

## РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 551.4

*Адаменко О.М.*

*Івано-Франківській національний  
технічний університет нафти і газу*

### КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ

На основі 199 геоecологічних полігонів, розмічених на 15 моніторингових профілях, що пересікають 19 країн Центральної та Східної Європи, визначені забруднення ґрунтів, поверхневих вод, атмосферного повітря і рослинності важкими металами, побудовані бази даних, 15 поелементних еколого-техноgeoхімічних карт та загальна карта екологічного стану досліджуваної території. Запропонована автоматизована система контролю за станом довкілля.

**Ключові слова:** екологічна безпека, комп'ютеризована геоінформаційна система, моніторинг довкілля, геоecологічні полігони.

На основании 199 геоecологических полигонов, расположенных на 15 мониторинговых профилях, которые пересекают 19 стран Центральной и Восточной Европы, определены загрязнения почв, поверхностных вод, атмосферного воздуха и растительности тяжелыми металлами, построены базы данных, 15 поэлементных эколого-техноgeoхимических карт и общая карта экологического состояния исследованной территории. Предложена автоматизированная система контроля за состоянием окружающей среды.

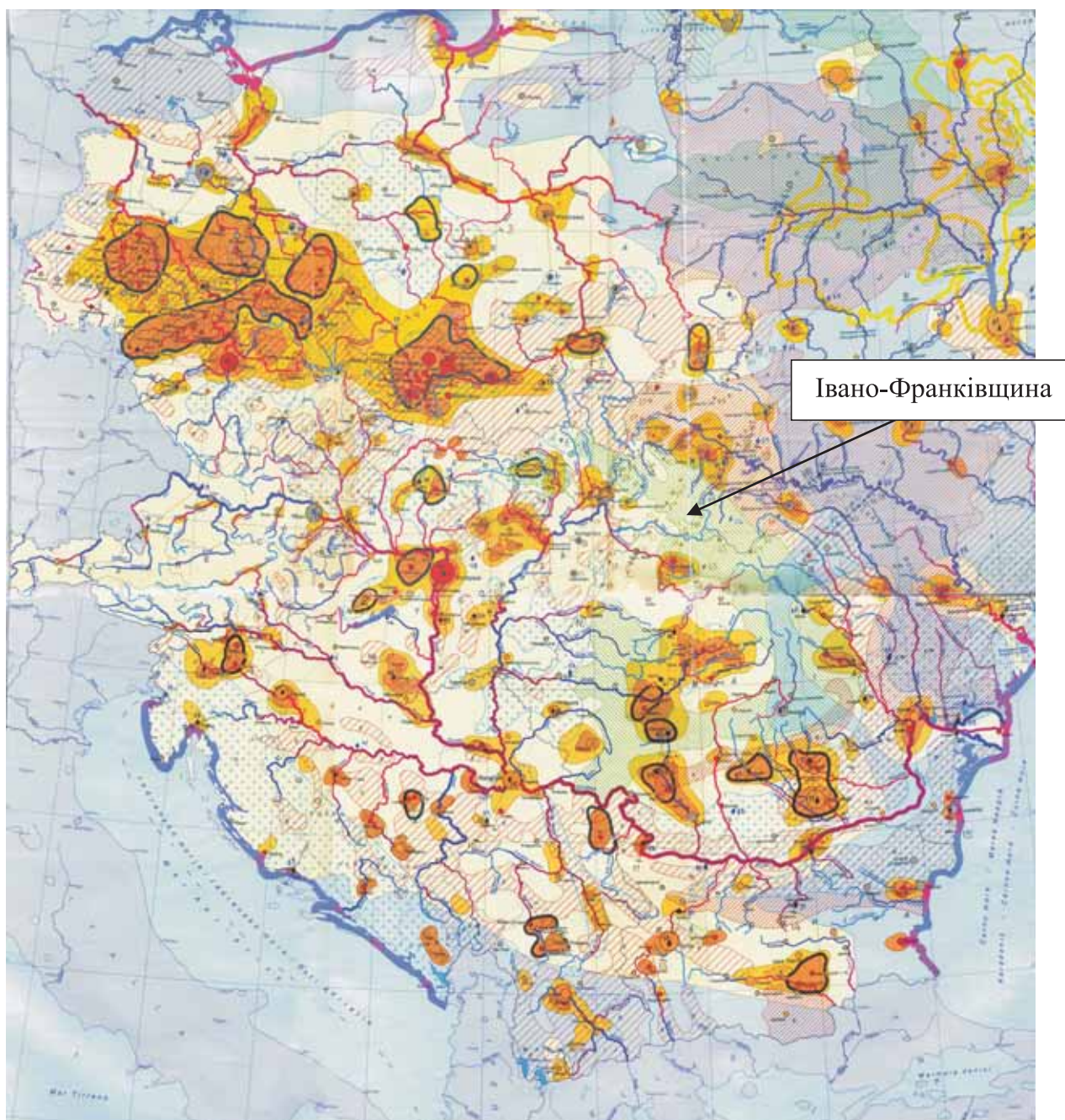
**Ключевые слова:** экологическая безопасность, компьютеризованная геоинформационная система, мониторинг окружающей среды, геоecологические полигоны.

On the basis of 199 polygons has been identified the pollution of soils, ground waters, atmosphere air by the hard metals. These polygons are being situated on the 15 monitoring profiles, in the Central and eastern part of Ukraine. On the basis of its analyzing has been built the element maps showing the ecological-technogeochemical components of it. And the general map of the ecological condition of the exploring territory. Also it has been given the automatic system of controlling the condition of the environment.

**Keywords:** ecological safety, computerised geoinformational system, the environmental monitoring, geoeological polygons.

**Постановка проблеми.** Протягом багатьох років автору вдалось зібрати досить повні бази даних, що характеризують екологічний стан основних природних компонентів європейських ландшафтів. Це були досить складні і нелегкі для виконання маршрути разом з моїми помічниками і колегами В.М.Кучмою, І.М. Климчуком, О.Р. Стельмахом та багатьма іншими, з якими ми відібрали проби ґрунтів, поверхневих вод, рослинності в різних країнах Центральної та Східної Європи. Постійну допомогу у зборі матеріалів, а іноді і у відборі проб, надавали мені численні колеги – екологи, географи, біологи Ласло Башша (Угорщина), Олдржих Мікулик, Антонін Вайсхар, Владімір Хнілічка (Чехія), Єжи Ковальський, Тадеуш Герлах, Лешек Старкель (Польща), Арно Гофман, Ханс Хаерманн (ФРН), Дмитро Димитров, Милана Снежева (Болгарія), Петер Йордан (Австрія) та багато інших.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У 1992 р. у м.Відні була опублікована карта масштабу 1:3 000 000 «Природокористування і проблеми навколишнього середовища Центральної та Східної Європи» за редакцією Петера Йордана (рис.1), яка в значній мірі об'легшила мою задачу. Ця карта врахувала попередні дослідження стану довкілля і наші визначення його на основі відібраних та проаналізованих проб, що дало початок розроблення моніторингової мережі Європейської міждержавної комп'ютеризованої системи екологічної безпеки ЄКСЕБ (ECSES).



**Рис. 1. Карта природокористування та проблем навколишнього середовища Центральної та Східної Європи**

Головний принцип природокористування як політики і економіки майбутнього – це збереження природних ресурсів, що є основою виживання людства, і охорона навколишнього середовища, без якості якого неможливо зберегти генетичний фонд. Антропогенні зміни довкілля стають проблемними, коли вони ускладнюють або роблять неможливим попередній підхід до природокористування, або коли стає неможливим використання старих засобів і методів використання природних ресурсів. Проблеми в природокористуванні виникають, коли відбуваються порушення стандартів якості навколишнього середовища і коли порушується баланс використання і відновлення ресурсів. Розмір нанесених збитків вираховується згідно ступеня порушеності довкілля. Якщо вони переходить межу в 1%, то є загроза невідновленості стану довкілля.

**Виклад основного матеріалу.** Наші дослідження дозволили виділити на території Центральної та Східної Європи, яка включає Німеччину, Чехію, Словаччину, Польщу, Литву, Білорусь, захід Росії, Австрію, Угорщину, Румунію, Україну, Молдову, Словенію, Хорватію, Сербію, Боснію і Герцеговину, Чорногорію, Македонію і Болгарію, систему із 15 моніторингових профілів, які пересікають досліджувану територію з південного заходу на північний схід. На профілях обґрунтована мінімальна кількість геоекологічних полігонів – 199. На кожному полігоні проаналізовані проби атмосферного повітря на вміст  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $SO_2$ , ацетону і хлору. Там же зібрані зразки ґрунтів і визначений вміст в них Cd, Pb, Cu, ДДТ. У пробах поверхневих вод і рослинності визначався вміст Cd, Pb і Cu. На деяких полігонах, де не вдалось відібрати проби, використали матеріали попередніх дослідників, які надані нам колегами-екологами відповідних країн (рис. 2, табл. 1).

