.8+56(477.86)

*Адаменко О.М., Стельмах О.Р., Манюк О.Р., Зорін Д.О.,
Радловська К.О., Андрухів О.С., Савчук Л.І.
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

**ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ
ОРГАНІЗАЦІЇ “ПАРКУ ЛЬОДОВИКОВОГО ПЕРІОДУ”
У С. СТАРУНІ НА ПРИКАРПАТТІ**

Ландшафтно-екологічне дослідження на території знахідок 1907, 1927 рр. викопної фауни носорогів і мамонтів, які є унікальними, та грязьовий вулкан, що виник після Карпатського землетрусу 1977р., дозволили авторам запропонувати створення біля с. Старуні на Прикарпатті еколого-туристичного центру “Парк Льодовикового періоду”.

Ключові слова: викопна фауна, мамонт, носоріг, грязьовий вулкан, кратер, еколого-туристичний центр.

Ландшафтно-екологические исследования на территории находок 1907, 1927 гг. ископаемой фауны носорогов и мамонтов являются уникальными, а также грязевой вулкан, который возник после Карпатского землетресения 1977 г., позволили авторам предложить создание около с. Старуни на Прикарпатье эколого-туристического центра “Парк Ледникового периода”.

Ключевые слова: ископаемая фауна, мамонт, носорог, грязевый вулкан, кратер, эколого-туристический центр.

Finds 1907, 1927, fossil fauna of rhinoceroses and mammoths which are unique, and mud volcano, that arose up after the Carpathians earthquake 1977p., allowed authors to offer creation near s. Starouni on Pricarpatti of еколого-tourist center “Park of ice-age”.

Keywords: fossil fauna, mammoth, nosorog, gryazoviy volcano, crater, еколого-tourist center.

Актуальність теми. Старуня, як місцезнаходження викопної мамонтової фауни, відома з 1907 р., коли тут вперше знайшли волохатого носорога. У 1929 р. з'явилися нові знахідки ще трьох носорогів. Численні іноземні компанії в XIX-XX ст. бурили тут свердловини, намагаючись добути нафту. Назва пам'ятки визначається унікальним поєднанням різних стратиграфічних, археологічних, палеонтологічних, мінералого-петрографічних, гідрогеологічних і неотектонічних особливостей ділянки. Вона має площу близько 60 га.

Старуня – це Богом обласкана місцевість, де на невеличкій природоохоронній площі зібрані родовища нафти, озокериту і солі, всесвітньо відоме, унікальне палеонтологічне місцезнаходження викопної фауни волохатих носорогів і мамонтів, де виник на очах у людей єдиний у Карпатах грязьовий вулкан (рис. 1, 2).

Усе це дало можливість О.М. Адаменку у 2004 р. запропонувати організувати тут міжнародний еколого-туристичний центр – Парк Льодовикового Періоду. Цей бренд так швидко поширився в Internet, що його вже багато хто використовує без посилання на автора. Ми шукаємо інвесторів, щоб втілити цю ідею в життя. І тому є сенс більш детально зупинитись на характеристиці цього унікального об'єкту біля с.Старуня Богородчанського району Івано-Франківської області.

Історія досліджень Старуні польськими й українськими вченими за першу половину XX століття детально висвітлена краківським професором Штефаном Александровичем у книзі, яка написана польською мовою [2] і перекладена українською професором кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу Я.Д. Гладуном та науковим співробітником Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника В.І. Кулішом у 2008 р. [1].

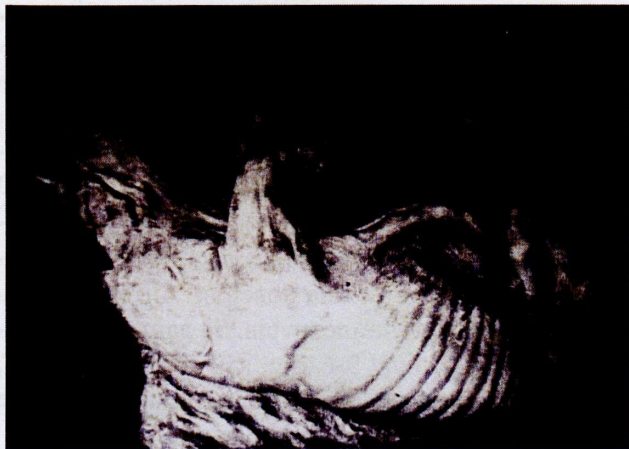


Рис. 1. Гіпсовий відбиток носорога у позиції його залягання у відкладах



Рис. 2. Кратер грязьового вулкану

До наших робіт 1989-1991 і 2004-2008 рр. Старуню вивчали доктори геолого-мінералогічних наук, професори Веніамін Михайлович Кляровський і Надія Хрисантівна Білоус. Їх увагу привернув грязьовий вулкан, що з'явився тут після землетрусу у горах Вранча (Румунія) 4 березня 1977 р. (рис. 2). За пропозицією професорів Н.Х. Білоус і В.М. Кляровського, Старуня була затверджена як геологічний пам'ятник загальнодержавного значення. Н.Х. Білоус і В.М. Кляровський вивчали Старунський грязьовий вулкан протягом 1977-1988 рр. Він знаходиться біля с.Старуні, на західному березі р.Великий Лукавець (доплива р.Бистриці Солотвинської), у межах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину, на місці відпрацьованого озокеритового промислу, де виходить на поверхню Старунська складка.

Результати досліджень. Пам'ятка розташована на пологому західному березі річки, де подекуди збереглися дві тераси, що підносяться над заплавою на 1 і 2,5 м. Під ґрунтом (потужність 10-15 см) залягають жовтувато-сіруваті суглинки (0,5 м), в яких видно один-два прошарки старого бітуму, лінзи викопного ґрунту і гравійно-галечного руслового алювію. На південно-західній околиці ділянки в четвертинному делювії і орному шарі відкриті залишки поселення людей палеоліту і мезоліту. У центральній частині ділянки в грабені глибиною до 27 м серед четвертинних торф'яно-болотяних відкладів у 1907 і 1929 рр. були знайдені залишки мамонта, чотирьох носорогів, коня, оленя, птахів, плазунів та інших тварин пізнього плейстоцену-раннього голоцену.

Вони добре збереглися у зв'язку з консервацією в породах, просочених нафтою і озокеритом. Під четвертинними породами залягають неогенові соленосні глини і аргіліти воротищенської світи з прошарками алевролітів, пісковиків і одиничними лінзами слобідських конгломератів. Поблизу тектонічних зон через численні мікрократери, розташовані за 2-5 м один від одного, на поверхню виходять гази, мінеральні води і вуглеводневі флюїди.

Породи ділянки (четвертинні, неогенові, палеогенові та верхньокрейдяні) утворюють тектонічно складний перегиб, на вершині якого знаходиться "працюючий" грязьовий вулкан. Він з'явився в 1977р. після землетрусу в Румунії і тоді мав чотири жерла діаметром 0,1-0,5 м. Висота його конуса приблизно 3 м, довжина глинистих потоків 10-50-60 м.

Зараз налічується вісім кратерів і 10-20 непостійних мікрократерів, що виділяють газ, воду, глинисту пульпу, іноді нафту або її диференціати. У 60 м на захід від цього вулкана після землетрусів 1979р. в Італії з'явився другий невеликий грязьовий вулкан, а за 400 м на південь від них в 1981р., після землетрусів в Ірані, утворився третій і потім ще три.

У глині грязьових викидів головного вулкана зустрічаються кристали сфалериту, піротину, піриту, арсенопіриту, стронціобариту, бариту, гіпсу, сірки з кальцитом, флюориту, сульфідів міді, у сольових кірках – галіт, сильвін та ін.

На ділянці виходить більше 300 постійних і тимчасових джерел прісної і мінералізованої води, пов'язаної з розривними порушеннями. Для його території характерна сучасна тектонічна активність і висока сейсмочутливість. Вона виявляється в нерівномірному здійманні (більше 1 м за 7 років, 1977-1984 рр.), появі тріщин, провалів, зростанні порогів і невеликих водоспадів, грязьовому вулканізмі, активній динаміці газовиділення і геохімічній динаміці флюїдів. У зв'язку з деякими дальніми землетрусами в ґрунті виникають порожнисті тріщини шириною 0,5-3 см, які закриваються через 3-5-10 діб. По тріщинах з невеликих грифонів і мікрократерів постійно або періодично з різною інтенсивністю викидаються гази, нафта, бензин, гас, вода різної мінералізації. Біля одних джерел формуються лінзи залізняку, а біля інших – саморідної сірки, яка легко окислюється на поверхні. Інтенсивність усіх виділень, їх хімічний і мінеральний склад залежать від дальності землетрусів. За даними Н.Х. Білоус, ділянка Старуня реагує на землетруси, що відбуваються в радіусі 3-6 тис. км, тобто в Румунії, Італії, ФРН, Ірані, на Кавказі і навіть у Середній Азії. Старунський комплекс має величезне наукове значення для встановлення особливостей динаміки Землі, закономірностей формування корисних копалин, прогнозу землетрусів. Це унікальне місце цікаве не тільки для фахівців, але і для школярів, студентів, любителів природи, туристів. Особливу увагу до Старуні виявляють іноземні туристи. Тому після будівництва дороги і створення тут певної інфраструктури можна організувати міжнародний еколого-туристичний центр – своєрідний ПАРК ЛЬОДОВИКОВОГО ПЕРІОДУ (рис. 3, 4).

У 2007 р. виповнилось 100 років нахідкам забальзованих у древньому (42 000-10 000 років тому) озокеритовому озері носорогів та інших тварин так званої мамонтової фауни біля с. Старуні. Палеонтологічні рештки знайдені польськими гірниками і геологами при розробці родовища озокериту на глибинах від 27 до 12 м від поверхні. Геологи Польщі, України і Росії неодноразово вивчали умови залягання викопної фауни, яка зберігається нині у музеях м. Львова та Кракова. Після закриття шахт тут проводилась розвідка Старунського родовища нафти. У 70-х роках ХХ століття на ділянці родовища виник єдиний у Карпатах грязьовий вулкан, який періодично через кілька кратерів викидає грязьо-нафтову суміш з гідротермальними мінералами.

На ділянці Старуні, яку вивчають за власною ініціативою геологи, геофізики, геохіміки і екологи Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу з 1974 року, виявлено в сучасних компонентах довілля вміст важких металів та нафтопродуктів. Дослідження геології, геоморфології, четвертинних відкладів, неотектоніки дозволили прийти до висновку про сучасну високу ендеогединамічну активність цієї ділянки, що сприяє розвитку небезпечних екзогенних процесів. Ця ділянка може бути виділена як геодинамічний полігон для усього Карпатського регіону. Археологи Івано-Франківська та Львова знайшли в околицях с. Старуні 12 стоянок древньої людини. А польські палеонтологи відмічали наявність на черепах носорогів отворів від списів древніх мисливців. Не виключено, що при детальних обстеженнях, бурінні свердловин і розкопках буде оконтурене древнє озокеритове озеро-болото, в якому можуть бути виявлені унікальні забальзовані рештки древніх тварин і наших предків – мисливців епохи палеоліту та мезоліту. За поданням вчених ІФНТУНГ, Старуня визнана геологічним пам'ятником природи і охороняється місцевою владою. Враховуючи велику цінність Старунського геодинамічного полігону для науки і практики (прогноз землетрусів, фауна, сліди древніх людей, генезис озокериту і нафти), польські вчені Краківської гірничо-металургійної академії та Інституту геологічних наук Польської Академії Наук виявляють велику зацікавленість у спільному дослідженні Старуні за рахунок грантів, проекти яких вони подали у Європейський Союз. Після всебічного вивчення геодинамічний полігон Старуні може стати пам'ятником природи світового значення та об'єктом міжнародного туризму.

Висновки. Для здійснення розробленого нами проекту ми шукаємо інвесторів, які будуть не тільки вкладати кошти у створення міжнародного еколого-туристичного центру “Парк Льодовикового періоду”, а й отримувати вже через 2-3 місяці після початку реалізації проекту реальні фінансові прибутки. Ми пропонуємо три черги створення Парку Льодовикового періоду:

1. На повороті дороги до с. Старуні від траси Івано-Франківськ-Яремча-Закарпаття (рис. 3) будуватиметься бар non stop, стилізований під носорога з назвою “Волохатий носоріг”. Він своїм висунутим на трасу рогом буде зупиняти туристів, які зможуть скоштувати тут фірмову страву, наприклад “Шаурму по-неандертальськи”. Бар, побудований як простий павільйон, почне давати прибуток вже через 2-3 місяці після його відкриття.

ПАРК ЛЬОДОВИКОВОГО ПЕРІОДУ Еколого – туристичний центр ПРОЕКТ

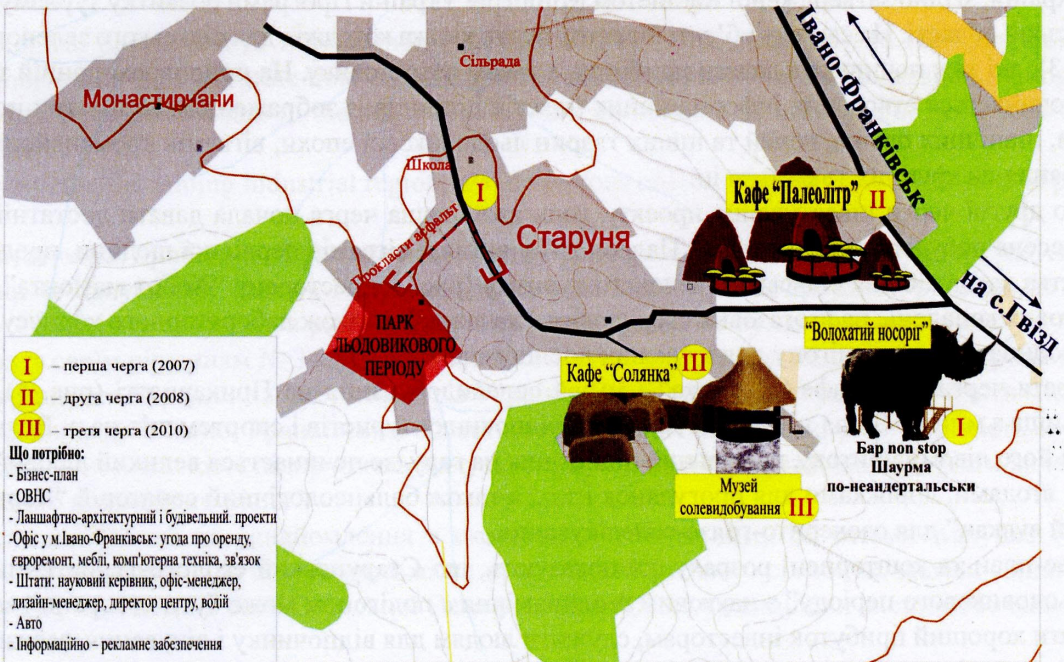


Рис. 3. Проект еколого-туристичного центру "Парк Льодовикового періоду".