Отримані аналітичні результати були зведені в єдину базу даних, на основі якої ми побудували комп'ютерні (електронні) поелементні еколого-техногеохімічні карти розповсюдження по площі того чи іншого забруднювача у відповідному середовищі. Потім поелементні карти кожного середовища шляхом комп'ютерного накладання були інтегровані в сумарні карти середовищ, а ці останні в сумарні – забруднення довкілля. Всього було побудовано 15 поелементних карт для 4 середовищ, чотири сумарні і одна карта комплексного забруднення довкілля досліджуваної території. Висновки щодо сучасного стану довкілля тої чи іншої країни ми зробили на основі отриманої карти.

Для наповнення карти необхідною інформацією використовувалось дуже різноманітне інформаційне забезпечення. Деякі джерела інформації все ж таки були спільними для усіх країн. Це – супутникові знімки (рис. 3), дані метеорологічного екологічного центру в Осло та ін. Особливо складно було співставити дані про забруднення атмосферного повітря і вод, які визначались різними лабораторіями, за різними методиками і в різні роки. Але нас втішало те, що це перше узагальнення. Важливо також те, що зібрані нами дані – не остання інстанція, що визначає якість довкілля Європи, а лише початок цієї роботи, перші методичні кроки до організації ЄКСЕБ (ECSES).

Основні екологічні проблеми на цій території виникли із-за виснажливого використання природних ресурсів як на території бувшого Радянського Союзу, так і його союзників на Заході. Екологічна політика у цих країнах протягом другої половини ХХ століття була спрямована на швидку індустріалізацію, необхідність якої була обґрунтована економічною відсталістю і аграрним характером більшості цих країн. Усі задачі були підпорядковані цій меті. За радянською моделлю, центрально заплановані і керовані промислові, гірничовидобувні та енергетичні підприємства орієнтувались в основному на виробництво сировинних матеріалів і напівфабрикатів (вугілля, руда, метали, енергія, хімічні та нафтохімічні продукти), при цьому використання енергії майже не обмежувалось, бо ціна паливних ресурсів була мізерною. Часто використовувалась сировина низької якості, що приводило до значного накопичення відходів та викидів шкідливих газів і пилу в атмосферу. Із-за вказаних причин територія Центральної та Східної Європи була найбільш індустріалізованою в світі. При цьому сервісні галузі, дорожня та комунікаційна інфраструктура майже не розвивались.

В сільському господарстві, крім Австрії і частково Польщі, були створені крупні підприємства зі спеціалізацією, що недостатньо враховували природні умови і приводили до виснаження та деградації природних ресурсів. Особливо характерно це було для СРСР, в тому числі для України і Молдови. Відносна бідність більшості соціалістичних країн, державна і колективна власність, яка в дійсності виключала будь-який контроль над природними ресурсами, низький рівень екологічної свідомості, недостатня інформованість населення та пасивна поведінка громадськості привели до хижацького використання природних ресурсів, мінімальним інвестиціям в охорону довкілля і відновлення його компонентів.

На жаль, політика більшості урядів була такою, що екологічні проблеми не вирішувались науковими методами, а лише іноді силовими заходами ліквідовувались наслідки катастрофічних явищ та надзвичайних ситуацій. Не дивлячись на велику різницю в соціально-економічному розвитку досліджуваних країн, є між ними і багато подібного у розвитку екологічних проблем. Які ж закономірності витікають із аналізу карти екологічного стану країн Центральної та Східної Європи?

Існує помітне зниження інтенсивності сільськогосподарського використання території, якщо рухатись із заходу на схід. Максимальне її значення – на рівнинах Австрії, бувшої НДР та Чехії. Різкий

Таблиця 1

База даних з хімічного забруднення навколишнього середовища Центральної та Східної Європи

№ № ч/ч	№ № проб	Географічна прив'язка	Вміст забруднювачів																
			Атмосферне повітря, мг/м <sup>3</sup>						Ґрунти, мг/кг						Поверхневі води, мг/дм <sup>3</sup>		Рослини, мг/кг		
			O <sub>2</sub> 21,87%	CO <sub>2</sub> 0,033- 0,0135%	SO <sub>2</sub>	Ацетон	Cl <sub>2</sub>		Cd	Pb	Cu	ДДТ	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb	Cu	Cd
1	2	ГДК →	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
		Профіль 1-1																	
1	1	Untervelleborn, ФРН	21,67	0,013	0,001	0,003	0	0,001	1,6	0,6	0	0,001	0,01	0,3	0,003	0,000	0,0		
2	2	Jena	21,03	0,0137	0,06	0,33	0	0,06	13,4	1,4	0	0,002	0,003	0,6	0,007	0,003	0,03		
3	3	Leipzig	20,17	0,0179	0,19	0,74	0,06	0,11	69,7	6,7	0	0,013	0,17	3,1	0,013	0,006	0,06		
4	4	r. Elbe	21,03	0,0141	0,05	0,09	0	0,03	1,8	1,3	0,03	0,001	0,06	3,6	0,001	0,001	0,01		
5	5	Berlin	20,54	0,0165	0,026	0,065	0,07	0,013	75,4	9,3	0,02	0,016	0,12	5,4	0,016	0,007	0,07		
6	6	Eberswalde-Finow	21,81	0,015	0,003	0,003	0	0,004	1,3	1,4	0,03	0,003	0,001	0,9	0,001	0,001	0,0		
		Профіль 2-2																	
7	7	Tisova=Višková, Чехія	19,88	0,0188	0,21	0,54	0,06	0,13	61,4	6,3	0	0,003	0,03	2,3	0,003	0,005	0,04		
8	8	Dresden, ФРН	21,07	0,0135	0,07	0,16	0,01	0,06	16,1	1,7	0	0,002	0,01	1,3	0,001	0,001	0,01		
9	9	Boxberg	19,95	0,0195	0,27	0,61	0,07	0,17	59,4	7,4	0	0,006	0,04	2,6	0,006	0,007	0,06		
10	10	Zielona Gora, Польща	21,09	0,016	0,06	0,17	0,01	0,03	13,3	1,3	0,03	0,001	0,01	0,4	0,001	0,001	0,001		
11	11	Poznan	20,16	0,0186	0,24	0,71	0,05	0,21	58,4	7,8	0	0,007	0,09	3,7	0,009	0,011	0,03		
		Профіль 3-3																	
12	12	Plzen, Чехія	21,01	0,0216	0,05	0,34	0	0,05	12,6	1,3	0	0,002	0,04	0,7	0,006	0	0,03		
13	13	Praha	20,11	0,0185	0,18	0,73	0,05	0,13	64,3	6,3	0	0,015	0,16	3,6	0,008	0	0		
14	14	Trunov	20,13	0,0194	0,19	0,84	0,06	0,14	64,5	7,1	0	0,014	0,15	3,7	0,003	0	0		
15	15	Wroclaw, Польща	21,08	0,0133	0,05	0,34	0	0,05	13,6	1,2	0	0,001	0,02	3,4	0,004	0	0		
16	16	г. Proсна	21,81	0,013	0,001	0,002	0	0,001	1,2	1,3	0,012	0,001	0,01	2,6	0,001	0	0		
17	17	Kodz	20,17	0,0194	0,23	0,69	0,03	0,31	54,3	7,6	0	0,007	0,04	3,4	0,009	0	0		
		Профіль 4-4																	
18	18	Salzburg, Австрія	21,89	0,011	0	0	0	0	1,4	0,1	0	0	0,003	0,03	0	0	0		
19	19	г. Donau, Zinz	21,78	0,009	0	0	0	0	1,2	0,09	0	0	0,001	0,01	0	0	0		
20	20	Jihlava, Чехія	21,93	0,009	0	0	0	0	1,3	0,08	0	0	0,001	0,02	0	0	0		

Всього у базі даних 199 геоекотоксичних полігонів, де відібрано 796 проб

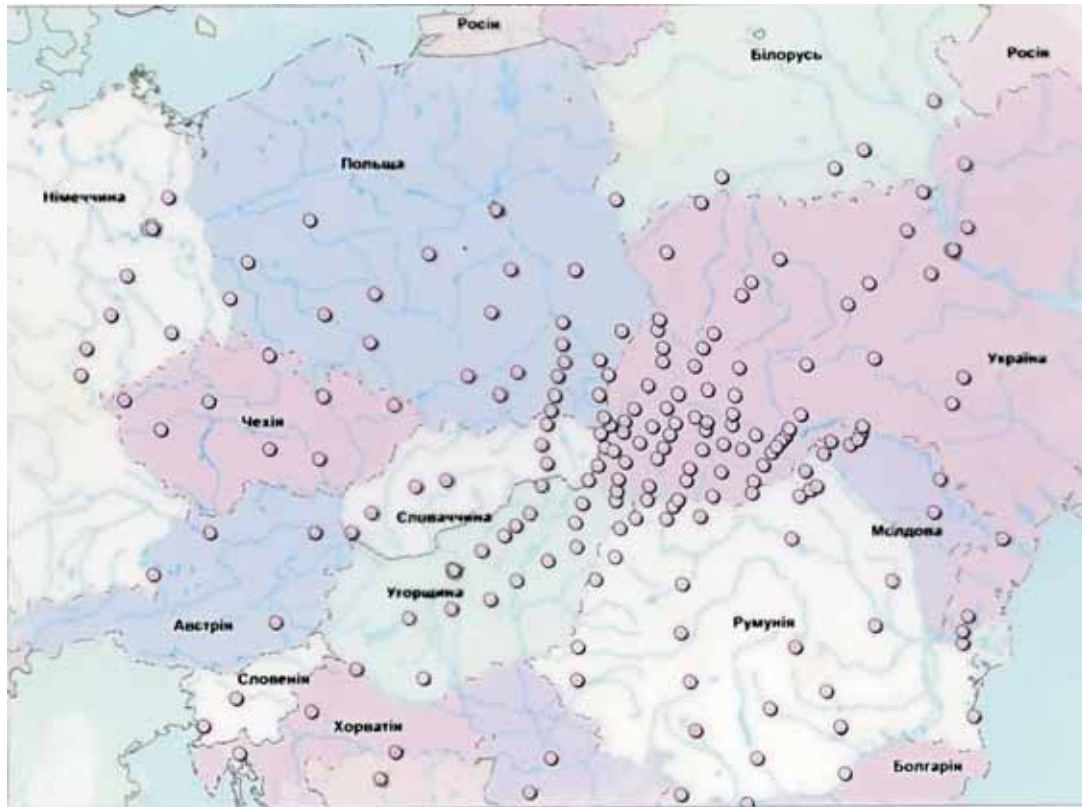


Рис. 2. Геоекологічні полігони Європейської комп'ютеризованої системи екологічної безпеки (ECSES)

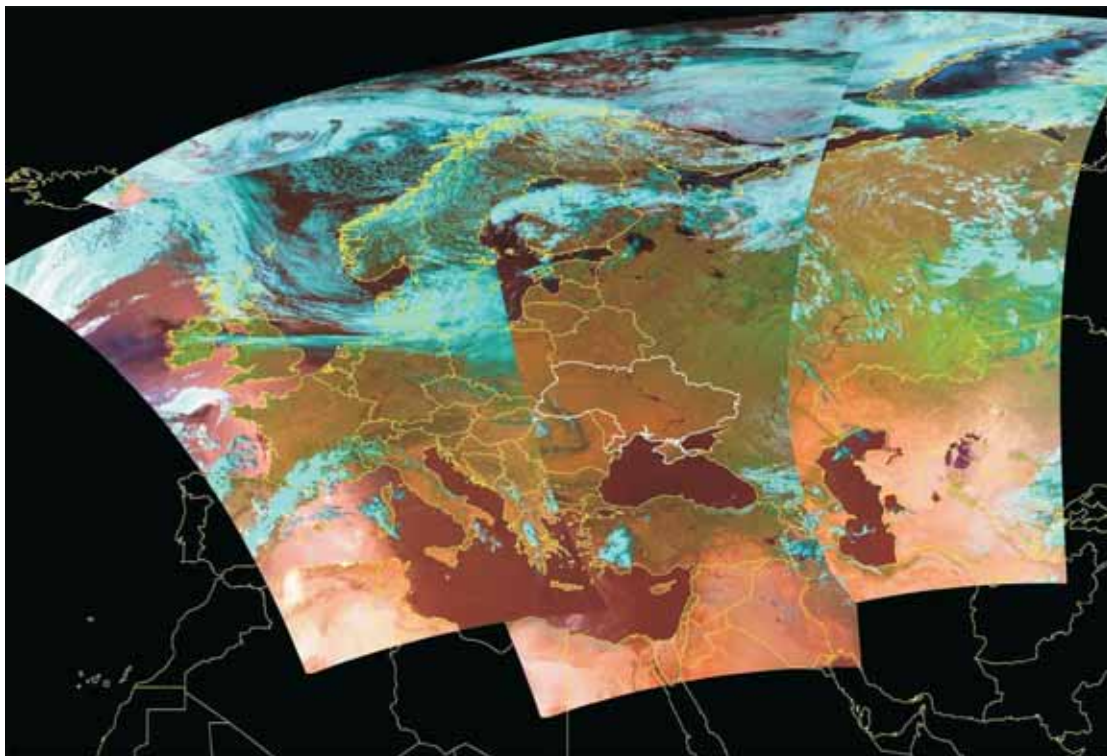


Рис. 3. Супутникові знімки району досліджень

кордон інтенсивного використання земельних ресурсів співпадає з західними областями України, Білорусі, Молдови.

Така ж закономірність характерна і для використання лісових ресурсів. При цьому відмічається, що інтенсивна заготівля деревини у Карпатах максимально помітна на фоні інших територій Європи. Найбільші промислові порушення навколишнього середовища спостерігаються в містах-мільйонерах, у гірничовидобувних районах Рудних гір, західної Чехії, південної Польщі, де максимально розвинуті вугільновидобувні, енергетичні та хімічні виробництва. Це – Лейпцігсько-Гальський буровугільний (відкриті розробки) район з хімічною і енергетичною промисловостями; південь бувшої НДР з буровугільною (відкриті розробки) і енергетичною промисловостями; південно-західний Чеський промисловий буровугільно-металургійний район; територія Легніци у Польщі з гірничовидобувною і мідно-металургійною промисловостями; Остравський, Верхньо-Сілезький і Катовіце-Краківський промислові райони з виробництвом кам'яного вугілля, чавуну, сталі та енергії. У цій же зоні знаходяться і найбільш забруднені столиці Прага і Будапешт, а також Краків, Любляна, Загреб. Ця «напруга» зумовлена тим, що в указаних зонах знаходиться 40 із 50 найбільших у Європі джерел викидів  $SO_2$  в атмосферу, що добре видно на космічних знімках.

Річки з чистою водою у Центральній та Східній Європі є тільки у високогірних районах, а на решті території більшість поверхневих водотоків не пригодні для питного водоспоживання, тобто відносяться до IV-V класів якості води. Вода Дунаю відносно чиста лише вище Відня (3 категорія). На території Росії, Білорусі і Молдови – така ж картина: більшість водотоків забруднені, а половина малих річок деградована, або перетворена у меліоративні канали.

Прибережні води Балтики сильно забруднені, особливо поблизу Щеціна, Гданська, Калінін-граду. Дуже гостра проблема забруднення вод Чорного моря біля Одеси, Бургаса, Констанци, де стічні води або зливаються в море, або періодично прориваються із-за аварій на каналізаційних системах.

Проблеми деградації ґрунтів особливо характерні для України і Молдови. Ерозійні процеси розвиваються в Чехії, на території бувшої НДР. Дуже важкі наслідки мають південні степові райони України і Молдови із-за неправильного зрошення: засолення і підтоплення земель та ін.

В цілому можна відмітити, що інтенсивність і ефективність природокористування зменшується з заходу на схід, а деградація, як результат неправильного поводження з природою, зростає. Забруднення атмосфери і вод сконцентровано навпаки у західних районах Європи.

Із міждержавних екологічних проблем відмітимо наступні. Більше половини емісій забруднюючих речовин, особливо  $SO_2$ , переноситься вітром в інші країни. Концентрація транскордонних екологічних проблем існує у приграничних районах між Німеччиною, Польщею і Чехією. Північно-Чеський буровугільний басейн утворює разом з польською тепловою електростанцією Турошув та енергетичним комплексом Лаузиць обширний центр забруднення з деградацією ґрунтів та лісів. Північно-Чеський-Вестфальський промисловий район з розробкою вугілля і виробництвом енергії представляє серйозну небезпеку не тільки для населення і лісів східної Німеччини, а й для західної Польщі. Промисловий район Острава-Карвіна і Верньо-Сілезький центр навколо Катовіц є в однаковому ступені винним у забрудненні не тільки східної Польщі, а й доходить до західної України.