Автори проекту О.М. Адаменко, Д.О. Зорін



Проект еколого-туристичного центру "Парк Льодовикового періоду"

Рис. 4. Туристичні об'єкти по дорозі до "Парку Льодовикового періоду".

Автори проекту О.М. Адаменко, Д.О. Зорін

До першої черги віднесена також асфальтована дорога (3 км) від с.Старуні, до якого вже є асфальт, до “Парку Льодовикового періоду” (рис. 4), яка буде побудована за рахунок державного бюджету України, згідно затвердженій Кабінетом Міністрів України Програми розвитку туризму в Івано-Франківській області. На самому об’єкті інвестор будує кілька котеджів для сільського зеленого туризму (рис. 3), які теж починають давати прибуток, а також автостоянку. На природоохоронній території (60 га) починається створення інформаційних макетів і стендів із зображенням волохатих носорогів, мамонтів, північних оленів, коней та інших тварин льодовикової епохи, вігвамів кроманьйонців, сцен їх полювання на крупних тварин та ін.

2. До другої черги інвестування проекту, коли вже перша черга почала давати достатній прибуток, віднесена побудова кафе-мотелю “Палеоліт” у вигляді вігвамів первісної людини, продовження будівництва котеджів для сільського зеленого туризму (рис. 4), ресторану “Хобот мамонта”, макетів озокеритових копалень, нафтогазових свердловин, “качалок”, а також лабораторного корпусу Старунського геодинамічного полігону для наукових досліджень.

3. Третя черга – це кафе “Солянка” і музей солевидобування на Прикарпатті (рис. 4), ставки-водосховища з міні ГЕС для літнього і зимового відпочинку туристів і спортсменів на р. Великий Лукавець та його лівому притоку, крісельний підйомник на гору, де починається великий лісовий масив з грибами, ягодами, доріжками для прогулянок і т.д., а також бальнеологічний санаторій “Карпатський грязьовий вулкан” для озокерито-грязе-солелікування.

Бізнес-план та кошторисні розрахунки показують, що Старунський еколого-туристичний центр “Парк Льодовикового періоду” з науковим геодинамічним полігоном може бути створений за 3 роки, буде давати хороший прибуток інвесторам, служити людям для відпочинку і лікування, забезпечувати необхідні наукові дослідження та робочі місця для населення.

Література

1. Александрович Ш.В. Старуня і дослідження четвертинного періоду в традиції та ініціативах Польської Академії Вміння / Ш.В. Александрович ; пер. з польськ. Я.Д. Гладун, В.І.Куліш. – Івано-Франківськ, 2008. – 168 с.

2. Alexandrowicz S.W. Starunia i badania czwartorzędowego w tradycji i inicjatywach Polskiej Akademii Umiejetnosci. Studia i materialy do dziejow Polskiej Akademii Umiejetnosci, 3. – Krakow, 2004. – 261 p.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК-551.131

504.057.622.8. (434, 26)

Семчук Я.М., Савчук Л.Я.

Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КАЛУСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Приведена екологічна характеристика гірничо-промислового регіону. Потенційними і реальними небезпечними об’єктами є: Домбровський кар’єр, шахтне поле підземної розробки калійних солей, хвостосховища хімічної фабрики, солевідвали кар’єра. Визначені напрями мінімізації впливу їх на довкілля.

Ключові слова: гірничо-промисловий регіон, небезпечні об’єкти, кар’єр, шахтне поле, калійні солі.

Приведена экологическая характеристика горно-промышленного региона. Потенциальными и реальными опасными объектами являются: Домбровский карьер, шахтное поле подземной разработки калийных солей, хвостохранилища химической фабрики, солеотвалы карьера. Определены направления минимизации влияния их на окружающую среду.

До першої черги віднесена також асфальтована дорога (3 км) від с.Старуні, до якого вже є асфальт, до “Парку Льодовикового періоду” (рис. 4), яка буде побудована за рахунок державного бюджету України, згідно затвердженої Кабінетом Міністрів України Програми розвитку туризму в Івано-Франківській області. На самому об’єкті інвестор будує кілька котеджів для сільського зеленого туризму (рис. 3), які теж починають давати прибуток, а також автостоянку. На природоохоронній території (60 га) починається створення інформаційних макетів і стендів із зображенням волохатих носорогів, мамонтів, північних оленів, коней та інших тварин льодовикової епохи, вігвамів кроманьйонців, сцен їх полювання на крупних тварин та ін.

2. До другої черги інвестування проекту, коли вже перша черга почала давати достатній прибуток, віднесена побудова кафе-мотелю “Палеолітр” у вигляді вігвамів первісної людини, продовження будівництва котеджів для сільського зеленого туризму (рис. 4), ресторану “Хобот мамонта”, макетів озокеритових копалень, нафтогазових свердловин, “качалок”, а також лабораторного корпусу Старунського геодинамічного полігону для наукових досліджень.

3. Третя черга – це кафе “Солянка” і музей солевидобування на Прикарпатті (рис. 4), ставки водосховища з міні ГЕС для літнього і зимового відпочинку туристів і спортсменів на р. Великий Лукавець та його лівому притоку, крісельний підйомник на гору, де починається великий лісовий масив з грибами, ягодами, доріжками для прогулянок і т.д., а також бальнеологічний санаторій “Карпатський грязьовий вулкан” для озокерито-грязе-солелікування.

Бізнес-план та кошторисні розрахунки показують, що Старунський еколого-туристичний центр “Парк Льодовикового періоду” з науковим геодинамічним полігоном може бути створений за 3 роки, буде давати хороший прибуток інвесторам, служити людям для відпочинку і лікування, забезпечувати необхідні наукові дослідження та робочі місця для населення.

Література

1. Александрович Ш.В. Старуня і дослідження четвертинного періоду в традиції та ініціативах Польської Академії Вміння / Ш.В. Александрович ; пер. з польськ. Я.Д. Гладун, В.І. Куліш. – Івано-Франківськ, 2008. – 168 с.
2. Alexandrowicz S.W. Starunia i badania czwartorzędu w tradycji i inicjatywach Polskiej Akademii Umiejetnosci. Studia i materially do dziejow Polskiej Akademii Umiejetnosci, 3. – Krakow, 2004. – 261 p.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

УДК 551.131

БСН 651.622.8.434, 86)

Семчук Я.М., Савчук Л.Я.

Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ КАЛУСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РЕГІОНУ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Приведена екологічна характеристика гірничо-промислового регіону. Потенційними і реальними небезпечними об’єктами є: Домбровський кар’єр, шахтне поле підземної розробки калійних солей, хвостосховища хімічної фабрики, солевідвали кар’єра. Визначені напрями мінімізації впливу їх на довкілля.

Ключові слова: гірничо-промисловий регіон, небезпечні об’єкти, кар’єр, шахтне поле, калійні солі.

Приведена экологическая характеристика горно-промышленного региона. Потенциальными и реальными опасными объектами являются: Домбровский карьер, шахтное поле подземной разработки калийных солей, хвостохранилища химической фабрики, солеотвалы карьера. Определены направления минимизации влияния их на окружающую среду.

Ключевые слова: горно-промышленный регион, опасные объекты, карьер, шахтное поле, калийные соли.

Ecological description of mining industrial region is resulted. Potential and real dangerous objects are: Dombrovskiy of delft, mine field of underground development of salts of potassium, tailing dump of chemical factory, saline dump of the delft. Sending of minimization an influence of them is certain to the environment.

Keywords: the mining industrial region, real dangerous objects, delgth, mine field, salts of potassium.

Постановка проблеми. Враховуючи складну техногенно-екологічну ситуацію, що склалась в м.Калуші та Калуському районі, Калуська міська рада 24.03.2008 р. прийняла рішення № 559 „Про кризову екологічну ситуацію в районі Калуського промислового вузла та шляхи виходу з неї”, а районна рада своїм рішенням № 342-19 від 16 квітня 2008 р. підтримала його. Прийнято рішення: „Просити Президента України, Кабінет Міністрів України, Верховну Раду України визначити місто Калуш та Калуський район Івано-Франківської області зоною екологічного лиха, а масштабність екологічних наслідків в зоні діяльності підприємств Калуського промислового вузла кваліфікувати як надзвичайну ситуацію державного рівня”.

Після відвідання та ознайомлення з екологічно-небезпечними об'єктами Калуша, Президент України підписав указ про оголошення міста та прилеглих до нього сіл зоною надзвичайної екологічної ситуації, а згодом на сесії Верховної Ради указ затвердили та виділили містові 560 мільйонів 807 тисяч гривень.

Екологічна ситуація у регіоні, що виникла в результаті інтенсивного розвитку техногенних порушень при розробці калійних родовищ, вимагає визначення першочергового спрямування коштів на мінімізацію впливу екологічно-небезпечних об'єктів на довкілля.

Потенційними і реальними небезпечними об'єктами, які в екологічному відношенні у межах Калуського регіону є: Домбровський кар'єр, шахтні поля підземного видобутку калійних солей, хвостосховища хімічної фабрики, солевідвали кар'єра.

Із історії питання. Відкрита розробка родовищ калійних солей вперше у світовій практиці здійснювалась на Прикарпатті у Домбровському кар'єрі [6]. У 1953 р. був закладений дослідно-промисловий кар'єр розміром 100х100 м, у якому відбувалися спостереження за умовами розробки калійних солей, стійкістю бортів кар'єру, карстопроявами, режимом підземних вод. Дослідження показало, що розробка солей відкритим способом можлива лише після осушення кар'єру. Була побудована кільцева дренажна траншея довжиною 5300 м для дренажу ґрунтових вод. З 1967 р. започаткований промисловий видобуток калійних руд.

Подріблення руди і скельних розкривних порід проводилось буро-вибуховим способом, транспортування руди та розкривних порід здійснювалось автомобільним транспортом. Рихлі розкривні породи розроблялись чотирма уступами висотою до 10 м з організацією селективної виїмки: ґрунтово-рослинного шару, суглинків, галечників і гіпсо-глинистої „шапки”. Скельні розкривні породи та рудний поклад – уступами висотою до 15 м.

За весь період експлуатації з Домбровського кар'єру видобуто 35,4 млн. м³ розкривних порід і 14,7 млн. м³ калійної руди, разом 50,1 млн. м³ гірничої маси.

Відмітим, що експлуатація кар'єру до 1985 р. проводилася згідно технічного проекту, він був своєрідним об'єктом, світовим прикладом видобування калійних солей у складних гідрогеологічних і кліматичних умовах Прикарпаття. І цей спосіб відкритої розробки дістав високу оцінку у зарубіжних і відчизняних спеціалістів. Організовувалися наукові екскурсії, наради, семінари.

Автором статті була розроблена методика гідрогеологічного обґрунтування способів охорони підземних вод від засолення високомінералізованими розсолами в умовах відкритої розробки калійних родовищ і була успішно захищена, за даною темою, кандидатська дисертація у Московському інституті „ВОДГЕО”.

Однак, починаючи з кінця вісімдесятих років, у гонитві за плановими показниками видобутку калійних солей, нехтуючи науковими дослідженнями та відхиляючись від проектних рішень, екологічний

стан в районі кар'єра почав погіршуватися, а саме: не проводилась боротьба з карстом у дренажній траншеї, не ліквідувався гідравлічний зв'язок дренажної траншеї з руслом річки Сівки, не проводилось внутрішнє відвалоутворення. У 2003-2005 роках екологічна ситуація в районі кар'єра ще більше ускладнилася при руйнуванні внутрішньокар'єрного поля і з'єднання його з дренажною траншеєю, що призвело до інтесифікації розвитку карсту в районі, майже удвічі збільшилася площа водозбору атмосферних опадів за рахунок внутрішньокар'єрної смуги, прилеглої до внутрішнього борту кільцевої дренажної траншеї. На сьогоднішній день площа водозбору атмосферних опадів становить 360-380 га. З урахуванням середньорічної кількості опадів 700 мм, поступлення вод в кар'єр тільки за рахунок атмосферних опадів становить 2,5027 млн. м³ в рік. Крім цього з припиненням відкачки дренажних вод у зовнішні водойми весь приплив води з гравійно-галькового водоносного горизонту потрапляє в кар'єр.

Таким чином, загальний приплив вод у кар'єр, за приблизними розрахунками, зараз становить біля 4 млн. м³/рік. Отже, через 6-7 років рівень розсолів з'єднається з рівнем водоносного горизонту гравійно-галькових відкладів. Тоді виникне дуже небезпечна екологічна ситуація регіонального рівня, внаслідок сольового забруднення поверхневих і підземних вод, ґрунтів, відновляться карстові процеси за межами кар'єра, просідання земної поверхні. Може встановитися гідравлічний зв'язок між кар'єром і шахтними полями шахти „Ново-Голинь”. Сольове забруднення може досягти р.Лімниця та водозабору для м.Калуша.

У 2005 р. Інститут гірничо-хімічної промисловості (ВАТ „Гірхімпром”) розробив техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) ліквідації Домбровського кар'єру (три варіанти), а саме заповнення залишкової ємності кар'єру прісними водами з попереднім скидом всіх розсолів ДП „Калійний завод”, другий варіант – організації у Домбровському кар'єрі прісного озера і третій варіант – заповнення кар'єру відходами ДП „Калійний завод”. Терміни, у залежності від впровадження варіантів, від 15 до 21 року.

Усі ці варіанти не вирішують геоекологічну проблему щодо впливу кар'єру на довкілля, а ще більше її ускладняють, оскільки вони не обґрунтовані науковими дослідженнями. Особливо абсурдним є варіант організації у Домбровському кар'єрі прісного озера. Хіба можна у соляному просторі (кар'єрі) створити прісне середовище, де велика швидкість молекулярної дифузії? У цьому випадку Домбровський кар'єр буде необмеженим джерелом сольового забруднення довкілля у глобальному масштабі з непередбаченими наслідками.

Методика дослідження та аналіз результатів. Основним заходом зменшення впливу Домбровського кар'єру на довкілля (альтернативи не має) є ліквідація дренажної траншеї об'ємом 2 млн. м³, шляхом засипки її глинистими породами, тобто необхідно ізолювати кар'єр від припливу поверхневих та ґрунтових вод. Автором статті, працюючи ще в НДІ „Галургія”, розроблені рекомендації з ліквідації дренажної траншеї. У цьому випадку припиниться карстоутворення у траншеї, ліквідуються шляхи поступлення у кар'єр ґрунтових вод та вод з водоканалу р.Сівка. Розсоли, які утворюються в кар'єрі за рахунок вилуговування його уступів атмосферними опадами, можна буде використати у технологічному процесі (технологія переробки розсолів, розроблена у НДІ „Галургія”), або вони можуть бути захоронені у виснажені розробкою покладів газу породи нижньодашавського горизонту Гринівського родовища. На кафедрі безпеки життєдіяльності ІФНТУНГ розроблені теоретичні та методичні основи процесу захоронення високомінералізованих розсолів калійних родовищ Передкарпаття [2,3]. І, нарешті, цей природоохоронний захід у перспективі може дозволити провести виїмку ще 26 млн. м³ залишкових калійних руд.