Транскордонні забруднені зони виникли також вздовж кордонів Чехії, Угорщини, Австрії, між Угорщиною і Сербією. Сильно забруднені води транзитних рік Дунаю, Прута, Західного Буга. Забруднені прибережні води Балтійського моря теж створюють міждержавні проблеми. Специфічними є забруднення атмосферного повітря хлором в румунському місті Джорджу, що «накриває» сусіднє болгарське місто Русе на протилежному березі Дунаю. Будівництво комплексної гідроелектростанції Габчиково-Надьмарош на кордоні Угорщини і Словаччини було розпочато без попередньої екологічної експертизи, що привело потім до серйозних екологічних, економічних і політичних наслідків. Теж саме зараз відбувається у зоні будівництва каналу Дунай – Чорне море в Одеській області, де українські екологи рішуче протестують проти порушення екосистем біосферного заповідника, а румуни прогнозують серйозні трансформації дельти Дунаю.

**Висновки.** Стан довкілля в країнах Центральної та Східної Європи, зафіксований на карті 1992р. за редакцією Петера Йордана та нашій 2010р., є наслідком попереднього, соціалістичного

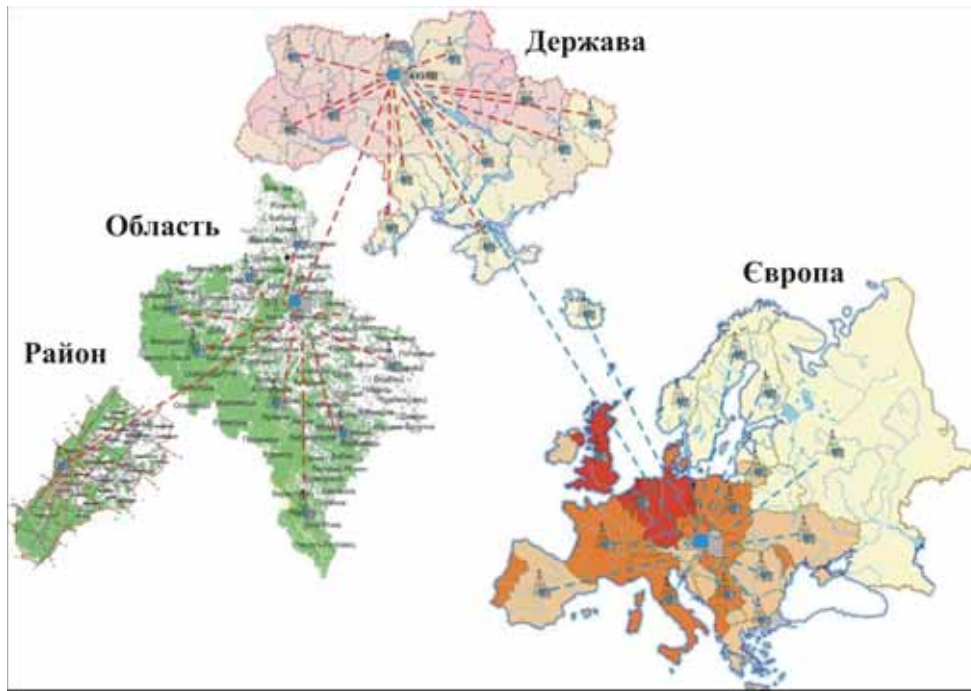


Рис. 4. Європейська комп'ютеризована система екологічної безпеки (ЄКСЕБ–ECSES)

стану розвитку. Тоді емісії забруднюючих речовин, особливо  $\text{SO}_2$ , досягали свого максимуму. Країни, викидаючи шкідливі речовини в атмосферне повітря, забруднювали не тільки свою територію, а й вносили певну частку у транскордонні переноси. Враховуючи те, що на досліджуваній території переважають західні вітри (атлантичні циклони), найбільшу шкоду Центральна та Східна Європа завдала Україні, Білорусі, західним районам Росії. Так, тільки з території Польщі, за даними Міжнародного метеорологічного центру в Осло, на Україну поступає щорічно 691 тис. тонн  $\text{SO}_2$ , а в зворотному напрямі ми «поставляємо» Польщі тільки 215 тис. тонн  $\text{SO}_2$ . За такий «несправедливий» баланс потрібно сплачувати велику грошову компенсацію, але поки що не має міждержавних угод про відшкодування збитків за взаємне, але не адекватне забруднення довкілля. У майбутньому Екоєвропейському домі потрібно буде навести відповідний порядок. Ось чому наші дослідження і екологічні карти будуть мати з часом велике значення.

Виконуючи 8 міжнародних проектів та користуючись добрим авторитетом у зарубіжних колеґ-екологів, нам вдалось проїхати теренами 19 держав і зібрати величезний фактичний матеріал, якого немає в жодній країні Європи. Це дало змогу побудувати бази даних екологічної інформації, що охоплюють ці країни нашого континенту. Ми розробили і пропонуємо ієрархію КСЕБ (рис. 4), починаючи від району, через область, регіон і державу, з виходом на автоматизовану Європейську КСЕБ. У кожній територіально-адміністративній одиниці, наприклад, у районі на центральний сервер в автоматизованому режимі поступає інформація з кожного геоекологічного полігону, а потім – з кожного району – на обласний сервер, з кожної області – на всеукраїнський сервер, а з кожної держави – на європейський сервер з центром, наприклад, у м.Будапешті. Таким чином здійснюється автоматизоване управління екологічною безпекою Європи, кожної держави, а в державі – областями, районами, містами і окремими підприємствами – з єдиного екологічного центру.

Отже, розроблений нами проект ECSES (ЄКСЕБ) є автоматизованою, інформаційно-аналітичною та прогнозно – керуючою геоінформаційною системою екологічної безпеки. Вона дозволяє на порядок – у 10-15 разів скоротити фінансові, матеріально-технічні та кадрові витрати на створення державних систем екологічного моніторингу. Тому впровадження таких КСЕБ на різних ієрархічних рівнях – це важлива державна задача наукових організацій, природоохоронних служб та народногосподарських підприємств. І ми віримо, що за такими системами – майбутнє!

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 504.53.054:504.064:62/69

*Журавель М.Ю.*

*Північно-східний науковий  
центр «Інтелект-сервіс», м. Харків*

*Клочко Т.О.,*

*ДП НДПІ «СОЮЗ», м. Харків*

### ДІСТАНЦІЙНА ОЦІНКА ЯКОСТІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ РОДЮЧИХ ЗЕМЕЛЬ БУРОВИХ МАЙДАНЧИКІВ НА НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩАХ УКРАЇНИ

У роботі розглянуто питання застосування матеріалів космічних зйомок для спостереження за станом території родовищ вуглеводнів та виявлення зон техногенного впливу на ґрунти у комплексі з проведенням наземних досліджень.

**Ключові слова:** нафтогазовидобуток, космічні знімки, дешифрування, ґрунти, дослідження, порушення, рекультивация, рослинність.

В работе рассматриваются вопросы применения материалов космических съёмок для наблюдения за территориями месторождений углеводородов и выявления зон техногенного влияния на почвы в комплексе с проведением наземных исследований.

**Ключевые слова:** нефтегазодобыча, космические снимки, дешифрирование, почва, исследование, нарушение, рекультивация, растительность.

The article deals with the application of satellite surveys for monitoring of oilfields and detection areas of the technological influence on the soil in conjunction with the surface survey.

**Keywords:** oil-drilling, satellite photing, soils, exploring, recultivation, plants.

**Актуальність теми.** Сталий розвиток України визначається, у числі інших умов, розробкою природоохоронних заходів при запровадженні нових технологій та удосконаленні існуючих. Такою є і світова тенденція, що схвалена Україною та підтверджена низкою нормативних актів відносно користування, охорони і моніторингу компонентів довкілля.

На територіях ведення геологічного вивчення, розвідки та розробки нафтогазових родовищ існує необхідність оперативного отримання площ для розбудови інфраструктури: бурових майданчиків, трубопроводів, установок підготовки, зберігання та транспортування вуглеводневої сировини. Для землевласників, що передають земельні наділи в тимчасове користування важливим є як отримання відповідної оплати від землекористувача, так і повернення земельної ділянки в стані не гіршому, ніж був на етапі тимчасового відчуження. Це досягається проведенням технічної та біологічної рекультивациі земель, що є обов'язковою складовою технологічних процесів, пов'язаних з порушенням земель [1-4].

Моніторинг ґрунтів є важливою складовою комплексного моніторингу компонентів довкілля в системі екологічного управління нафтогазовидобувного підприємства і забезпечує нагляд за станом земель від моменту їх вилучення в тимчасове використання до повернення власнику та/або повного відтворення первинного стану. Складовими моніторингу ґрунтів є накопичення даних агроекологічних досліджень, прив'язка їх до конкретних виробничих об'єктів та технологій, рознесення інформації в часі та просторі, співставлення з вимогами технічних стандартів та законодавства.