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 доходять до 70%. Складування порід проводилося у відвали №1 і №4. Загальна площа солевідвалів становить 82,4 га. У відвали заскладовано біля 40 млн. т порід.

Авторами статті протягом багатьох років досліджувалися процеси формування розсолів за рахунок солевідвалів кар'єру. Підраховано, що при розчиненні солевідвалів Домбровського кар'єру атмосферними опадами, утворюється біля 200 тис. м³/рік розсолів з мінералізацією до 250 г/м³, причому біля 50 тис. м³ попадає у поверхневі та підземні води, утворюючи ареали засолення. Площа ареалів досягає 25-50 га з мінералізацією вод у їх межах – 10-27 г/дм³. Природоохоронними заходами зі зменшення впливу солевідвалів є закінчення технічної та біологічної рекультивациі їх поверхні, ула-

штування баражних, ін'єкційних або гідродинамічних завіс на шляху розповсюдження засолених вод у напрямку ріки Лімниця.

Порожнини шахт „Калуш” та „Ново-Голинь”, згідно технічних проектів, планувалося заповнення твердими матеріалами та відходами хімічної фабрики. Але з різних причин дані заходи не були виконані, що створило ризики просідання земної поверхні, утворення провальних ям на земній поверхні (рис. 1). Зупинимось детальніше на цій проблемі.

До 1867 р. на території родовища добували кухонну сіль методом вилуговування, а починаючи з 1870 р. у районі шахти „Калуш” почався видобуток калійних солей, який припинився у 1978 р.

Починаючи з 1971 р., у підземних гірничих виробках Центрального поля шахти „Калуш”, на II горизонті (глибина 76 м) був зафіксований приплив розсолів з дебітом 5 м³/добу. Мінералізація їх коливалася від 90 до 375 г/дм³. Дослідженнями встановлений гідравлічний взаємозв'язок шахтних вод-розсолів з водами надсольових порід. У лютому 1975 р. зареєстровано значне збільшення припливу розсолів у районі шахтного стовбура №6 Центрального поля, який досягав вже 100-120 м³/добу, а потім – 250-300 м³/добу [1].

Збільшення припливу агресивних вод у гірничі виробки призвело до інтенсивного розчинення солей, активізувало карстові процеси в соленосних і соляних породах, що призвело до утворення на промплощадці шахти „Калуш” протягом року двох провальних ям і стало причиною руйнування складу готової продукції та істотних деформацій адміністративно-побутового корпусу дослідної хімічної фабрики.



**Рис.1. Мульда зсуву земної поверхні на Північному каїнітовому полі
внаслідок природного затоплення гірничих виробок**

При своєму русі до штучних дрен – гірничих виробок, агресивні по відношенню до надсольової товщі розсоли, найбільш інтенсивно вилуговували і розчиняли теригенно-галогенні відклади, які складають водозахисну стелю. Це вказувало на те, що в будь-яких місцях і в будь-який час на земній поверхні можуть утворитися провальні ями. Протягом природного затоплення шахти в межах гірничого відводу утворилося 10 провальних ям різних розмірів.

Виходячи із ситуації, що склалася під впливом природного (некерованого) затоплення шахти „Калуш”, що могло призвести до непередбачених наслідків, у 1977 р. вирішено розробити рекомендації з регульованого затоплення шахти. З цією метою проводилися лабораторні і шахтні експерименти з впливу вологості соляного масиву на міцність соляних порід і визначалися швидкості розчинення та глибина вилуговування солей під впливом води і розсолів різної концентрації [4, 5]. На основі досліджень одержано 3 авторські свідоцтва бувшого СРСР, проведені консультації зі спеціалістами ГДР, які мають великий досвід з регульованого затоплення гірничих виробок, де на початок 1980 р. було ліквідовано 5 соляних шахт. Результати дослідження з регульованого затоплення калійних шахт доповідалися на Міжнародних симпозіумах, на науково-технічних нарадах Державного науково-дослідного

інституту галургії Мінхімпрому СРСР, Всесоюзному об'єднанні „Союзкалій” і інших організаціях. У 1982 р. вже була розроблена схема регульованого затоплення шахти „Калуш”, а саме Центральне поле (де розташовані багатоповерхові будинки та споруди) затоплюється насиченими розсолами, а Північне каїнітове поле заповнюється ненасиченими, яку необхідно було негайно впроваджувати. Але з вини тодішнього керівництва „Хлорвініл” впровадження не було виконано і шахта у подальшому піддавалася руйнівному впливові природного затоплення.

У 1987 р. на Північному каїнітовому полі пройшов раптовий провал земної поверхні, що викликав землетрус силою 4 бали (за шкалою Ріхтера). Площа мульди зсуву 100х200 м, глибина 18 м. У межах зони провалу і вздовж його границь спостерігалися багаточисельні тріщини довжиною до 10 м, шириною до 1,5 см. Центральна її частина була затоплена. Одночасно із провалом земної поверхні утворилася яма розмірів 17,5х18,8 м глибиною 8 м. Утворення мульди і провальної ями призвело до неможливості експлуатації 40 цегляних житлових будинків. Крім будинків, руйнуванню піддалася частина дороги Калуш-Львів і різноманітні комунікації.

У цьому ж році у руслі ріки Сівка утворилися 2 провальні ями, які були шляхами прориву вод у гірничі виробки. Враховуючи розхід ріки 60-70 тис. м³/добу, втягнення вод ріки у загальний водоплив у шахту призвело би до затоплення всього об'єму відроблених порожнин (3 млн. м³) протягом 1,0-1,5 місяців із катастрофічними наслідками для частини міста Калуша і навколишнього середовища. Створилася аварійна ситуація, що вимагала природоохоронних заходів. І аж у 1988 р. почалося регульоване затоплення шахти „Калуш”, яке закінчилося у кінці 1990 р.

Таким чином, впровадження способу регульованого затоплення відроблених виробок шахти „Калуш” дозволило зменшити процеси карстоутворення і зсуви земної поверхні над гірничими виробками і, насамперед, виключило руйнування центральної частини міста Калуша. Утворення провальних ям у післяліквідаційний період ніяк не пов'язано із затопленням гірничих виробок розсолами, а є наслідком природного затоплення шахти протягом 1971-1990 років, де над затопленими гірничими виробками шахти утворилося біля 150 тис. м³ пустот, які проявляються і можуть проявитися зараз у вигляді провальних ям на земній поверхні у будь-який час і у будь-якому місці.

Крім цього, у межах шахтного поля на земній поверхні, можуть виникати провальні ями над так званими луговнями, які утворилися при добуванні розсолів у XVIII-XIX століттях для одержання кухонної солі і місця їх розташування невідомі. Просідання земної поверхні зараз якраз фіксуються не на суцільному гірничому масиві над затопленими виробками, а у районі утворених провальних ям. Твердження деяких „спеціалістів” у місцевій пресі, що регульоване затоплення гірничих виробок розсолами є неправильне рішення не відповідає дійсності. Даний спосіб був вимушеною альтернативою заповнення гірничих виробок твердим матеріалом і далі застосовується на калійних шахтах Німеччини, Франції, а зараз впроваджується на Стебницькому родовищі калійних солей, до речі, за методичними вказівками автора.

Ще раз відмітим, що після регульованого затоплення гірничих виробок насиченими розсолами запас міцності ціликів (своєрідних піддержуючих земну поверхню стовпів) за рахунок гідростатичного тиску збільшується майже удвічі, що ще більше стабілізує земну поверхню.

Не зрозуміло, з яких причин вже зараз село Сівка-Калуська віднесена до зони надзвичайної ситуації, яка вимагає відселення 268 житлових будинків зі школою і в зв'язку з цим виникає паніка серед жителів села. У даний час, як показують інструментальні заміри, швидкість осідання земної поверхні над гірничими виробками шахти „Ново-Голинь” складає від 6-11 мм/рік (репер 178) до 1 мм/рік (репер 253) і знаходиться на початковій стадії. На інших трьох профільних лініях деформації земної поверхні взагалі не виявлені. Прогнозна ситуація, що максимальне осідання земної поверхні досягне (через століття) 19,5 м, базується тільки на припущеннях за допомогою математичних розрахунків.

Відмітимо, що природне затоплення і карстові процеси на дільниці, малоймовірні, оскільки ліквідована зона розвантаження (гірничі виробки заповнені розсолами). Розробка калійних солей на дільниці проводилася камерною системою із залишенням стрічкових ціликів шириною 10-12 м з достатнім запасом міцності. Після регульованого затоплення гірничих виробок запас міцності ціликів внаслідок гідростатичного тиску збільшиться майже удвічі, що ще більше стабілізує поверхню. Порушення стійкості земної поверхні можливе у майбутньому на ділянках, де мають місце виходи теригенних порід („мидлярк”), які складають водозахисну стеліну. Для прийняття відповідних заходів

цей процес повинен контролюватися з поверхні землі за допомогою геофізичного та гідрогеологічного моніторингу.

Викликає занепокоєння, що є екологічною проблемою, Хотінське сильвінітове поле, яке відпрацьоване у 1961-1975 роках. Затоплення відроблених порожнин Хотінського поля, враховуючи той факт, що зруйновані міжкамерні цілики, автором розроблена схема заповнення відробленого простору шахтного поля об'ємом 800 тис. м³ водою. Варіант затоплення Хотінського поля не реалізований, що зв'язано з відсутністю житлового фонду для переселення жителів. У зв'язку з цим існує небезпека прориву вод ріки Лімниця у відпрацьований простір (природа пустоти не "терпить") і це призвело би до катастрофічних наслідків. Відмітимо, що ВАТ "Оріана" вже провело відселення мешканців з 26 будинків, а всього у зону впливу потрапляє 109 будинків.

Потенційно небезпечним об'єктом для довкілля зараз є хвостосховище №2, що вимагає негайного вирішення. Хвостосховище №2 побудоване в 1984 р. Площа 48 га, загальна ємність 10,7 млн. м³, заповнено відходами, об'ємом біля 12 млн. м³. Під час випадання інтенсивних опадів можливий перелив розсолів через тіло дамби, що спричинить розмив укосів і руйнування дамби та виливу великої кількості розсолів у зовнішні водойми. Вздовж дамби на території хвостосховища почали розвиватися 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, аналогічно катастрофі на хвостосховищі Стебницького калійного комбінату у 1983 р. (Львівська область). Для вирішення цієї проблеми необхідно насамперед осушити хвостосховище шляхом закачки розсолів об'ємом біля 2 млн. м³ або у відролені виробки шахти "Ново-Голинь", або у Домбровський кар'єр. Цю проблему можна було вирішити у минулі роки, враховуючи ліквідацію шахти "Ново-Голинь" розсолами. Після осушення провести гірничо-технічну рекультивуцію. Технологія рекультивації хвостосховищ розроблена нами ще у 80-х роках минулого століття.

Висновки. Таким чином, інтенсивний розвиток процесів техногенних порушень, створених людською діяльністю у Калуському промисловому районі та висока ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, вимагають термінових ефективних дій, спрямованих на попередження та недопущення нової екологічної катастрофи в Україні. Для запобігання розпорошеності науково-дослідних робіт, їх впорядкування та вироблення цілісної, єдиної програми з досліджень та їх реалізацій доцільно визначити відповідального виконавця та координуючою установою Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, в якому працюють досвідчені фахівці в галузі охорони довкілля.

Література

1. Бондар Г.В. Стан екологічної ситуації на Калуш-Голинському родовищі на стадії ліквідації / Г.В. Бондар // Екологія і ресурси. – 2007. – Вип.17. – С.42-46.
2. Манюк О.Р. Дослідження особливостей геологічної будови та гідрогеологічних умов Калуш-Голинського родовища калійних солей з метою проектування полігону захоронення високо мінералізованих розсолів / О.Р. Манюк, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №1. – С.21-26.
3. Манюк О.Р. Підземне захоронення високо мінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей у виснажені розробкою поклади вуглеводів, як ефективний захід захисту довкілля / О.Р. Манюк, О.Д. Мельник, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2008. – №7. – С.49-57.
4. Семчук Я.М. Дослідження процесів розчинення та вилуговування соляних порід для оцінки наслідків затоплення калійних шахт / Я.М. Семчук, О.С. Малишевська // Хімічна промисловість України. – 2002. – №1. – С. 9-12.
5. Семчук Я.М. Дослідження порушення соляного масиву навколо виробок калійних шахт та впливу вологості на міцність порід / Я.М. Семчук, О.С. Малишевська // Уголь України. – 2002. – № 2-3. – С.22-23.
6. Семчук Я.М. Вплив систем розробки калійних родовищ на геологічне середовище / Я.М. Семчук, Л.Є. Шкіца // Уголь України. – 2004. – № 3. – С.10-11.

МОНІТОРИНГ ТЕРИТОРІЙ ГІРНИЧОДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ ПІСЛЯ ЗАВЕРШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩА

Запропонована система моніторингу територій, порушених гірничопромисловою діяльністю, виходячи із оцінки ризику окремих джерел розвитку негативних екологічних процесів.

Ключові слова: гірничо-промисловий регіон, небезпечні об'єкти.

Предложена система мониторинга территорий нарушенных горнопромышленной деятельностью, исходя из оценки риска отдельных источников развития негативных экологических процессов.

Ключевые слова: горно-промышленный регион, опасные объекты, мониторинг.

There has been offered system of monitoring of territories which disturbed by mining activity with an estimation of risk of separate sources caused by development negative ecological processes.

Keywords: the mining industrial region, real dangerous objects, the monitoring.

Актуальність проблеми. Безперервне вивчення інформації про стан та функціонування гірничопромислового комплексу є необхідною основою забезпечення комплексного захисту природних об'єктів. Необхідною організаційно-методичною та матеріально-технічною основою керування процесами формування та розвитку природно-техногенної системи є інформаційно-діагностичне забезпечення, що складає комплекс направлених заходів по накопиченню та ефективному використанню різнохарактерної інформації. Структура інформаційного забезпечення реалізується через безпосередній збір інформації, використання її початкових видів, оцінки стану об'єктів та вирішення задач регулювання та ефективного керування формуючих процесів. Крім того, інформація використовується для рішення задач: оптимального нормування, раціонального планування, а також оперативного та довгострокового прогнозування показників стану системи [1].

Аналіз існуючого матеріалу та методика досліджень. В якості вихідного масиву необхідної інформації для кількісної оцінки екологічних наслідків при аналізі контакту промислових об'єктів та технологічних операцій по видобутку сировини з оточуючим природним середовищем використовуються дані поточного контролю за розвитком антропогенних змін в регіоні та на території гірничого підприємства. З цією метою всі об'єкти техногенного впливу на природні ландшафти зв'язуються однією класифікаційною структурою, що обумовлює антропогенні зміни по кожному техногенному фактору. Така класифікаційна структура є основою конкретної таблиці екологічного стану регіону. У таблицю можуть заноситись, як абсолютні значення вимірюваних параметрів, так і відносні значення [2].