Одним із сучасних елементів моніторингу ґрунтів є матеріали космічних зйомок. Вони можуть використовуватися як актуалізована картографічна основа та дозволяють проводити багатocolьове тематичне картографування і повторні зйомки для аналізу стану довкілля на ділянках різної площі. В

залежності від просторового розрізнення можливо здійснювати моніторинг окремих об'єктів, всього родовища, групи родовищ у межах підприємства-розробника або у межах геоструктурних одиниць.

**Постановка задач дослідження:**

- визначити особливості дешифрування зображень техногенно-порушених ґрунтів;
- визначити локалізацію забруднень при розробці родовищ вуглеводнів;
- провести дослідження стану ґрунтів на промислових майданчиках;
- провести аналіз космічних знімків з метою виділення площ порушених земель після рекультивації.

**Аналіз результатів.**

*Особливості зображень техногенно порушених ґрунтів.* Ґрунтовий покрив, у більшості замаскований рослинністю, вивчати за космічними знімками складніше, ніж інші компоненти ландшафту. Проте він, як ніякий інший компонент екосистеми, відображає історію розвідки, експлуатації родовищ та рекультивації порушених земель. Дистанційне вивчення ґрунтів засновано на реєстрації відбитого сонячного випромінювання, тому найважливіша характеристика – спектральна яскравість. Яскравість об'єктів земної поверхні в різних спектральних зонах неоднакова та характеризується коефіцієнтом спектральної яскравості. Коефіцієнт спектральної яскравості ґрунту – це відношення величини відображення ґрунтової до ідеальної поверхні, що відображає 100% світла усіх довжин хвиль (еталону).

Різноманітні ґрунти та їх порушення не завжди розпізнаються по космічним знімкам за прямими дешифрувальними ознаками (колір, структура, характер поверхні, механічний склад, вологість). Порушення добре відображаються на орних землях або полях з рослинністю не більш як 10–20 см та на слабо вкритих рослинністю територіях (з проєктивним покриттям до 10–15%).

Тон зображення ґрунтів на панхроматичних знімках змінюється від білого тону зображень сухих солончаків, пісків до чорного тону зображення чорноземів та визначається їх відбивною здатністю, яка залежить від мінералогічного та органічного складу. Гумусові речовини і окисли заліза знижують загальну яскравість ґрунтів, а кремнезем, карбонати та хлориди збільшують. Тому чорноземи з великим вмістом гумусу зображені на знімках чорними тонами, а солончаки – дуже світлими через вицвіти легко розчинних солей (хлоридів, сульфатів). На тон зображення ґрунтів впливає також вологість: тон зображення вологих об'єктів у 2–3 рази темніше тону зображення сухих об'єктів.

На багатозональних знімках тон зображення ґрунтів у різних зонах спектру та його зміни при переході від зони до зони є прямою дешифрувальною ознакою. Для дешифрування використовують знімки в червоній та ближній інфрачервоній зонах, тому що набір кривих спектральної відбивної здатності розходиться максимально в цих зонах.

Антропогенне засолення має негативне значення для сільськогосподарського виробництва. Засолення відноситься до одного з суттєвих динамічних параметрів ґрунту, воно добре відстежується у видимому та ближньому інфрачервоному діапазоні. Прямими ознаками засолених територій є вицвіти солей або виникнення сольових корок, які відображаються яскравими білими тонами. Опосередкованими ознаками є пригнічений та розріджений рослинний покрив. Локальне розподілення солей залежить від розташування технологічного об'єкту та особливостей мікрорельєфу. За знімками можливо візуально дешифрувати стадії засолення земель: початкова (висока вологість при практичній відсутності засолення), проміжна (солестійка рослинність та підвищена вологість ґрунту), зріла (сольова корка на поверхні). Контури сольових корок, що виникають у автоморфних умовах, при випітному режимі у місцях виклинювання збагачених солями ґрунтових вод мають чітку структуру округло-розрізаної форми.

При забрудненні нафтопродуктами відбивна здатність ґрунтів знижується. При сильному забрудненні криві спектрального відображення наближаються до горизонтальних, коефіцієнти відображення знижуються у напрямку до червоної зони. Інтегральне відображення сильно забруднених ґрунтів складає 10-12%, в синьо-фіолетовій зоні 9-11%, в червоній – до 8-13%.

Спектральна яскравість ґрунтів залежить від поверхні структури, розміру агрегатів, щільності упаковки, шорсткості поверхні. Найменші частинки повніше заповнюють об'єм та дають більш вирівняну поверхню у порівнянні зі складною поверхнею, що складена крупними агрегатами. Гладка щільна поверхня має коефіцієнти яскравості вище, ніж пухка. Безструктурні ґрунти відбивають на 10-15% більше світла, ніж добре оструктурені.

*Локалізація забруднень при розробці родовищ вуглеводнів.* На стадії пошуку та розвідки родовищ нафти та газу найбільш відчутний вплив на ґрунтовий і рослинний покрив пов'язаний з бурінням та випробуванням свердловин. Будівельно-монтажні роботи на бурових майданчиках та під'їзних шляхах до них призводять до порушення рослинного покриву, який виконує важливу протиерозійну та екологічну роль. Ще більше навантаження відчувають ґрунти на бурових майданчиках, де ґрунтовий шар знімається майже повністю, у чорноземній зоні іноді на глибину 1,0-1,2 м. Поверхня ґрунту на бурових майданчиках може забруднюватися, найбільшу небезпеку становлять компоненти бурових розчинів та паливно-мастильні матеріали. Розміри земельних майданчиків, які відводяться під одну свердловину на період буріння, можуть сягати 2,5-3,5 га.

На стадії експлуатації родовищ тимчасове відчуження земель значно зростає. Окрім буріння свердловин будується і технологічна мережа, яка має забезпечити видобуток, первинну підготовку продукції та її транспортування. У зв'язку з цим на території родовища поруч з площинними можуть з'явитися лінійні зони забруднених і порушених земель, які трасують нафто- та газопроводи. В процесі видобутку можливі розливи на майданчиках біля свердловин, а іноді й фонтанування продукції, перетікання пластових флюїдів з нижніх горизонтів в верхні позатрубним простором або внаслідок порушення герметичності експлуатаційних колон. Все це може привести до забруднення ґрунтів і підземних вод. Механічні порушення та в меншій мірі корозія можуть привести до розривів трубопроводів, якими транспортується продукція від свердловин на пункти сепарації і переробки. Найбільш вірогідні порушення лінійних комунікацій в місцях перетину транспортних шляхів та водних артерій. На етапі інтенсифікації розробки родовища різко зростає ризик засолення ґрунтів та природних вод внаслідок витоків мінералізованих флюїдів з аварійних трубопроводів.

На кінцевій стадії розробки родовищ ліквідуються технологічні об'єкти, рекультивуються усі порушені та забруднені землі і повертаються їх власникам.

*Дослідження стану ґрунтів на промислових майданчиках* пошукових та розвідувальних свердловин проведено за допомогою дешифрування знімків високого розрізнення 0,61 м (KA Quick Bird) та середнього розрізнення 30-15 м (KA Landsat та знімки TERRALook). Фонд таких знімків доступний для використання у мережі Інтернет. Зазвичай знімки для досліджень відбирають за часовим і спектральним критерієм, але відбір у Інтернет був обмежений за такими умовами, оскільки у вільному доступі знаходиться мала кількість знімків на необхідну територію. Дослідження проводились на території Полтавської низовини, яка налічує більше двох віків історії сільськогосподарського використання земель.

Суттєве значення для розпізнавання властивостей ґрунтів має стан рослинності. Оскільки район має аграрну спеціалізацію (розораність території складає 80–90%), промислові об'єкти розташовані переважно на ланах сільськогосподарського використання, проведено дослідження культурної рослинності. Було досліджено особливості стану посівів сільгоспкультур, які відображають якість ґрунтів, їхню родючість, а також структуру ґрунтового покриву. Аналіз знімків показує досить високий контраст промислових майданчиків на фоні сільгоспугідь через великий термін після їх ліквідації та рекультивації. Приклади зображень наведені на рисунках 1-5.

При обстеженні у 2009 р. ділянки свердловини №20 спостерігалось руйнування залишків бетонного вимощення навколо устя (рис. 1а). По слідах на ґрунті видно, що це відбувалося із застосуванням важкої техніки. Можливо, що метою цього був видобуток гранітних брил, з яких було зроблено вимощення. У той же час невеликі камені та уламки бетону залишилися у ґрунті, а це може викликати подальше забруднення прилеглої території будівельним сміттям, що вже спостерігалось раніше за даними космічних зйомок (рис. 1б).