Вивчення техногенних порушень довкілля в їх взаємозв'язку із структурою гірничого виробництва дозволило встановити, що вплив відбувається по напрямках, які відповідають природним ресурсам, втягненим прямо або опосередковано в виробничий процес. Навколо кожного технологічного об'єкту формується, як правило, декілька зон техногенного впливу на компоненти природи (зона забруднення атмосфери, зона відчуження земель, зона геохімічного забруднення і т.д.). Кожному напрямку впливу на оточуюче середовище може відповідати декілька зон техногенного впливу. Формування зони впливу залежить від наявності того або іншого виду техногенного впливу – механічного, гідравлічного, геохімічного, теплового. Площа зони впливу може в декілька раз перевищувати площу, яку займає об'єкт впливу.

Знаючи закономірність впливу джерела на елементи середовища, можна визначити границі зони впливу. Для розрахунку параметрів зон впливу в конкретних випадках можуть використовуватись різні методи та підходи. Використання геоінформаційних методів відкриває можливість створення автоматизованих систем збору, зберігання і обробки екологічної інформації на діючих підприємствах, створить єдину основу для системного розв'язку широкого кола природоохоронних задач в гірничій справі. Комплекс експериментальних досліджень дозволить окреслити зони техногенного впливу.

Розробка чіткої зональної класифікації території гірничопромислового комплексу, що дозволить прийняти природоохоронні дії, вимагає накопичення та вивчення інформації за наступними напрямками [5]:

- *фактори техногенного впливу на оточуюче середовище*. При цьому встановлюється номенклатурний склад техногенних факторів; інтенсивності їх впливів. Рівень техногенного впливу, як характеристика промислового об'єкту є показником його потенційної екологічної небезпеки і може бути представлений в локальному та загальному вигляді. Така градація оправдана для окремого типу впливу об'єкту (механічного, теплового, хімічного, біологічного) за одиничним показником рівня, а для загального впливу – за комплексним показником;
- *показники антропогенних змін природного ландшафту* в регіоні видобутку. Доцільно в якості загального критерію змін використовувати розмір зони пошкодження;
- *особливості природних ландшафтів або чітка зональність території*, що можуть визначати вибір екологічної моделі відновлення території.

Важлива роль під час трансформації гірничопромислового регіону надається розробці напрямку майбутнього використання порушених територій. Проектне господарське використання вносить корективи у запропоновану програму ліквідації підприємства. Найважливіше значення відводиться – регуляції водних стосунків, утилізації та нейтралізації відходів виробництва, забезпеченню довготривалої стійкості території.

Джерелами розвитку небезпечних екологічних процесів є підземні гірничі виробки, кар'єри, відвали, зони накопичення промислових відходів. Гірничі виробки поверхневі та підземні, штучні насипи є зонами із зміненим напружено-деформованим станом порід, які можуть послужити розвитку процесонебезпечних явищ, таких як зсуви, провали [4]. Зсуви є явищем, яке часто супроводжує процеси природного самовідновлення порушених гірничими роботами територій. Процеси самовідновлення гідрогеологічної ситуації часто приводять до затоплення, заболочування значних територій.

Відходи впливають на середовище через свій хімічний або мінералогічний склад, фізичні властивості, метод формування, об'єм, кількість, площу зайнятої поверхні. При оцінці їх впливу потрібно знати географічну та геологічну локалізацію, кліматичні умови, які можуть модифікувати умови їх захоронення. Чітко виділяються дві основні загрози, які несуть зони накопичення гірничих відходів. Перша загроза є хімічна, тобто витоки токсичних субстанцій, а інша загроза – це нестабільність дамб сховищ або звалищ.

Комплексний техногенний вплив гірничодобувної діяльності приводить до порушень геологічного середовища, які поділяються на геомеханічні, гідрогеологічні порушення та забруднення повітряного басейну, зміни флори та фауни [7]. При оцінці впливу на навколишнє середовище об'єктами досліджень стають окремі елементи біосфери, що піддаються змінам: поверхневі та підземні води, повітряний басейн, ґрунтовий покрив, надра, флора, фауна.

Аналіз результатів. Проведений аналіз аварій та катастроф, спровокованих гірничопромисловою діяльністю та систематизація екологічних наслідків цієї діяльності, вказує на необхідність оцінки напружено-деформованого стану порід в місцях розвитку геомеханічних та інженерно-геологічних порушень та оцінки геохімічних змін в місцях накопичення гірничих відходів. Вивчення та прогнозування небезпечних геологічних процесів та явищ є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки території.

Вивчення напружено-деформованого стану масиву гірських порід лежить в основі виявлення різних геодинамічних явищ та дозволяє оцінювати та прогнозувати стабільність території. Підземна розробка викликає перерозподіл напруг над підземними гірничими виробками, приводить до деформування і переміщення всієї маси порід і земної поверхні. Внаслідок осідання земної поверхні трансформуються рельєф, змінюються властивості порід та режим підземних вод. Контроль за розвитком вказаних процесів проводиться геофізичними методами, які дозволили виділити зони геомеханічних порушень на території впливу гірничопромислових комплексів.

З метою обґрунтування заходів охорони підземного водяного басейну від засолення в районах розробки калійних родовищ потрібний прогноз зміни гідрохімічної ситуації в місцях впливу солевідвалів, акумулюючих басейнів, хвостосховищ, у зв'язку із чим потрібно оцінювати розміри і час фор-

мування зони розповсюдження засолених підземних вод. Поставлена задача розглядалась як одна із задач міграції речовини, тобто просторового переміщення рідини в гірських породах, науковою основою якої є теорія масопереносу в пористому і тріщинуватому природному чи штучному середовищі. Закономірності формування ареалу забруднень доцільно вивчати, використовуючи математичне моделювання гідродинамічних процесів фільтрації рідини в пористому середовищі [3].

При створенні математичної моделі прийнято наступні припущення: інтенсивність просочування рідини в ґрунт постійна в часі і відома; фільтрація рідини в ґрунті лінійна і підпорядкована закону Дарсі; фільтрація ґрунтових вод і фільтрація витоків з сховищ є незалежні процеси.

Слід підкреслити, що використовуються аналітичні та експериментальні дослідження для прогнозування стану довкілля в межах впливу гірничих підприємств і практично реалізуються на гірничопромислових комплексах Західноукраїнського промислового регіону, що знаходяться на стадії ліквідації, зокрема Яворівський та Калуський гірничі райони.

Географічне розміщення західноукраїнських комплексів зобов'язує проведення рекультиваційних робіт в напрямку повернення привабливості краєвидам туристичного регіону.

Питання, які слід вивчати та розв'язувати на стадії ліквідації підприємства, є наступні: наскільки природно-техногенна система гірничого комплексу буде забезпечувати екологічну рівновагу в регіоні, зберігати стійкість антропогенного ландшафту, проявляти здатність до відновлення або самовідновлення з врахуванням планованих відновлювальних та рекультиваційних робіт. Всі поставлені завдання можна вирішувати на основі детального аналізу екологічної ситуації території впливу гірничопромислового району та виконанням прогнозних оцінок з використанням різноманітних методів та заходів [6]. Отримані результати узгоджуються із програмою дій по ліквідації підприємства та дозволять розпланувати систему моніторингу території в післяліквідаційний період.

Післяліквідаційна система геоecологічного моніторингу залежить від реалізованої програми відновлення території. У випадку відсутності належного та вчасного фінансування рекультиваційних робіт необхідною умовою залишається питання вивчення процесів самовідновлення елементів довкілля: гідрогеологічний режим регіону, активізація зсувонебезпечних процесів.

Програма ліквідації гірничопромислового підприємства повинна забезпечувати фізичну і хімічну стабільність порушених територій, регулювати гідрогеологічні та гідрологічні стосунки, пропонувати систему моніторингу, зведену до необхідного мінімуму. Майбутній власник території повинен знаходити інформацію по опису небезпек і умов використання території. Програма ліквідації підприємства є системним опрацюванням, що містить відношення до прав власності на наявні споруди, залишкові запаси; оцінку ризику для середовища; технологію ліквідації; методи і засоби моніторингу; умови використання після ліквідації.

Розробка чіткої зональної класифікації території гірничопромислового комплексу дозволить вибрати екологічну модель відновлення території. Наприклад, перший тип території – ландшафти, які володіють високими рекреаційними показниками. Збереженість їх повинна забезпечуватись інженерним облаштуванням, постійним відновленням рослинного покриву, локалізація джерел підвищеного навантаження. Інший тип ландшафтів – ландшафти, які можуть використовуватись для отримання сільськогосподарської продукції. Слід також виділити зони ландшафтів, придатних для промислового та цивільного будівництва та ландшафти для створення кутків дикої природи. Звичайно, у виділенні зон майбутнього використання території слід враховувати географічне районування. Кожна екологічна група, що відповідає конкретній зоні освоєння території, однозначно визначає допустимий рівень техногенного впливу та критичні розміри зміненого ландшафту.

Детальний аналіз стану навколишнього середовища території гірничопромислового комплексу в період завершення періоду оптимального функціонування підприємства служить вихідними параметрами з розробки плану ліквідації та технічної програми рекультивації.

Вихідними даними для проведення моніторингу є карти розміщення об'єктів техногенного впливу, якими є гірничі виробки, зони накопичення промислових відходів з короткою інформацією кожного з них (висота (м), ширина (м), площа заснування (м²), об'єм складеної породи (м³)). Результатом проведених досліджень є карти з виділенням зон техногенного впливу кожного джерела. Ця інформація є складовою інформаційно-довідкової системи по території комплексу на період завершення ек-

у вигляді виділених зон напружено-небезпечних ділянок території.

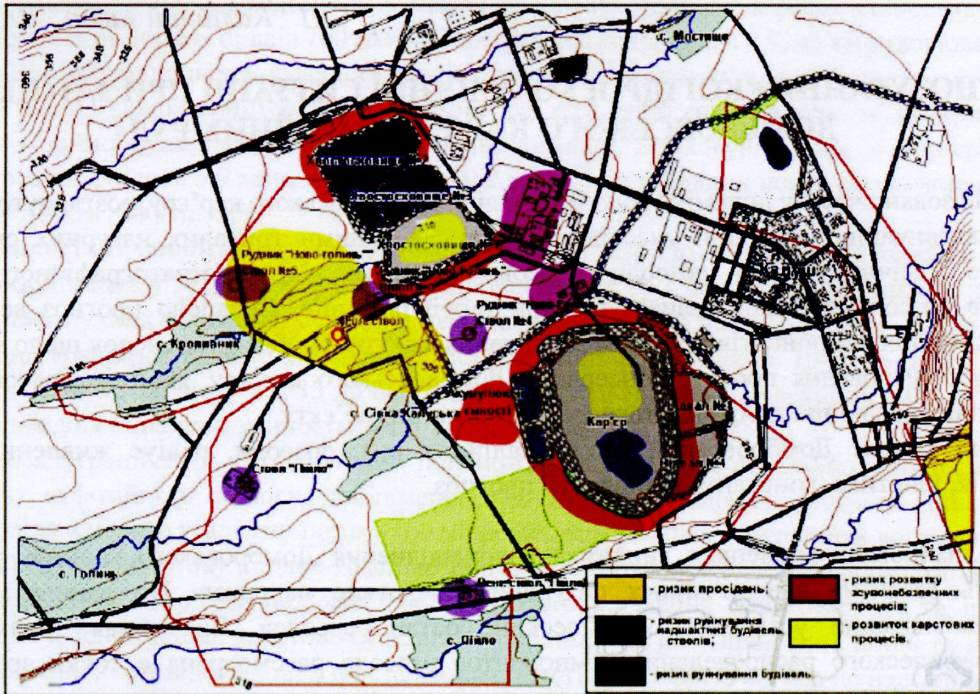


Рис. 1. Зони підвищеного екологічного ризику на території Калуського гірничопромислового району

Висновки. Ліквідація гірничопромислового комплексу є складним процесом, який залежить від великої кількості факторів і потребує чіткого дотримання запроектованих дій. Ландшафти, змінені під впливом гірничодобувної діяльності, схильні до розвитку процесів самовідновлення території, які можуть супроводжуватись зсувами, провалами, затопленнями і т.п. Природа сама регулює напружено-деформований стан гірських порід, який на багатьох ділянках досягнув критичного стану. Прогнозування процесів самовідновлення повинно бути складовою ланкою програми ліквідації, що в деяких випадках дозволить зекономити кошти на рекультивуацію, а в інших – передбачити розвиток небезпечних геологічних процесів.

Література

1. Мелкий В.А. Теоретические основы и принципы построения единой системы мониторинга природной среды и техносферы / В.А. Мелкий // Изв. высш. уч. завед. : Геодезия и аэрофотосъемка. – 2002. – №2. – С.89-97.
2. Хохряков А.В. Теория зон влияния как научная основа решения комплексных горно-экологических задач / А.В. Хохряков // Горный журнал. – 1991. – №2. – С.26-31.
3. Шкіца Л.Є. Закономірності формування ареалу забруднень в процесі створення і експлуатації хвостосховищ / Л.Є. Шкіца // Наук. вісник нац. гірничого університету. – 2003. – №12. – С.74-77.
4. Шкица Л.Е. Оценка устойчивости территории в районах разработок калийных и серных месторождений в Предкарпатье / Л.Е. Шкица, М.В. Саломатин // Горный журнал. – 2005. – №5. – С.64-65.
5. Шкіца Л.Є. Методологія геоекологічного аналізу гірничопромислових комплексів / Л.Є. Шкіца // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – №1. – С.53-55.
6. Шкіца Л.Є. Трансформація гірничих комплексів після завершення експлуатації / Л.Є. Шкіца // Вісник Кременчуцького політехнічного університету. – 2006. – Випуск 2 (37). Частина 2. – С.113-115.
7. Ochrona srodowiska na terenach gorniczych / Praca zbiorowa pod kierownictwem Janusza Ostrowskiego. – Krakow : Wyd.Inst.Gosp.Sur.Miner., 2001. – 308 s.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОГІДРОГЕОХІМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ ПРИ ЗАТОПЛЕННІ ДОМБРОВСЬКОГО КАР'ЄРУ КАЛІЙНИХ РУД

Проаналізовано часову динаміку водонаповнення Домбровського кар'єру, розглянуто можливість розвитку надзвичайних ситуацій унаслідок повені. За даними тривалих натурних спостережень встановлено хімічний склад розсолів. Часова динаміка гідрогеостратиграфічного розподілу компонентів розсолу проаналізована з позицій теорії розчинів. Складено прогноз вертикального розподілу хімічних компонентів протягом заповнення кар'єру. Зроблено висновок щодо необхідності суттєвого доопрацювання проекту консервації Домбровського кар'єру, який не враховує геолого-гідрогеохімічну еволюцію природно-техногенного водного об'єкту.

Ключові слова: Домбровський кар'єр калійних руд, розсоли, радіус живлення, гідрогеостратиграфія, кінетика, константа швидкості, прогноз.