На рис. 1б видно, що за кольором чітко виділяються ділянки бурових майданчиків, а також напрямки розсіяння вздовж оранки залишків будівельних та бурових матеріалів від устя свердловини на досить велику відстань – до 100 м. Це вказує на грубе порушення правил рекультивації першого етапу – рекультивація майданчика після буріння свердловини. Властивості ґрунту, що впливають на зміну відбивної характеристики, не відновились на рекультивованій ділянці навіть за 40 років, що підтверджується даними польових візуальних спостережень та лабораторними дослідженнями ґрунту.



а)



б)

**Рис. 1. Ділянка розвідувальної свердловини №20, 1968 рік рекультивації:  
а) загальний вигляд під час обстеження (2009 рік),  
б) космічне зображення з КА Quick Bird**



а)



б)

**Рис. 2. Ділянка розвідувальної свердловини №16, 1971 рік рекультивації:  
а) загальний вигляд під час обстеження (2009 рік),  
б) космічне зображення з КА Quick Bird**

На рис. 2б видно чотирикутний промисловий майданчик та прилеглу до св.№16 територію, що неорана, оскільки землевласник побоюється пошкодження орного знаряддя через залишки будівельного сміття.

Синантропна рослинність приховує контур порушення якості ґрунту. Такий стан території можна спостерігати, ще починаючи з 1991р. (перші знімки з розрізненням 30 м). Візуальний огляд майданчика, ґрунтові прикопки та лабораторні аналізи підтвердили низький рівень технічної рекультивації.

Навколо деяких свердловин площа техногенного порушення невелика, контури площадок ніби розмиті, що вказує на особливості обробки поля землевласником та невдалу післярекультиваційну організацію майданчика (рис. 3).

Ділянки деяких ліквідованих свердловин мають чітко окреслений контур малої площі (~10x10 м) без слідів розсіювання будівельних відходів на території (рис. 4).

Частина промислової інфраструктури підприємства відображена на рис. 5. Для досліджень використано синтезоване зображення TERRALook, комбінація спектральних каналів RGB. Рисунок ілюструє досить високе антропогенне навантаження на території та розташування технологічних об'єктів на сільгоспугідях. Змінення фототону знімка чітко визначає стадії проведення робіт та їх технологічні особливості. Аналіз зображення показує активну фазу робіт у районі свердловин



Рис. 3. Ділянка розвідувальної свердловини № 5H



Рис. 4. Приклад правильної рекультивації свердловини

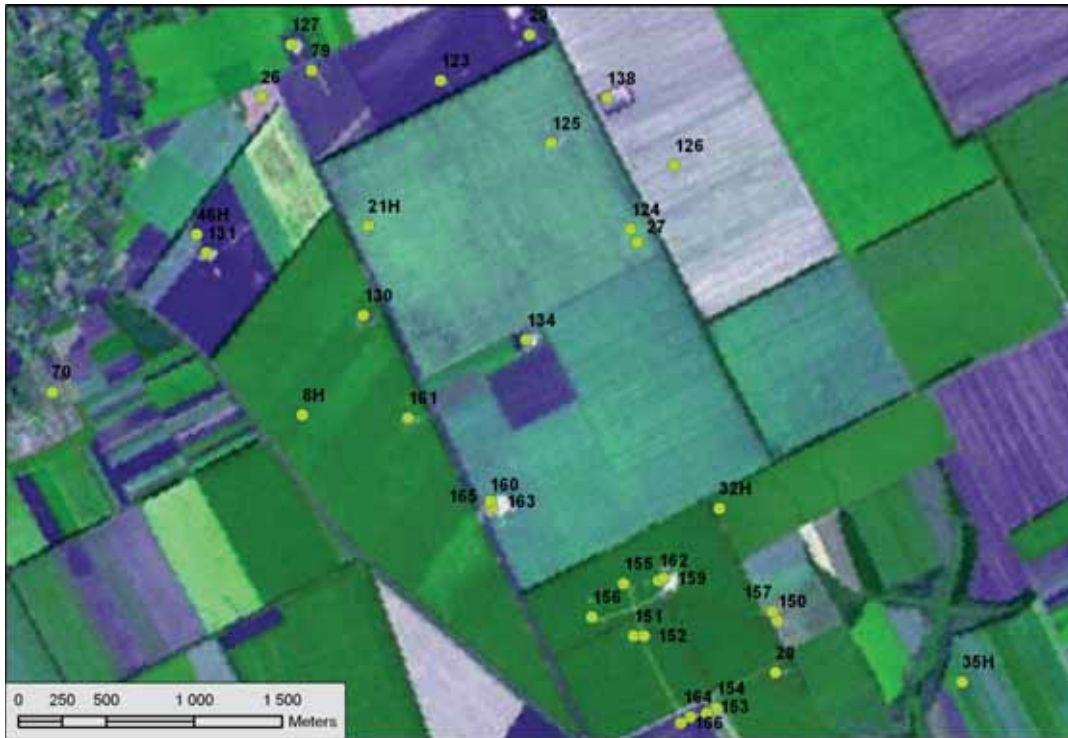


Рис. 5. Частина промислової інфраструктури

№151, 152, 159, 162. Свердловини зв'язані проміж собою дорогою, відображеною на зеленому фоні культурної рослинності у вигляді лінійно-видовженої смуги. Від свердловини №131 на північний схід простежується коридор шлейфів у вигляді смуги світло-сірого кольору, тобто природний стан ґрунтів порушено внаслідок впливу будівництва.

Світла пляма у районі свердловин №160, 163, 165 вказує на відсутність ґрунтового покриву, що пов'язано з проведенням бурових робіт.

Дослідження виявили вплив антропогенного навантаження на всіх без виключення ділянках спостережень. При обстеженні спостегігалась неоднорідність в стані рослин по полях і культурах як на фоні, так і на рекультивованих ділянках, що викликано як впливом техногенного навантаження при тимчасовому використанні земель, так і нерівномірністю агротехніки на полях.

Вивчення різних за віком ділянок порушених земель показує, що без біологічної рекультивації процес відновлення родючості дуже розтягнутий у часі. На бурових майданчиках, ліквідованих десятки років тому, є суттєві відмінності стану та продуктивності культур з прилеглими ділянками поля, що фіксується на космічних знімках. На жодній з рекультивованих ділянок, які повинні до 3-х років знаходитися під посівами багаторічних трав, при обстеженні не виявлені ці культури, що свідчить про відсутність заходів біологічної рекультивації з боку власників земель.

**Висновки.** Аналіз характеру зображень на знімках залежить від розміру лінійної протяжності об'єктів, що мають добре виражену фізіономічність. Кожна група таких зображень на родовищі характеризується визначеними параметрами (змінюю фототону, текстури підстилаючої поверхні), а також своєрідною «прив'язкою», що відображає технологію експлуатації.

За матеріалами ДЗЗ визначаються зміни стану рослинності, ґрунтового покриву, поява нових технологічних об'єктів та ліквідація старих, зміни у використанні земель гірничого відводу та за його межами. При цьому виникає можливість виявлення особливостей стану ґрунтового покриву, рослинності та їхньої деталізації, а відповідно, і більш точного врахування впливу на навколишнє середовище різних технологічних об'єктів. Використання даних ДЗЗ надає можливість контролювати несанкціоновані під'їзні шляхи до об'єктів переробки та транспорту вуглеводнів, оцінювати якість рекультивації земель після буріння свердловин та експлуатації, здійснювати ретроспективну оцінку використання та якості земель, що являє об'єктивну картину сучасного стану в кількісному та якісному

вигляді. Це є базою для прогнозування подальшого розвитку дій та прийняття необхідних корегуючих засобів.

За допомогою космічних знімків проведена оптимізація розташування точок спостереження ґрунтів, що сприяло репрезентативності опробування. Аналіз космічних знімків надав змогу вивчити історію освоєння території, показав досить високий контраст промислових майданчиків на фоні сільгоспугідь через великий термін після їх ліквідації та рекультивациі. Орієнтовна площа таких земель тільки у межах Дніпровсько-Донецької нафтогазоносною провінції може складати 20000 га.

У подальших дослідженнях необхідно розробити методика виявлення та оцінки впливу на довкілля видобувної діяльності на різних стадіях розвідки, експлуатації родовищ та рекультивациі порушених земель, визначити спектральні характеристики. Матеріали космічної зйомки повинні стати невід'ємною частиною оперативного моніторингу ґрунтів, оскільки надають об'єктивну інформацію про стан території у часі та просторі.