Проанализирована временная динамика водонаполнения Домбровского карьера, рассмотрена возможность развития чрезвычайных ситуаций вследствие паводков. По данным длительных натурных наблюдений установлен химический состав рассолов. Временная динамика гидрогеостратиграфического распределения компонентов рассола рассмотрена с точки зрения теории растворов. Составлен прогноз вертикального распределения химических компонентов рассола в процессе заполнения карьера. Сделан вывод о необходимости существенной доработки проекта консервации Домбровского карьера, который не учитывает геолого-гидрогеохимическую эволюцию природно-техногенного водного объекта.

Ключевые слова: Домбровский карьер калийных руд, рассолы, радиус питания, гидрогеостратиграфия, кинетика, константа скорости, прогноз.

The temporal dynamics of water fill of Dombrovsky open-cast mine has been analyzed. The probability of emergency situations is examined. Chemical composition of brines is established taking into account prolonged field observations. Basing on the theory of solutions temporal dynamics of hydro-geo-stratigraphy of brine components is described. The forecast for vertical distribution of chemical compounds in brines during the flood has been worked out. The project on conservation of Dombrovsky pit, ignoring geological and hydrogeochemical evolution of semi-natural water reservoir, needs in considerable revision.

Keywords: Dombrovsky open-cast mine of Potassium ore, brines, radius of nutrition, hydro-geo-stratigraphy, kinetics, rate constant, forecast.

Вступ. Домбровський кар'єр Калуш-Голинського родовища калійних солей експлуатується з 1967 р. На кар'єрі роботи велись за транспортною системою розробки з транспортуванням автосамоскидами розкривних порід на зовнішні і внутрішні відвали, руди – до дробарного цеху. Розпушення руди і скельних розкривних порід проводилось буро-вибуховим способом, що сприяло зниженню щільності солепородного масиву та активізації зон потенційного карстоутворення.

Пухкі розкривні породи розроблялись чотирма уступами висотою до 10 м з організацією селективного виймання: ґрунтового-рослинного шару, суглинків, галечників і гіпсо-глинистого покриву (кепрок). Скельні розкривні породи та рудний поклад – уступами висотою до 15 м.

Розроблення передбачалось двома ділянками: південною і північною. На 01.01.2008 р. південна і північна частини були заповнені розсолами в обсязі 5,9 млн. м³.

а) Південна ділянка кар'єру – 5,6 млн. м³;

б) Північна ділянка кар'єру – 0,3 млн. м³.

Механізм утворення соляних розсолів у Домбровському кар'єрі – це результат взаємодії атмосферних опадів з соленосними породами і його об'єм залежить від кількості опадів, обсягів розвантаження ґрунтового водоносного горизонту, площі водозбору та тривалості контакту рідкої (водної) і твердої (сольової) фаз. Наразі площа водозбору в межах дренажної траншеї кар'єру становить 180 га. При середній нормі атмосферних опадів 700 мм/рік і коефіцієнті водовіддачі 0,9, об'єм утворюваних розсолів лише внаслідок інфільтрації атмосферних опадів становить 1,1 млн. м³ в рік.

За весь період експлуатації з Домбровського кар'єру видобуто 35,4 млн. м³ розкривних порід і 14,7 млн. м³ калійної руди, разом 50,1 млн. м³ гірничої маси. Враховуючи, що в кар'єрі станом на 01.01.2008 р. знаходилося 5,9 млн. м³ розсолів і 0,2 млн. м³ розкривних порід, незаповненим залишався простір об'ємом 44 млн. м³.

Гідрогеологічні умови обводнення Домбровського кар'єру. Основним джерелом формування сталих водопритоків у Домбровський солевидобувний кар'єр є водоносний комплекс четвертинних та надсольових пухких відкладів: суглинки, переважно у верхній частині розрізу, які донизу переходять у піщано-гравійно-галькові відклади. Вміст валунної фракції сягає 10-12 %, гальки – 35-60 %, гравію від 13,5 до 52 %, піску від 35 до 60 %, пилюватих та глинистих частинок – 0,2-6,5%. Загальна товщина галькових відкладів змінюється від 1-3 до 8-11 м.

Гідрогеофільтраційною особливістю піщано-гравійно-галькового водоносного горизонту є здатність до суфозійного виносу дрібнозернистих глинисто-пилових частинок при локальному збільшенні гідравлічного градієнту потоку або місцевих деформаціях і зрушеннях водонасиченої товщі. Аналіз змін структури потоку піщано-гравійно-галькового горизонту в умовах формування депресійної лійки Домбровського кар'єру, місцевих зон підпірного живлення хвостосховищ та шламосховищ свідчить про сумісний вплив карстово-суфозійного процесу на розуцілювання порід та збільшення їх проникності. При цьому відбувається зростання швидкості руху підземних вод по надсольовій поверхні, збільшення інфільтрації внаслідок карстово-суфозійного розуцілювання покривних порід, передусім, над карстовими каналами та лійками (так званий «тунельний ефект»), збільшення міграції розчинних складових солерудного масиву у виробничий простір Домбровського кар'єру.

За даними дослідно-фільтраційних робіт, коефіцієнт фільтрації піщано-гравійно-галькового горизонту у природному стані дорівнює 1,2-2,0 м/добу (2,8-4,0 м/добу біля русла р. Сівки).

З урахуванням впливу вищезазначених чинників гідрогеофільтраційне поле Домбровського кар'єру набуває доволі неоднорідної структури в умовах стабільного впливу депресійної лійки, яка має площинно-радіальний характер.

В цілому прийнято виділяти наступні елементи гідрогеофільтраційного поля Домбровського кар'єру, які переважно пов'язані з його технологічними об'єктами: кар'єрне поле (2 ділянки), кільцева дренажна траншея, відвали, акумулюючі ємності, відвідний канал р. Сівки.

Зона Домбровського кар'єру в геолого-гідрогеологічному плані відрізняється мінімальними глибинами залягання сольового дзеркала (поверхні сольової товщі) та наявністю напірно-ґрунтового піщано-гальково-гравійного горизонту у підшві пухких покривних порід.

Водночас вскриття кар'єрного поля в даних умовах призвело до активізації впливу на стан солепородного масиву розуцілювання покривних порід, збільшення інфільтрації атмосферних опадів, прискореного руху підземних вод на границі з сольовим дзеркалом та активізації карстово-суфозійних процесів. Зростання розходу підземних вод при цьому збільшує їх агресивність до солепородного масиву прикар'єрної зони та мінералізацію дренажних вод.

Створення кільцевої дренажної траншеї (КДТ) майже на урізі уступу Домбровського кар'єру (замість відступу на 250 м – за первинним проектом) суттєво зменшило її гідрозахисну здатність і збільшило гідравлічні градієнти підземного потоку з поступовим зростанням суфозійного виносу глинисто-пилових дрібнозернистих фракцій та активізацією локального (точкового) та лінійного (канально-гідравлічного) карстоутворення.

Динамічному розвитку карстово-суфозійного процесу сприяло: значна площа відслонення піщано-гравійно-галькового горизонту по периметру кар'єру, а також збільшення проникнення

водонасичених порід унаслідок винесення дрібнозернистих фракцій з одночасним розушільненням над зонами карстоутворення.

З аналізу наведених даних можна зробити висновок щодо збільшення зони дренажного впливу прибортової частини кар'єру, що підтверджується осушенням КДТ (відрив рівня підземних вод від ложа), розвитком карстоутворення по периферії кар'єру (до 250-350 м і більше), аномальним збільшенням глинисто-пилових фракцій у стічних водах кар'єру після повені 2008 р. (липень) з одночасним зростанням водоприпливів.

На наш погляд, розширення території прояву карстово-суфозійного процесу може суттєво зменшити геотехнічну стійкість покривних порід в підґрунті гідротехнічних споруд (дамб, бортів КДТ та ін.), що може призвести до наступних надзвичайних ситуацій (НС):

- 1) прориву рідких стоків хвостосховища №1 у кар'єр;
- 2) аварійного прориву стоку р. Сівка у кар'єр з його наступним прискореним затопленням;
- 3) формування техногенного стоку високомінералізованих вод в басейни рр. Сівка-Лімниця-Дністер в геофільтраційній системі піщано-гравійно-галькових відкладів та карстових утворень надсольового дзеркала.

Високий ризик розвитку вищезазначених НС підтверджується руйнуванням північної ділянки КДТ внаслідок прояву зсувних деформацій на укосах бортів кар'єру та їх наближення до долини р. Сівка, яка успадковує ослаблену зону породного масиву (швидкість більше 50 м/рік за даними геофізичних і натурних спостережень). Розвиток карстово-суфозійного процесу у західному напрямку до незаповнених високомінералізованими розчинами камор Хотинського руднику визначає небезпеку винесення значних обсягів солі у стік р. Дністер та виникнення незворотної надзвичайної ситуації транскордонного характеру.

В цілому інженерно-гідрогеологічні та гірничо-геологічні умови Домбровського кар'єру слід визнати наближеними до катастрофічних, стабілізація їх з метою запобігання НС регіонального або транскордонного рівня вимагає термінового виконання комплексу науково-дослідних та виробничо-технологічних захисних заходів.

Структура балансу водопритоків в Домбровський кар'єр у 2008 році. Динаміка наповнення Домбровського кар'єру за даними 40-річних спостережень ДП "Калійний завод" без урахування витрат на випаровування та відпомповування розсолів з досить високою вірогідністю може бути апроксимована експоненційною залежністю (рис. 1):

$$V(t) = 1241e^{0.067t}, \quad (1)$$

де V – інтегральний об'єм тіла наповнення кар'єру без урахування витрат на випаровування води та відпомповування розсолів [тис. м³], t – час [роки] з відліком від початку експлуатації кар'єру (1967 р.).

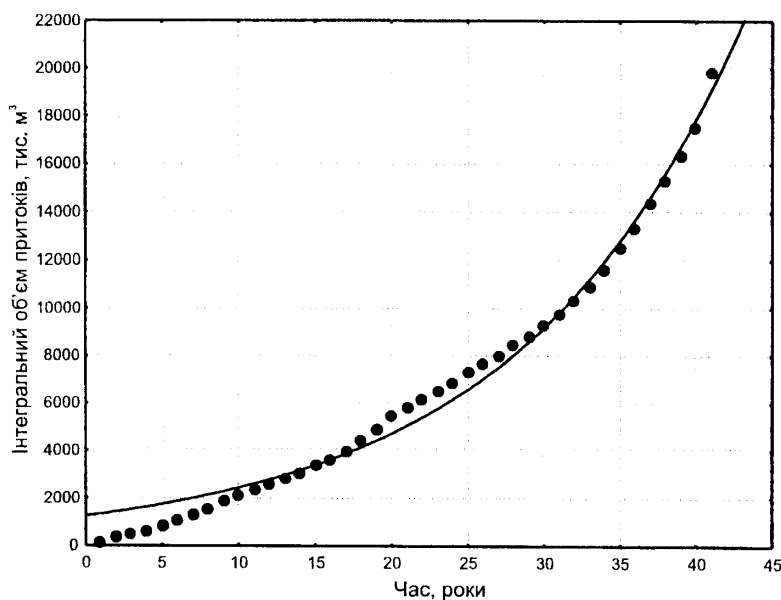


Рис 1. Динаміка інтегральних показників водонаповнення кар'єру: відлік часу починається з 1967 р. (точка «0»)

відпомповування розсолів [тис. м³], t – час [роки] з відліком від початку експлуатації кар'єру (1967 р.).

Дебіт притоку у Північну ділянку до повені 2008 р. (липень) – (2,83 тис м³/добу) був у 2 рази більшим середньорічних значень, що є ознакою подальшої активізації карстово-суфозійного процесу. Головними факторами збільшення притоку виступають:

- 1) підвищена фільтрація в межах прилеглої до кар'єру річкової долини р.Сівка із суфозійним зростанням проникності порід;
- 2) наявність деформації породного цілику між дренажною траншеєю і уступом кар'єру;
- 3) підпірний вплив з боку хвостосховища.

Літня повінь 2008 р. внесла суттєві корективи до прогнозу водонаповнення кар'єру. Після повені водопріплив у північну ділянку збільшився майже на 7,0 тис. м³/добу (збільшення у 3,5 рази – до 9,8 тис.м³/добу порівняльно з 2,83 тис. м³/добу). Водночас водопріплив у південну ділянку навіть дещо зменшився – з 1,4 тис.м³/добу до 1,1 тис.м³/добу – (в межах точності оцінок та початку можливого перетоку у північну ділянку).

Після гідравлічного сполучення південної та північної ділянок Домбровського кар'єру усі показники їх затоплення зрівнялися – по підйому рівнів ДН, обсягу водопритоків V та їх дебіту Q.

Аналіз балансу сумарних водопритоків в доповеневий період (4,23 тис. м³/добу на 01.06.08), та післяповеневий (10,92 тис. м³/добу на 03.09.08 та 10,53 тис м³/добу на 30.10.08) дозволяє зробити наступні висновки щодо динаміки змін балансу кар'єрних водопритоків:

- загальний приток у кар'єр під час літньої межені сягав 4,23 тис. м³/добу при умові відносного рівноважного стану породного масиву між дренажною канавою та уступом кар'єру (без впливу повеневої суфозії та розущільнення порід в зоні прилеглої до кар'єру річкової долини);

- збереження величини сумарного водопритоку у післяповеневий період (03.09-30.10.08) є свідченням переважаючого дренажного впливу гідравлічно-суфозійного каналу в зоні річкової долини р. Сівка, що примикає до Північної ділянки кар'єру.

При умові випаровування шару води близько 0,6 м/рік його середньорічний дебіт (водні втрати з поверхні водного дзеркала обох ділянок кар'єру) буде дорівнювати:

$$\Delta Q = \frac{0,6 \text{ м} \cdot S_{\text{сум}}, \text{ м}^2}{365} = \frac{0,6 \cdot 400 \cdot 10^3}{365} \approx 660 \text{ м}^3/\text{добу} . \quad (2)$$

При післяповеневому дебіті загальнокар'єрного водопритоку $Q_{\text{сум}} \approx 10,7 \cdot 10^3$ м³/добу вплив випаровування на зменшення приходної (ресурсної) статті водного балансу кар'єру і швидкість затоплення обох ділянок буде дорівнювати:

$$\Delta P\% = \frac{660}{10,7 \cdot 10^3} \cdot 100\% = 6,2\% . \quad (3)$$

Наведені балансові оцінки (табл. 1, 2, рис. 2) та розрахунок свідчать, що вплив випаровування з поверхні кар'єрної водойми є несуттєвим і практично дорівнює точності гідрометричних спостережень за опадами та поверхневим стоком.

Зафіксоване після липневої повені (станом на 03.09.08) перевищення водопритоку у Північну ділянку майже у 9 разів порівняно з Південною ділянкою при приблизно однакових літолого-фільтраційних умовах до експлуатації є ознакою механічної суфозії надсольового горизонту (аномальне скаламучування вод у кар'єрі після повені) та переважання гідравлічного режиму притоку в кар'єр на його бортових уступах.

Додатковим підтвердженням дії цього фактору є прискорений розмив уступу Північної ділянки кар'єру (північно-західна ділянка) і руйнування його рівноважного профілю.

Враховуючи перетворення площинно-радіального потоку надсольового ґрунтового (безнапірного) горизонту до Домбровського кар'єру у змішаний гідравлічно-фільтраційний, виконаємо орієнтовні оцінки коефіцієнту водопроникності надсольових покривних порід за 2 розрахунковими схемами:

1) плоского потоку на межі уступу кар'єру з повним виклинюванням безнапірного горизонту (Н-О); за відомою формулою Дарсі для площинного безнапірного потоку його дебіт Q (приплив у кар'єр по периферії або периметру його уступу Р=5000 м) буде дорівнювати:

$Q = KHPi$, де i – гідравлічний уклін (градієнт безнапірного потоку), $i \approx 5 \cdot 10^{-3}$; в даному випадку $Q = 4,2 \cdot 10^3 = KH \cdot 5000 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$.

Тоді коефіцієнт водопроникності надсольового горизонту для умов безнапірного потоку:

$$KH = \frac{Q}{P_i} = \frac{4200}{5000 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 168 \text{ м}^2/\text{добу} . \quad (4)$$

2) площинно-радіального потоку при приблизному значенні радіусу впливу (за схематичною картою ізогіпси поверхні) $R \approx 3000$ м; у даному випадку коефіцієнт водопроникності згідно відомої формули Дюпюї буде дорівнювати:

$$Q = \frac{1,36KH^2}{\lg R / r_{\text{бк}}}, \quad (5)$$

де $r_{\text{бк}}$ – радіус “великого колодязю” кар’єру; $r_{\text{бк}} = P/2\pi = 5000/6,28 \approx 800$ м.

Тоді:

$$KH_R = \frac{Q \cdot \lg R / r_{\text{бк}}}{1,36 \cdot (H \approx 10)} = \frac{4200 \lg 5000 / 800}{13,6} = 176 \text{ м}^2 / \text{добу}. \quad (6)$$

Співпадіння отриманих розрахунків переважно може бути пов’язаним з великим радіусом фільтраційного потоку на уступі кар’єру, що зменшує різницю між площинно-радіальним та площинними потоками.

Таким чином, надходження до 80-90% водопритоків переважно у гідравлічному режимі в межах зони дренажного впливу прилеглої річкової долини дозволяє проводити балансові оцінки дренажного стоку у кар’єр шляхом спостережень за його обсягами та підйомом водного дзеркала. При цьому дуже важливим є деталізація спостережень під час опадів та повеней.

Про важливість цієї рекомендації може свідчити попередній розрахунок радіусу живлення R_w водопритоку у кар’єр при величині інфільтраційного живлення ґрунтових вод (орієнтовно до 50 % від опадів $W \approx 0,4$ м/рік).

Радіус інфільтраційного живлення притоку ґрунтових вод по периферії кар’єру може бути розрахований за наступною балансовою залежністю:

$$\pi(R_w^2 - R^2)W = Q \cdot 365, \quad (7)$$

Звідки:

$$\pi R_w^2 = \frac{Q \cdot 365}{W} + \pi R^2, \quad (8)$$

$$R_w = \sqrt{\frac{Q \cdot 365}{\pi W}} + R = \sqrt{\frac{4200 \cdot 365}{314 \cdot 0,11}} + 800^2 \approx 1400 \text{ м}. \quad (9)$$

Разом з радіусом “великого колодязю” кар’єру це становитиме $R_{\text{заг. } W} = 800 + 1400 \text{ м} \approx 2200 \text{ м}$, що практично співпадає з орієнтовною оцінкою радіусу впливу за геоморфологічними ознаками ($R \approx 3000$ м).

В цілому вищенаведені експертні гідрогеофільтраційні розрахунки є свідченням того, що водопритоки у кар’єр мають відносно врівноважений з опадами режим (квазістабільний режим). Тому головним засобом подальших оцінок водно-балансового режиму кар’єру та прогнозу гідрохімічних показників вод кар’єрної водойми повинні бути системні гідравлічні, гідрометеорологічні та гідрогеологічні спостереження у комплексі з геолого-геофізичним та гідрогеохімічним моніторингом.

Хімічний склад розсолів Домбровського кар’єру. Хімічний склад розсолів протягом понад 40 років спостережень ДП “Калійний завод” змінюється у досить широких межах (табл. 1). Враховуючи середнє молярне співвідношення компонентів, склад розсолу може бути орієнтовно представлений у вигляді формули:



Для аналізу вмісту важких металів у 2008 р. було відібрано пробу розсолу, яка була проаналізована на атомно-абсорбційному спектрометрі ААС-115М1 за стандартною методикою. За низкою показників (вміст Ni, Fe, Mn, Pb, Cr) визначено перевищення ГДК, встановлених СанПін 4630-88 для водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення [1,3,5]. Зокрема, вміст свинцю у розсолі перевищує ГДК більше, як у 40 разів (табл. 2). Неважко розрахувати, що при випаровуванні розсолу сухий залишок міститиме понад $3 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ водорозчинних сполук свинцю. У перерахунку на найбільш цінну сировину питомий вміст водорозчинного свинцю в 1 кг сухого KCl становитиме майже в 7 разів більше – близько $20 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$. Згідно ДСТУ 4808:2007 [1,3,5], якість води, яка наповнює кар’єр, враховуючи концентрації хлоридів і сульфатів, а також катіонів, може бути віднесена до 4 класу.

Таблиця 1

Варіації хімічного складу розсолів протягом 1968–2008 рр.

Одиниці	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	d	Sum
г×дм ⁻³	48,7–78,2	12,0–43,0	7,83–27,4	13,25–113	86,9–170	1,117–1,263	215–375
	63,0	21,3	15,8	45,8	131	1,179	274
% від	18,7–34,2	4,8–12,9	3,6–7,9	5,5–30,2	36,0–66,8		
Sum	23,3	7,8	5,7	16,5	48,2		
М×дм ⁻³	2,1–3,4	0,31–1,1	0,33–1,1	0,14–1,2	2,5–4,8		
	2,7	0,55	0,66	0,48	3,7		

Примітка: d – густина розсолу, Sum – загальна мінералізація

Статистичний аналіз багаторічних даних динаміки хімічного складу розсолів свідчить про наявність тенденції щодо зростання густини розсолу і концентрації його компонентів зі збільшенням об'єму тіла наповнення кар'єра. Позитивна кореляція між зростанням об'єму та концентрації розсолів свідчить про переважання швидкості та обсягу вилуговування солей з бортів кар'єру над швидкістю розбавлення атмосферними опадами та водами ґрунтового водоносного горизонту.

Регресійні залежності між фізико-хімічними властивостями розсолу та об'ємом вод, які вилуговують солі, описуються рівняннями (рис. 2):

$$[\text{Na}^+] = 0.011 \times V + 57.7 \quad (11),$$

$$[\text{K}^+] = 0.0057 \times V + 18.4 \quad (12),$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 0.0027 \times V + 14.4 \quad (13),$$

$$[\text{Cl}^-] = 0.018 \times V + 121.5 \quad (14),$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0.015 \times V + 38.3 \quad (15),$$

$$\text{Sum} = 0.051 \times V + 251 \quad (16),$$

$$d = 4 \times 10^{-5} \times V + 1.161 \quad (17).$$

Для формул 11–17 концентрації компонентів виражаються у г×дм⁻³, густина розсолу – у г×см⁻³, об'єми води – у тис. м³. Наведені рівняння є основними для прогнозування хімічного складу розсолів при заповненні кар'єру атмосферними опадами та водами ґрунтового водоносного горизонту.

Таблиця 2

Вміст важких металів у розсолі Домбровського кар'єру

Метал	Концентрація, мг×дм ⁻³	СанПиН 4630-88 (для водойм господарсько-питного та культурно- побутового призначення) [1]	ПДК и ОБУВ 12-04-11 (1990) (для водойм рибогосподарського призначення) [1]	Клас якості води (за ДСТУ 4808:2007 [1])
Цинк	0,18	1,03	0,05	2 (0,1–0,5)
Нікель	0,55	0,1	0,01	4 (> 0,1)
Залізо	0,78	0,33	Не встановлено	2 (0,3–1,0)
Марганець	0,43	0,13	Не встановлено	3 (0,1–0,5)
Свинець	1,23	0,03	0,01	4 (> 0,1)
Мідь	0,11	1,03	0,005	4 (> 0,003)
Хром	0,79	0,5	0,001	4 (> 0,5)

Примітка: курсивом виділено елементи, вміст яких перевищує діючі нормативи

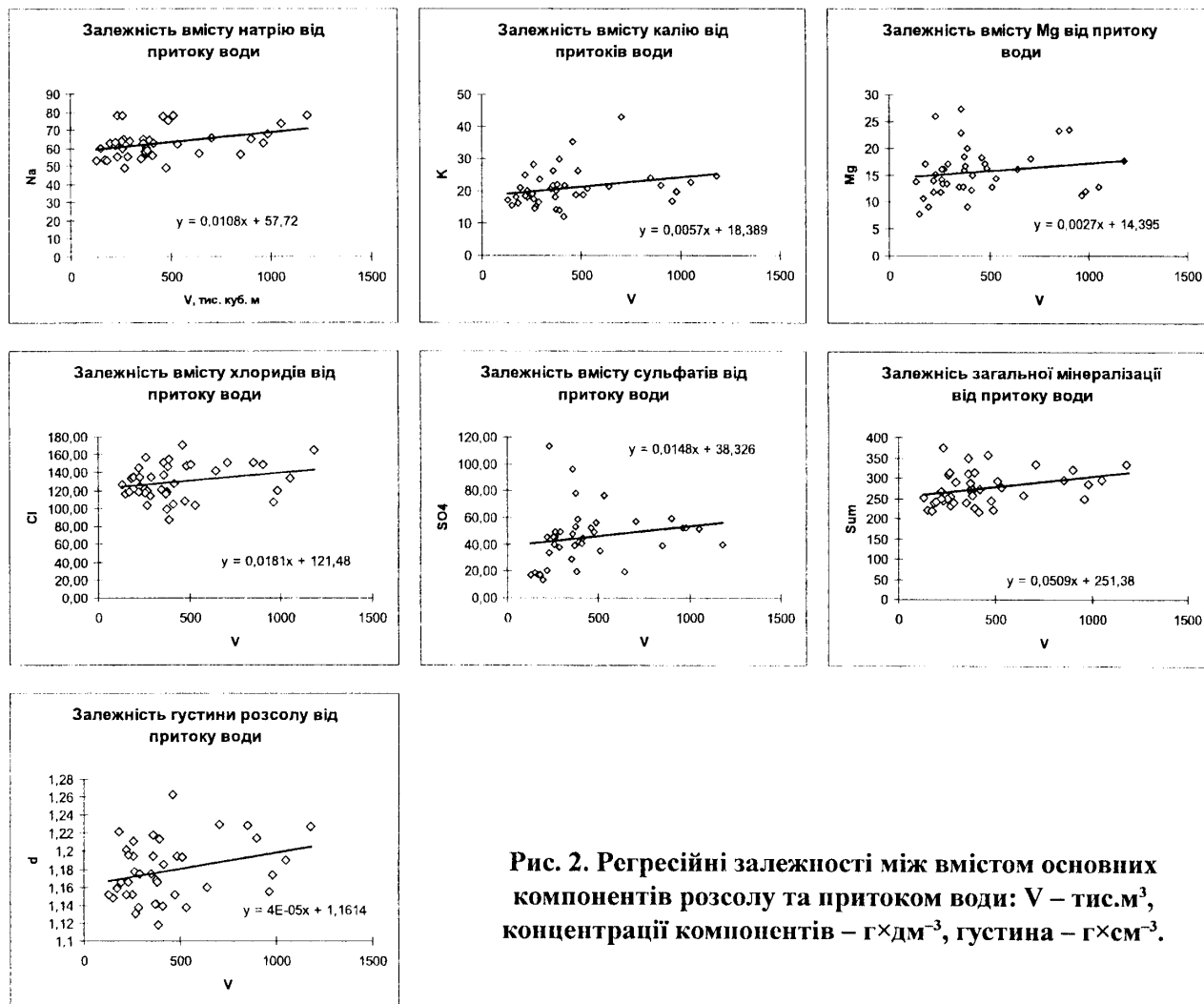


Рис. 2. Регресійні залежності між вмістом основних компонентів розсолу та притоком води: V – тис.м³, концентрації компонентів – г×дм⁻³, густина – г×см⁻³.

Гідрогеостратиграфія хімічного складу розсолу. В аспекті розроблення стратегії приведення Домбровського кар'єру в екологічно безпечний стан динаміка розподілу хімічних речовин по глибині рідинного тіла наповнення кар'єру відіграє провідну роль. Автори вважають за можливе використання геологічного терміну "стратиграфія" для визначення пошарового розподілу хімічних сполук у водному об'єкті: по аналогії до стратиграфічної палеонтології, стратиграфії донних відкладів у морській геології, стратиграфії кліматичної тощо – використати термін *стратиграфічна гідрогеохімія* або *гідрогеостратиграфія*.

Вертикальний розподіл хімічних сполук у розсолі було опробовано у 1998 р. (до глибини 20 м), 2000 р. (7 м), 2005 р. (50 м), 2006 р. (35 м), 2008 р. (50 м). Потягом 10 років практично для всіх компонентів розсолу спостерігається закономірність щодо зростання вмісту з глибиною у верхньому 10-метровому шарі розсолу. Нижче 10 м спостерігається вирівнювання концентрацій компонентів розсолу. Така закономірність пояснюється притоком порівняно чистої води з атмосферних опадів та галечникового водоносного горизонту. Тобто процеси хвильового перемішування, дифузії та конвекції хімічних компонентів розсолу обмежуються верхнім 10-метровим шаром. Останнє добре ілюструється результатами пошарового аналізу хімічного складу розсолів, проведеного у 2000 р. через 1 м на глибину 7 метрів.

Очевидно, що відсутність даних щодо вертикального розподілу компонентів у розсолах за попередні 30 років не дозволяє достатньо точно змоделювати процеси розчинення, концентрування та розбавлення розсолів. Проте наявність 5 точок експериментального опробування гідрогеостратиграфії рідинного тіла наповнення кар'єру у часовому перетині дає достовірну уяву про механізм цих процесів, їх спрямованість та швидкість.

Закономірності гідрогеостратиграфічного розподілу хімічних речовин у рідинному тілі наповнення кар'єру з високою вірогідністю можуть бути описані рівняннями типу:

$$C = A + B \times (1 - e^{-k_h h}), \quad (18)$$

де C [$\text{г} \times \text{дм}^{-3}$] – концентрація компонента розсолу у шарі h [м], A [$\text{г} \times \text{дм}^{-3}$] – концентрація компонента розсолу в поверхневому шарі, B [$\text{г} \times \text{дм}^{-3}$] – концентрація компонента в придонному шарі розсолу, k_h [м^{-1}] – константа гідрогеостратиграфічного розподілу компонента (рис. 3, 4).