### Література

1. Дваладзе Т.Ш. К методике регионального экологического прогноза при эксплуатации нефтегазовых месторождений / Т.Ш. Дваладзе, А.В. Поздняков, М.Ю. Самуйленков // Исследования эколого-географических проблем природопользования для обеспечения территориальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России: теория, методы и практика. – Нижневартовск: НГПИ, ХМРО РАЕН, ИОА СО РАН, 2000. – с. 23 - 29.

2. Журавель Н.Е. Месторождение газа и гидрологический заказник: поиски баланса. / Н.Е. Журавель, Т.А. Клочко, М.И. Овчаренко // Зб. наук. ст. III Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення” (10-14 вересня 2007 р., м. Алушта) / УкрНДЦЕП. – Харків, 2007. – С.128-133.

3. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв: Учеб. пособие для студентов вузов / В.И. Кравцова. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 с 8 цв. вкл.

4. Кронберг П.. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии: Пер. с нем. / П. Кронберг. – М.: Мир, 1988. – 343 с.

## ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ

УДК 631.62.001.18

*Климчик О. М.*

*Житомирський національний  
агроекологічний університет*

### ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ МЕЛІОРАТИВНИХ РОБІТ

Розглянуто основні наслідки проведення меліоративних робіт, зокрема їх вплив на водозбори та гідрологічний режим малих річок.

**Ключові слова:** меліоративні роботи, осушення, річковий стік, дренажні води, самоочисна здатність водойм.

Рассмотрены основные последствия проведения мелиоративных работ, в частности их влияние на водосборы и гидрологический режим малых рек.

**Ключевые слова:** мелиоративные работы, осушение, речной сток, дренажные воды, самоочистная способность водоёмов.

вигляді. Це є базою для прогнозування подальшого розвитку дій та прийняття необхідних корегуючих засобів.

За допомогою космічних знімків проведена оптимізація розташування точок спостереження ґрунтів, що сприяло репрезентативності опробування. Аналіз космічних знімків надав змогу вивчити історію освоєння території, показав досить високий контраст промислових майданчиків на фоні сільгоспугідь через великий термін після їх ліквідації та рекультиваци. Орієнтовна площа таких земель тільки у межах Дніпровсько-Донецької нафтогазоносною провінції може складати 20000 га.

У подальших дослідженнях необхідно розробити методика виявлення та оцінки впливу на довкілля видобувної діяльності на різних стадіях розвідки, експлуатації родовищ та рекультиваци порушених земель, визначити спектральні характеристики. Матеріали космічної зйомки повинні стати невід'ємною частиною оперативного моніторингу ґрунтів, оскільки надають об'єктивну інформацію про стан території у часі та просторі.

### Література

1. Дваладзе Т.Ш. К методике регионального экологического прогноза при эксплуатации нефтегазовых месторождений / Т.Ш. Дваладзе, А.В. Поздняков, М.Ю. Самуйленков // Исследования эколого-географических проблем природопользования для обеспечения территориальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России: теория, методы и практика. – Нижневартовск: НГПИ, ХМРО РАЕН, ИОА СО РАН, 2000. – с. 23 - 29.

2. Журавель Н.Е. Месторождение газа и гидрологический заказник: поиски баланса. / Н.Е. Журавель, Т.А. Клочко, М.И. Овчаренко // Зб. наук. ст. III Міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення” (10-14 вересня 2007 р., м. Алушта) / УкрНДЦЕП. – Харків, 2007. – С.128-133.

3. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв: Учеб. пособие для студентов вузов / В.И. Кравцова. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 с 8 цв. вкл.

4. Кронберг П.. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии: Пер. с нем. / П. Кронберг. – М.: Мир, 1988. – 343 с.

## ЕКОЛОГІЯ ГІДРОСФЕРИ

УДК 631.62.001.18

*Климчик О. М.*

*Житомирський національний  
агроекологічний університет*

### ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРОВЕДЕННЯ МЕЛІОРАТИВНИХ РОБІТ

Розглянуто основні наслідки проведення меліоративних робіт, зокрема їх вплив на водозбори та гідрологічний режим малих річок.

**Ключові слова:** меліоративні роботи, осушення, річковий стік, дренажні води, самоочисна здатність водойм.

Рассмотрены основные последствия проведения мелиоративных работ, в частности их влияние на водосборы и гидрологический режим малых рек.

**Ключевые слова:** мелиоративные работы, осушение, речной сток, дренажные воды, самоочистная способность водоёмов.

The article presents the consequences of performing the amelioration, in particular effect on water intake and hydrological regime of the small rivers.

**Keywords:** amelioration works, drainage, river flow, drainage waters, self-cleaning recoverability of basins

**Постановка задачі у загальному вигляді.** Водні меліорації (зрошення й осушення) – один з основних шляхів підвищення врожайності сільськогосподарських угідь, що займають на планеті 10 % площі суші. Шоста частина цих земель меліорована, з них одержують від 40 до 50 % всіх вироблених сільськогосподарських продуктів [3]. Крім того, у деяких країнах практично немає земель, які б не мали потребу в тих або інших видах меліорації для корінного поліпшення їхньої родючості. Тобто, меліорація земель є об'єктивною необхідністю у справі перетворення природних комплексів, зокрема перетворення боліт і заболочених земель, у високопродуктивні сільськогосподарські угіддя. Екологічні аспекти проведення меліоративних робіт нерозривно пов'язані з господарською стороною проблеми і вимагають всебічної уваги й глибокого осмислення. Гідромеліорація суттєво змінює елементи водного балансу, особливо випаровування та річковий стік. При проведенні зрошувальних меліорацій щорічно витрачається до 200 км<sup>3</sup> води залежно від ступеня зволоження.

Осушувальні меліорації також є одним з основних напрямків розвитку водного господарства багатьох країн. За рахунок проведення цього виду меліоративних робіт забезпечуються високі врожаї сільськогосподарської продукції на землях, до цього малоприсаєднані для такого використання. Осушення широко поширене на територіях, де є заболочені й перезволожені землі. Слід зазначити, що завдяки здійсненню меліоративних робіт, зокрема осушувальних меліорацій, наприклад, Білоруське Полісся перетворилося в розвинений індустріально-аграрний регіон. Причому, меліорація перезволожених земель зіграла провідну роль, оскільки без її проведення інтенсифікація сільського господарства у цьому регіоні була б просто неможливою.

**Виклад основного матеріалу.** Осушувальна меліорація, яка є одним із активних антропогенних факторів, викликає певні зміни в річкових басейнах. Характер цих змін являє собою складний і багатоплановий процес. При певних умовах вони призводять до негативних наслідків, для попередження яких розроблені та здійснюються певні природоохоронні заходи. Ефективність останніх в значній мірі визначається вивченням процесів, що відбуваються в басейні під впливом осушення і системою контролю за цими процесами. В цьому плані важливе місце посідає дослідження основних напрямків і засобів регулювання басейну річки в умовах осушувальної меліорації.

Широкомасштабні меліорації ставлять багато проблем, однією з яких є одержання високих урожаїв у поєднанні з ефективними й економічними вирішеннями питання щодо збереження природного середовища. Важливим питанням є також аналіз впливу осушувальних меліорацій на водний режим регіонів. Після створення осушувальної системи гідрологічний режим істотно трансформується. Причому, найбільші зміни відмічаються у річковому стоці. У перші роки початкової експлуатації осушувальних систем у басейні відбувається деяке збільшення річного стоку за рахунок інтенсивного скидання надлишкових вод. Згодом він може знизитися до своєї початкової величини (до початку проведення меліоративних робіт). Установлено, що після проведення осушення земель, особливо у перші роки, у річковому стоці підвищується частка підземного живлення [4]. Аналіз післямеліорованих змін стоку у літньо-осінню межень показав, що у цей період водність річки збільшується. Стік весняної повені змінюється мало (в основному у бік його зниження), оскільки на меліорованих землях він формується під впливом двох основних факторів, що діють у протилежних напрямках: збільшення ємності зони аерації, що викликає більші втрати талих вод, і зростання швидкості стікання весняних вод внаслідок розвиненої штучної гідрографічної мережі [3, 5].

Питанням антропогенного навантаження на річковий стік, а також на заплави та русла, присвячений цілий ряд робіт. Однак, ця проблема найдетальніше розглянута для великих та середніх річок. Зменшення водності річок полягає не тільки в перерозподілі посезонного стоку, а й у скиданні вікових запасів вод. Осушені площі менше віддають води в річку, оскільки самі тепер поглинають її більше, заповнюючи підземні горизонти. Це інколи дещо посилює підземне живлення крупніших річок, проте аж ніяк не компенсує поверхневого стоку. Зниження рівня ґрунтових вод, базису ерозії річок

призводить до ерозії ґрунтів, яка спостерігалася в зонах височин, але практично ніколи не справляла відчутного впливу на гідробіологічний режим водойм. Тепер же ерозія стала одним з найнебезпечніших екологічних факторів. У наш час еродовані землі становлять в басейнах річок Тетерева 2,8 %, Гуйви – 6,1 %.