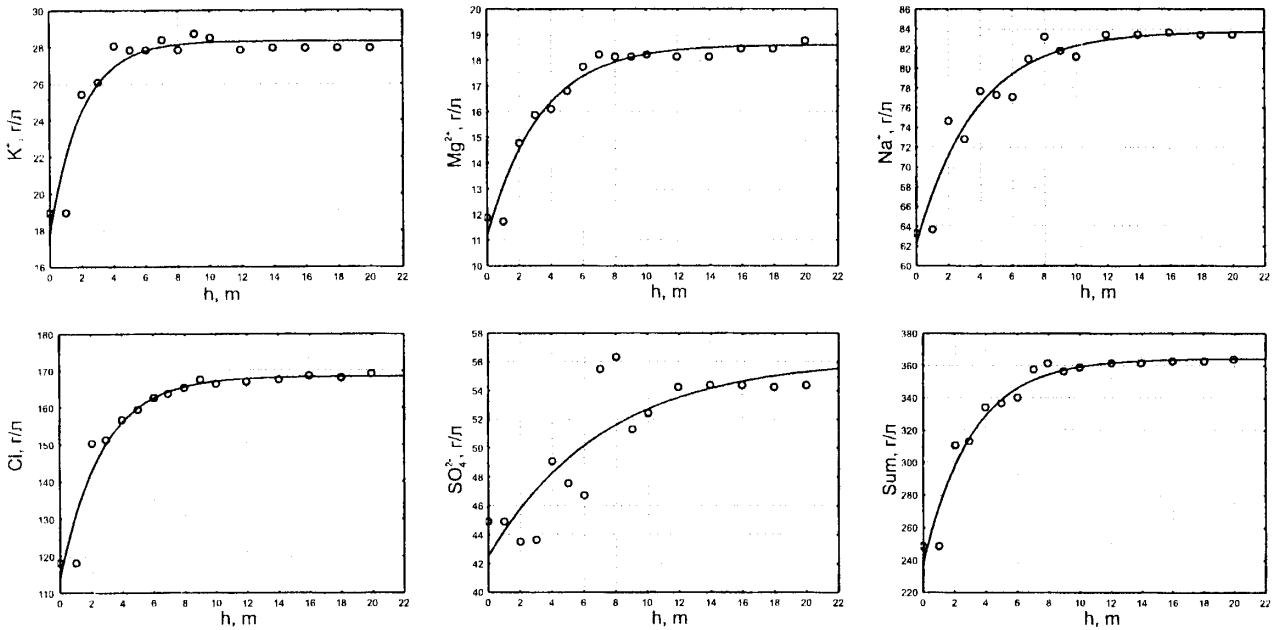


Рис. 3. Гідрогеостратиграфічний розподіл компонентів розсолу в 1998 р.

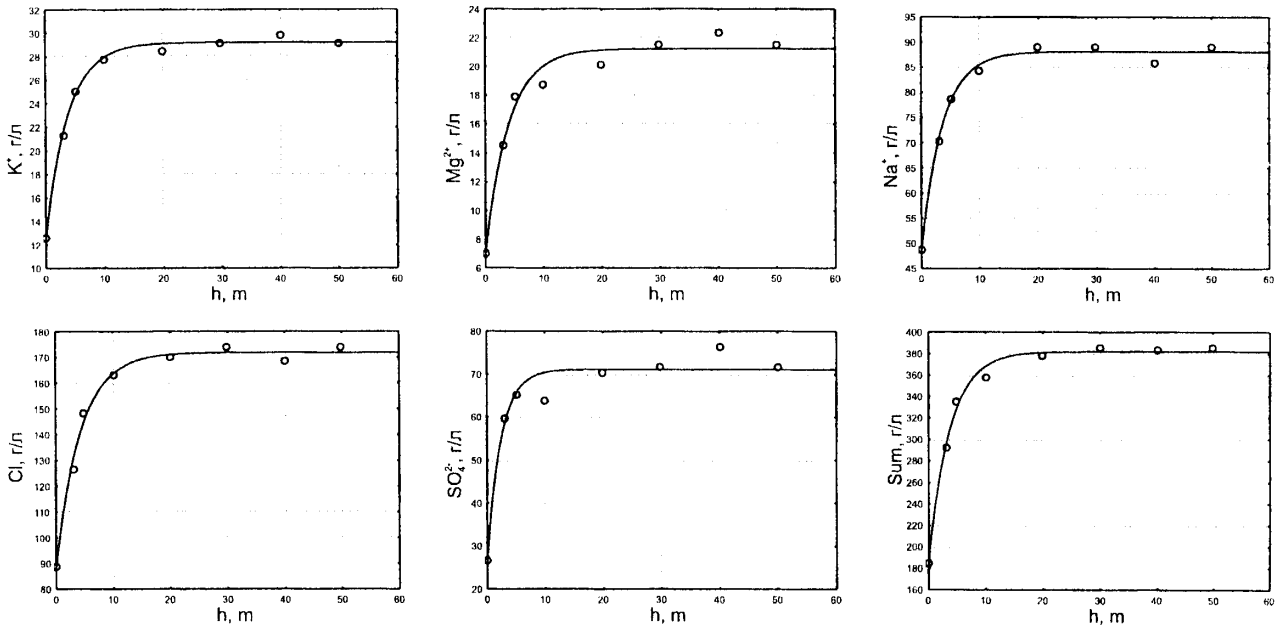


Рис. 4. Гідрогеостратиграфічний розподіл компонентів розсолу в 2008 р.

Візуально відстежується потужність шару диференціації хімічного складу розсолів, який для більшості компонентів не перевищує 10 м (рис. 3, 4). Нижче цієї глибини розсоли характеризуються однорідним складом; концентрація компонентів у нижніх шарах з часом збільшується у бік насичення.

Аналіз величин параметрів апроксимації гідрогеостратиграфічного розподілу хімічних речовин у розсолах Домбровського кар’єру рівнянням (18), зведених у табл. 3, свідчить про наявність чітких закономірностей еволюції гідрогеохімічної аномалії забруднення Домбровського кар’єру. Ці закономірності визначають прогнозування розвитку гідрогеохімічної аномалії.

Таблиця 3

Параметри гідрогеостратиграфічного розподілу хімічних сполук

Параметри	Рік	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl	SO ₄ ²⁻	Sum
A	1998	17,7	11,2	62,2	114	42,5	237
	2005	12,4	7,0	48,5	87,5	26,5	184
	2006	9,46	5,2	44,5	81,4	20,4	160
	2008	12,4	7,1	48,7	87,9	26,6	184
B	1998	10,6	7,4	21,5	54,8	13,7	127
	2005	16	13,9	37,6	79,8	44,1	190
	2006	18	12,5	37,4	76,4	37,5	188
	2008	16,8	14,2	39,5	84	44,5	197
k _h	1998	0,497	0,299	0,266	0,367	0,135	0,32
	2005	0,292	0,259	0,305	0,259	0,424	0,294
	2006	0,276	0,324	0,326	0,282	0,373	0,312
	2008	0,259	0,244	0,269	0,229	0,41	0,265

Часові залежності параметрів гідрогеостратиграфічного розподілу. Процес формування хімічного складу поверхневого шару розсолу залежить від низки природних та техногенних чинників. Основними процесами є розчинення солей з калійної руди та вміщуючих порід бортів кар’єру і розбавлення розсолу атмосферними опадами та водами галечникового горизонту. Виходячи з антагонізму цих процесів, динаміка сумарного вмісту солей може бути описана кривою виду (рис. 5):

$$Sum = 549 \times e^{-0,0261 \times t} \times (1 - e^{-0,200 \times t}). \tag{19}$$

Протягом перших 10-12 років експлуатації кар’єру (1968-1979) відбувається активне вилугування солей при невеликій кількості води (об’єм води в кар’єрі, за даними ДП “Калійний завод”, становив у 1979 р. близько 2,5 млн. м³) і концентрація солей швидко зростає, що відображає другий член рівняння: $(1 - e^{-0,200 \times t})$. По тому швидкість диференціації розсолу по глибині перевищує швидкість вилугування, що веде до самоочищення його поверхневого шару; відбувається насичення нижніх шарів розсолу,

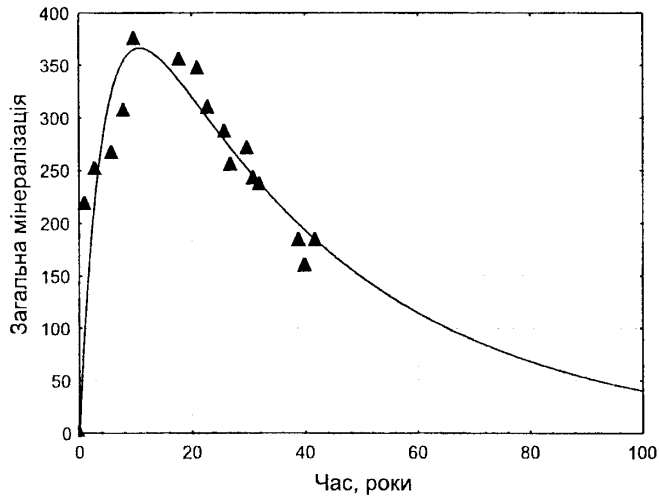


Рис. 5. Динаміка сумарного вмісту солей у поверхневому шарі розсолу: точка «0» відповідає періоду початку експлуатації кар’єру (1967 р.)

одночасно зростають притоки води у кар’єр, проводиться відпомповування розсолів з кар’єру в шахти тощо. На жаль, відсутність даних щодо стратиграфічного розподілу концентрацій компонентів по глибині розсолу до 1998 р., не дозволяє достовірно верифікувати цю модель. А отже, для прогнозування концентрації компонентів у поверхневому шарі розсолів використовуються дані, отримані в результаті опробування тіла наповнення кар’єру по глибині, починаючи з 1998 р., що охоплює низхідну праву частину кривої (див. рис. 5).

Практично для всіх компонентів розсолу спостерігається зменшення параметра A (табл. 3). Тобто унаслідок притоку “чистої” води атмосферних опадів та з галечникового водоносного горизонту відбувається розбавлення поверхневого шару розсолу і зниження в ньому концентрації основних компонентів. Досить

обмежена кількість даних (4 повноцінних опробування до глибини більше 10 м (зона активного перемішування унаслідок процесів дифузії, конвекції, хвильового перемішування тощо) не дозволяють зробити однозначних висновків щодо характеру та швидкості зменшення концентрації розсолу у поверхневому шарі. Проте розбавлення та інші фізико-хімічні процеси підлягають основному закону термодинаміки та можуть бути описані експоненційними закономірностями виду:

$$A = A_0 \times e^{-k_c t}, \quad (20)$$

де A_0 [г×дм⁻³] – концентрація компонента в поверхневому шарі розсолу в 1998 р., k_c [рік⁻¹] – константа швидкості самоочищення поверхневого шару розсолу внаслідок розбавлення атмосферними опадами та водами незасолених водоносних горизонтів, t [роки] – відлік часу від 1998 р. Величина константи швидкості самоочищення поверхневого шару розсолу для різних його компонентів та загальної мінералізації знаходиться в межах 0,0298–0,0600 при середньому значенні 0,0434 рік⁻¹ (табл. 4). Відносна похибка прогнозування сумарної концентрації компонентів у поверхневому шарі розсолу в порівнянні з його загальною мінералізацією становить 2-9 %.

Динаміка параметра B (концентрація компонента у придонному шарі розсолу) (див. табл. 3) свідчить про зростання диференціації концентрацій компонентів розсолу між поверхневим та придонним шарами з часом. У межах наданої вибірки даних це зростання підлягає прямо пропорційній залежності. Проте, зростання концентрації солей у розчині зростатиме до граничної умови його насичення, що відбувається згідно законів хімічної кінетики. Для моделювання часової зміни концентрації компонентів у придонних шарах розсолів застосовано рівняння кінетики 1 порядку для незворотного процесу:

$$B = (B_{\text{нас.}} - A)(1 - e^{-k_b t}), \quad (21)$$

де B [г×дм⁻³] – концентрація компонентів придонного шару розсолу на час t [роки] з відліком часу від 1967 р. (точка “0»); k_b [рік⁻¹] – константа швидкості концентрування до граничної умови насиченого розчину, $B_{\text{нас.}}$ [г×дм⁻³] – концентрація компонентів у насиченому розчині, A [г×дм⁻³] – концентрація компонентів у поверхневому шарі розсолу, визначена за рівнянням (20).

Таблиця 4

Параметри самоочищення та прогноз концентрації компонентів у поверхневому шарі розсолу

Компоненти розсолу	A_0 , г×дм ⁻³	k_c , рік ⁻¹	R^2	Прогноз концентрації, г×дм ⁻³		
				2010 р.	2020 р.	2040 р.
K ⁺	17,05	0,0475	0,65	14,8	9,2	3,6
Na ⁺	60,9	0,0298	0,81	55,7	41,3	22,8
Mg ²⁺	10,7	0,0600	0,68	8,9	4,9	1,5
Cl ⁻	111	0,0311	0,84	101,1	74,1	39,8
SO ₄ ²⁻	40,6	0,0598	0,73	33,9	18,7	5,6
Загальна мінералізація	231	0,0322	0,73	209,7	152,0	79,8

Виходячи зі складу калійної руди та вміщуючих порід (табл. 5), розчинність окремих компонентів розсолу в холодній воді (0-20 °С) становить, г×дм⁻³: KCl – 342, NaCl – 357, MgCl₂ – 564, K₂SO₄ – 74, Na₂SO₄ – 529, MgSO₄ – 33,7 [7]. Згідно експериментальних даних, отриманих проф. Семчуком Я.М. [6], пізніше підтверджених його учнями [2], насичений водний розчин соленосних порід Домбровського кар'єру має мінералізацію 420-430 г×дм⁻³. При цьому значення параметра $B_{\text{нас.}}$ для окремих компонентів розсолу, наведене у табл. 6, визначається виходячи зі середнього співвідношення компонентів, розрахованого за період спостережень 1967-2007 рр. (див. табл. 1).

Аналіз часової динаміки константи гідрогеостратиграфічного розподілу k_b (див. табл. 3) показує, що абсолютні значення цього параметру для іонів калію, магнію, хлору та загальної мінералізації мають тенденцію до зменшення з часом, для катіонів натрію і сульфат-аніону – збільшення. При

Таблиця 5

Склад калійної руди та вміщуючих порід Домбровського кар'єру

Мінерал	Хімічна формула	Вміст, %
Калійна руда		
Галіт	NaCl	35
Каїніт	KMgClSO ₄ ×3H ₂ O	22
Лангбейніт	K ₂ Mg ₂ (SO ₄) ₃	9,5
Сільвін	KCl	5
Кізеріт	MgSO ₄ ×H ₂ O	5,5
Полігаліт	K ₂ Ca ₂ MgSO ₄ ×2H ₂ O	4,5
Ангідрит	CaSO ₄	1,5
Шеніт	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ ×6H ₂ O	≈ 1
Леоніт	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ ×4H ₂ O	
Нерозчинний залишок		14
Вміщуючі породи		
Галіт	NaCl	40-50
Нерозчинний залишок		50-60

Таблиця 6

Часові параметри концентрування компонентів у придонних шарах розсолу

Компоненти розсолу	В _{нас.} г×дм ⁻³	k _в , рік ⁻¹	R ²	Прогнозні значення коефіцієнта В, г×дм ⁻³		
				2010 р.	2020 р.	2040 р.
K ⁺	33,5	0,053	0,97	16,8	21,8	26,8
Na ⁺	100	0,036	0,96	34,9	46,2	60,8
Mg ²⁺	24,5	0,058	0,95	14,3	18,0	21,1
Cl ⁻	207	0,038	0,99	85,2	107,0	134,6
SO ₄ ²⁻	71,0	0,059	0,86	34,1	48,1	60,2
Загальна мінералізація	430	0,045	0,98	188,5	237,9	299,6

цьому динаміка константи з високою достовірністю описується експоненційною залежністю для калію і хлоридів та лінійною – для сульфатів. Достовірних залежностей зміни k_в для натрію, магнію і загальної мінералізації не виявлено. Тому для прогнозування зміни розподілу цих компонентів по глибині застосовано середнє арифметичне значення константи гідрогеостратиграфічного розподілу, яке відрізняється від граничних значень в межах 7-15 %. Для калію, хлоридів та сульфатів різниця становить 26-50 % (табл. 7). Варіації середніх значень k_в різних компонентів розсолу становлять 0,282-0,336 м⁻¹ (середнє арифметичне – 0,304 м⁻¹) та не перевищують 10 %.

Таблиця 7

Граничні величини константи гідрогеостратиграфічного розподілу, рік⁻¹

Величини	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Sum
Граничні						
Середнє	0,259-0,497	0,244-0,324	0,266-0,326	0,229-0,367	0,135-0,424	0,265-0,320
	0,331	0,282	0,292	0,284	0,336	0,298
Відносна різниця, %	50,2	15,1	11,8	29,1	26,4	7,5

Зменшення абсолютних значень константи гідрогеостратиграфічного розподілу визначає виположування кривої зростання концентрації компонентів по глибині розсолу, тобто повільне зростання концентрації з глибиною. Така динаміка для K^+ і Cl^- може свідчити про те, що поряд із встановленням рівноваги розчинення інших компонентів розсолу і досягненням насичення, активно відбувається процес розчинення сільвіну і вилугування хлориду калію. Нерівноважне вилугування хлоридів натрію та калію із солепородного масиву може призвести до локальних концентрацій напруг, тріщиноутворення та блокового руйнування бортів кар'єру. Збільшення k_h з часом визначає швидке зростання концентрації компонента з глибиною та досягнення її максимального значення на невеликій глибині, тобто зменшення шару диференціації розсолу.

В цілому аналіз статистичної обробки наданих результатів дозволяє застосувати для прогнозування концентраційних характеристик розсолів Домбровського кар'єру наступне рівняння:

$$C(h, t) = A_0 e^{-k_c(t-t_1)} + (B_{нас.} - A_0 e^{-k_c(t-t_1)}) \cdot (1 - e^{-k_h(t-t_0)}) \cdot (1 - e^{-0.304h}), \quad (22)$$

де $C(h, t)$ – концентрація компонента розсолу на глибині h [м] на час t , A_0 – концентрація компонента у поверхневому шарі розсолу в 1998 р., k_c – константа швидкості самоочищення поверхневого шару розсолу, [рік⁻¹], $B_{нас.}$ – експериментально-розрахункова концентрація компоненту у насиченому розчині соленосних порід [г×дм⁻³], k_h – константа швидкості концентрування [рік⁻¹], t_0 – 1967 р. (початок експлуатації кар'єру), t_1 – 1998 р. (перше опробування вертикального розподілу компонентів у розсолі). Абсолютні значення параметрів рівняння (22) наведено у табл. 4,6.

При збереженні сучасних темпів заповнення кар'єру протягом найближчих 20 років розрахункова концентрація розсолу (загальна мінералізація) досягатиме на глибині 10-15 м 400 ± 10 г×дм⁻³ (рис. 6). Концентрація поверхневого шару розсолу становитиме 80-115 г×дм⁻³. Шар диференціації концентрацій розсолу не перевищуватиме 10-15 м, тобто при заповненні кар'єру високомінералізований розсіл створюватиме гідравлічний підпір у галечниковому водоносному горизонті, що визначатиме зростання мінералізації ґрунтових вод.

Безумовно, проведена прогнозна оцінка, що ґрунтується на обмеженій кількості наявних експериментальних даних, потребує суттєвого уточнення. Прогноз складено за середньорічними показниками, без урахування сезонних флуктуацій клімату, у тому числі повеней та підвищених опадів, унаслідок яких різко зростатиме градієнт концентрацій та площа контакту в системі “розчин-порода”, що може суттєво збільшувати обсяги вилугування. Для уточнення екогідрогеохімічного прогнозу та побудови об'ємної (3-D) ГІС-моделі кар'єру необхідно проведення додаткових досліджень, які мають бути покладені в основу системи моніторингу зони впливу Калуш-Голинського родовища калійних солей: еколого-геохімічне опробування розсолів і донних відкладів за нерегулярною мережею по поверхні дзеркала та по профілю тіла наповнення кар'єру, обстеження незатоплених бортів кар'єру з метою виявлення несанкціонованого звалювання, складування, захоронення промислових відходів, картування території Калуш-Голинського родовища калійних солей та зони його впливу на навколишнє середовище з елементами GPS зйомки.

З іншої сторони, наведений у цій статті прогноз ґрунтується на застосуванні основних кінетичних закономірностей теорії розчинів та враховує механізм вилугування соленосних порід Домбровського кар'єру, що відповідає даним більш як 40-річних натурних спостережень. Недостатнє розуміння фізико-хімічних та гідрогеохімічних процесів веде до хибних оцінок та пропозицій щодо стабілізації еколого-гідрогеохімічного стану кар'єру при його затопленні прісними водами.

Зокрема, твердження: “Прісна вода стане розповсюджуватися по поверхні розсолів, майже не змішуючись з ними... В інтервалі розповсюдження соленосних порід утворюються насичені розсоли, завдяки чому обвалення берегів припиняться. Верхня частина озера заповниться прісною водою” [4, стор. 28] (збережено стилістику оригіналу). Очевидно, що ці твердження є нісенітницею з позицій теорії електролітичної дисоціації, молекулярно-кінетичної теорії, суперечить основам геофізики, гідрогеології та гідрогеохімії. На жаль, наразі проект “повороту р. Сівка в кар'єр” знаходиться у стадії реалізації.

Висновки. Розширення території прояву карстово-суфозійного процесу в межах розробленого родовища калійних солей може суттєво зменшити геотехнічну стійкість покривних порід в підґрунті

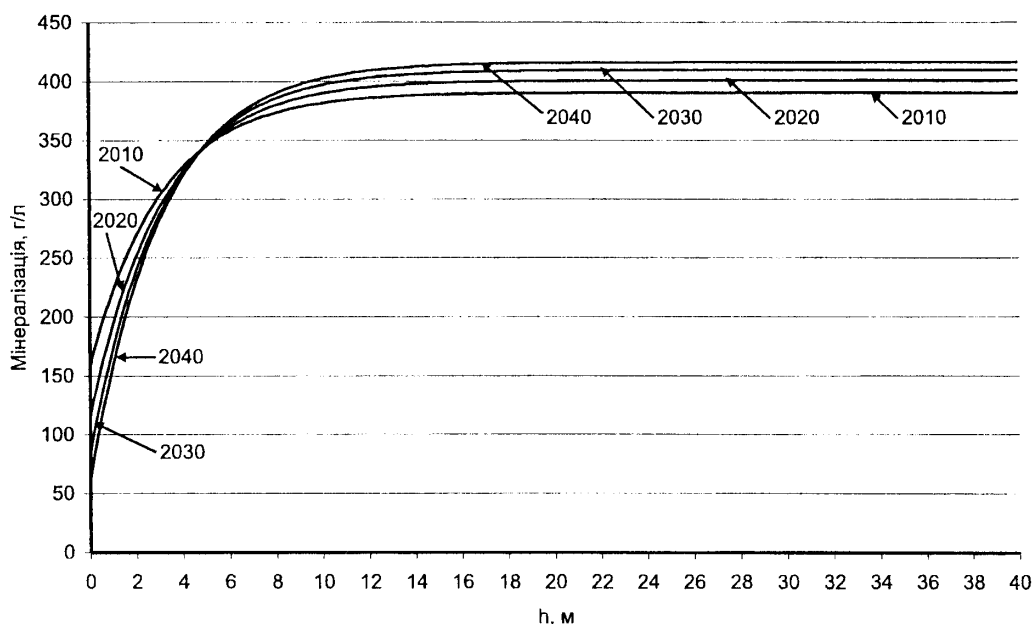


Рис. 6. Прогноз зміни загальної мінералізації розсолу з глибиною при заповненні кар'єру

гідротехнічних споруд та призвести до виникнення надзвичайних ситуацій, у т.ч. транскордонного характеру:

- прориву рідких стоків хвостосховища №1 у кар'єр;
- аварійного прориву стоку р. Сівка у кар'єр з його наступним прискореним затопленням;
- формування техногенного стоку високомінералізованих вод в басейни рр. Сівка-Лімниця-Дністер в геофільтраційній системі піщано-гравійно-галькових відкладів та карстових утворень надсольового дзеркала.

Динаміка наповнення Домбровського кар'єру без урахування витрат на випаровування та відпompовування розсолів з досить високою вірогідністю може бути апроксимована експоненційною залежністю. Водоприток у кар'єр мають відносно врівноважений з опадами (квазістабільний) режим. Тому головним засобом подальших оцінок водно-балансового режиму кар'єру та прогнозу гідрохімічних показників вод кар'єрної водойми повинні бути системні гідравлічні, гідрометеорологічні та гідрогеологічні спостереження у комплексі з геолого-геофізичним та гідрогеохімічним моніторингом.

Враховуючи середнє молярне співвідношення компонентів протягом 1967-2008 рр., хімічний склад розсолу може бути орієнтовно представлений у вигляді формули: $\text{Na}_{10}\text{K}_2\text{Mg}_3\text{Cl}_{14}(\text{SO}_4)_2$.

Вміст важких металів у розсолі Домбровського кар'єру перевищує ГДК до 40 разів, що визначає обмеження щодо використання розсолів для виробництва мінеральних добрив.

Диференціація хімічного складу розсолу та концентрацій його компонентів спостерігається до глибини 10-15 м. Аналіз динаміки гідрогеостратиграфічного розподілу компонентів розсолу дає основу для прогнозування його хімічного складу в період наповнення кар'єру за формулою (22).

При збереженні сучасних темпів заповнення кар'єру протягом найближчих 20 років розрахункова концентрація нижніх шарів розсолу (загальна мінералізація) досягатиме на глибині 10-15 м 400 ± 10 г×дм⁻³. Концентрація поверхневого шару розсолу становитиме 80-115 г×дм⁻³. Шар диференціації концентрацій розсолу не перевищуватиме 10-15 м, тобто, при заповненні кар'єру високомінералізований розсіл створюватиме гідравлічний підпір галечниковому водоносному горизонтові, що визначатиме зростання мінералізації ґрунтових вод.

Враховуючи хибні оцінки щодо стабільності природно-техногенної системи Домбровського кар'єру в умовах затоплення прісними водами поверхневого, підземного горизонтів та атмосферними опадами, проект ВАТ "ГІРХІМПРОМ" щодо консервації Домбровського кар'єру вимагає суттєвого доопрацювання.

Література

1. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання: ДСТУ 4808:2007. – [діючий від 2007-07-05]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 36 с.
2. Манюк О.Р. Науково-практичні засади захисту довкілля від забруднення високомінералізованими розсолами (на прикладі Калуш-Голинського родовища калійних солей): Дис. ... канд. геол. наук: 21.06.01 / Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2008. – 125 с.
3. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. – М., 1990. – 64 с.
4. Проект консервації Домбровського кар'єру з рекультивацією зовнішніх відвалів № 1, № 4 та хвостосховищ № 1, № 2. – Книга 1: загальні дані: 018.001.06.000-ПЗ-01-00 / І.І. Зозуля, В.В. Ковалишин. – Львів, 2008. – 48 с.
5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения : СанПиН № 4630-88. – [действующий от 1988-07-04]. – М. : Минздрав СССР, 1988. – 69 с.
6. Семчук Я.М. Наукові та методичні основи охорони геологічного середовища в районах розробки калійних родовищ (на прикладі Передкарпаття): Дис. ... д-ра техн. наук: 11.00.11 / Державний НДІ галургії. — Калуш, 1994. — 304 с.
7. Справочник химика / под ред. Б.П. Никольского. – Л. : Изд-во “Химия”, 1964. — Т. II. – 1168 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Адаменко Олег Максимович – доктор геолого-мінералогічних наук, професор, академік Академії екологічних наук України, директор Державного інституту екологічного моніторингу, професор кафедри екології ІФНТУНГ

Адаменко Ярослав Олегович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології ІФНТУНГ

Андрухів Ольга Степанівна – студентка спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища” ІФНТУНГ

Архипова Людмила Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри екології ІФНТУНГ

Бараненко Богдан Теодорович – головний геолог ДП “Калійний завод”, ВАТ “Оріана”, м. Калуш

Горбачовський Зіновій Богданович – головний геолог ДП “Богородчанинафтогаз”, Івано-Франківська область

Дмитрук Юрій Михайлович – доктор біологічних наук, професор кафедри ґрунтознавства факультету біології, екології та біотехнології Чернівецького національного університету ім. Юрія Федковича

Долін Віктор Володимирович – доктор геологічних наук, завідувач відділом біогеохімії Інституту геохімії навколишнього середовища НАН і МНС України

Залеський Іван Іванович – кандидат геологічних наук, доцент кафедри екології факультету екології та природокористування Національного університету водного господарства та природокористуванні, м. Рівне

Знак Мирослав Степанович – асистент кафедри теоретичних основ геології ІФНТУНГ

Зорін Денис Олексійович – кандидат геологічних наук, доцент кафедри екології ІФНТУНГ

Коншина Анна Олександрівна – студентка спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища” ІФНТУНГ

Крижанівський Євстахій Іванович – доктор технічних наук, професор, ректор ІФНТУНГ

Кузьменко Едуард Дмитрович – доктор геолого-мінералогічних наук, професор, завідувач кафедри геотехногенної безпеки та геоінформатики ІФНТУНГ

Лопушняк Ярослав Іванович – старший викладач кафедри теоретичних основ геології ІФНТУНГ

Мандрик Олег Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, декан інженерно-екологічного факультету ІФНТУНГ