Детальніше досліджено вплив осушувальних меліорацій на стік. Так, осушувальні меліорації в басейні Прип'яті не призвели до зменшення середнього багаторічного стоку ріки, а навпаки, відмічена тенденція до його збільшення, внутрішньорічний розподіл стоку став більш рівномірним. Середнє багаторічне значення річного стоку річок Українського Полісся після проведення осушувальної меліорації збільшилось на 16...27 % при умові осушення водозбору більше 6 % [3].

Слід зазначити, що меліоративні роботи є важливим чинником сучасного стану річок України, особливо – малих, а часто-густо й їх фактичної загибелі. Малі річки утворюють цілісні функціональні системи з прилеглою до них територією. Різноманітні меліоративні роботи донедавна проводилися по всій території України, наслідки яких наразі відчутні в усіх регіонах. Так, близько 25 % зрошуваних земель країни використовують водні ресурси малих річок. З проведенням широкомасштабних меліоративних робіт малі річки зазнали значного впливу, що зумовило порушення сталої природної системи. Відповідно, проблему охорони малих річок і відновлення їх природного режиму необхідно розглядати як проблему оптимізації функціонування системи "басейн малої ріки", особливо у зв'язку із значним впливом на цю систему осушувальних заходів.

Стосовно якості річкових вод, то основна причина її зниження полягає в різкому погіршенні самоочисної здатності річок. Порушились як фізико-хімічні, так і біологічні механізми процесів самоочищення. У першому випадку це спричинило збільшення кількості завислих речовин, що зазвичай осаджувалися при самоочищенні. Внаслідок меліоративних робіт їх вміст дуже різко зріс. Висока самоочисна здатність і велика біологічна продуктивність річок забезпечувалися природним, непорушеним сприятливим гідрологічним режимом. В наш час річки, а особливо малі, та інші водойми зазнали сильного, інколи катастрофічного для значної маси гідробіонтів впливу, пов'язаного з меліорацією всього регіону. Різко знизилася самоочисна здатність річок.

Змінився і характер донних відкладів. Чисті та слабозамулені піски замінилися на середньо- та сильнозамулені піски і мул. Ці відклади не сприяють самоочищенню, а, навпаки, поглинають кисень. Завислі речовини, осідаючи, сильно замулюють дно, утворюють значні відклади мулу. В результаті зі складу планктону та бентосу випадає значна частина фільтраторів, тобто організмів, що беруть найбільшу участь у самоочищенні річок. Самі ж мули, забираючи кисень на процеси гниття, ще більше погіршують стан водойми. Біохімічна переробка розчинених речовин шляхом окислення сполук також значно утруднилася. В каламутній воді пригнічені основні продуценти кисню – водорості, а привношувані мули, торф тощо викликають ще більший його дефіцит, гальмуючи тим самим процеси самоочищення. Різко зменшився кількісний і якісний розвиток гідробіонтів, що брали активну участь у цих процесах. З пригніченням, а в деяких випадках і повним зниженням вищої водної рослинності, припиняється функціонування природного бар'єру, що обмежував теригенне надходження забруднень.

Отже, в цілому, не торкаючись ефективності сільського господарства на меліорованих площах, необхідно відмітити, що екологічна ситуація на таких землях різко погіршилася. Це виявляється в таких факторах: корінна перебудова гідрологічного режиму річок; зменшення водності річок, їх обміління; посилення ерозійних процесів; загальне зниження рівня ґрунтових вод, висихання долин і заплав та припинення їх ролі як перехоплювачів пестицидів, органіки, забруднень тощо; втрата болотами і заболоченими лісовими масивами акумулятивних і водорегулюючих властивостей; різке погіршення якості вод; зменшення корисної біопродуктивності; зміна і збіднення флори і фауни; стресовий вплив меліорації на екосистеми.

Донедавна ефективність осушувальних меліорацій оцінювалася двояко: з одного боку – за термінами окупності капітальних вкладень і по врожайності сільськогосподарських культур, з другого – за створенням і підтриманням протягом всього сільськогосподарського року оптимального водного режиму на осушуваних землях (оптимальна меліоративна обстановка). В ідеалі оцінка ефективності осушувальних меліорацій і повинна була б бути такою, проте на практиці це досягається дуже рідко, що зумовлюється рядом причин. Так, відомо, що навіть при

оптимальній меліоративній обстановці врожайність сільськогосподарських культур через різні організаційні і господарські причини часто значно нижче проектної, що тягне за собою і збільшення термінів окупності капітальних вкладень. З іншого боку, навіть при несприятливій меліоративній обстановці, але за високого рівня агротехніки, врожайність дуже близька до проектної. При цьому і в першому і в другому випадках практично не оцінюються екологічні наслідки осушувальних меліорацій, які є основним оціночним показником. Врешті-решт проектну врожайність можна буде досягти, меліоративну обстановку оптимізувати, але екологічні наслідки, особливо якщо вони набули негативного і незворотного характеру, перетворити дуже важко, або навіть неможливо. Тобто, на сьогодні головним із невирішених на даний час питань є встановлення припустимого обсягу меліорації для кожного конкретного водозбору з урахуванням раціонального використання усіх природних ресурсів та інтересів усіх галузей економіки країни.

Для прогнозування і запобігання негативним наслідкам антропогенного впливу, зокрема проведення меліоративних робіт, на розвиток природних процесів і стан природного середовища, у тому числі й на поверхневі водні об'єкти, особливо тих, які є водоприймачами дренажних вод, необхідна оцінка допустимого рівня зниження здатності геоекосистеми до саморегулювання.

Головним чинником антропогенного навантаження на природне середовище є сільське господарство, зокрема осушувальна меліорація та наступне освоєння осушених земель. Збудовані в останні 30 років минулого сторіччя меліоративні системи мали достатньо високий технічний рівень, значний експлуатаційний ресурс і можливості запобігання несприятливим умовам за ефективного ведення сільського господарства. Протягом періоду економічної кризи, що спостерігалася наприкінці ХХ століття, різко впала ефективність сільськогосподарського використання осушуваних земель, погіршилася якість експлуатаційних робіт і скоротилися їхні обсяги, значно зменшилися обсяги всіх видів меліорації земель. Відбулося збіднення і порушення сталих агроландшафтів і виникнення неконтрольованих процесів ландшафтоутворення. Внаслідок цього небезпечно знизилася надійність функціонування меліоративних систем, ефективність їхнього використання, що забезпечило передумови формування екологічно незбалансованої антропогенної навантаженості на геоекосистеми, їхньої нестабільності та нестійкості. Урожайність сільськогосподарських культур знизилася на 15...37% і більше [2]. Все це призвело до ускладнень соціально-економічної ситуації у Поліських областях.

Слід зазначити, що у роки занепаду виробництва і, зокрема, проведення меліоративних робіт, спостерігається поліпшення окремих показників стану природного середовища. Це пов'язано із зменшенням антропогенного тиску у плані штучного регулювання водного режиму, забруднення водних об'єктів, ґрунтів, скорочення площ використання меліорованих сільськогосподарських угідь тощо. Однак ці факти не пов'язані, на жаль, з природоохоронною діяльністю і не відбивають ефективності природоохоронних заходів, яких не вистачає. Це є похідна стихійних нерегульованих процесів.

Відомо, що однією з головних умов одержання проектної врожайності (крім вологозабезпеченості рослин) є застосування мінеральних добрив. Слід мати на увазі, що із дренажними водами, які скидаються в меліоративні системи, при водовідведенні виносяться біогенні речовини, пестициди й інші хімічні сполуки, що здійснюють шкідливий вплив на природні води. Картина динаміки росту загальної мінералізації [1] показує, що не стільки меліоративне освоєння земель, скільки інші зростаючі техногенні навантаження на басейни призводять до стабільного зниження якості поверхневих вод, збільшення мінералізації і сумарних витрат основних хімічних компонентів. Це підтверджується зростанням загальної мінералізації, коли практично повністю припинений приріст меліорованих площ. Останнє підкреслює, що меліоративне освоєння земель не може бути визначальним в погіршенні якості поверхневих вод.

Якщо при виконанні осушувальних меліорацій середньорічний стік річок-водоприймачів зазнає деяких змін, які в решті-решт приходять до норми, то погіршення якості поверхневих вод (підвищення мінералізації), яке ніяк не можна пояснити одним лише меліоративним освоєнням земель (оскільки збільшення мінералізації поверхневих вод відмічається і при повному припиненні меліоративного будівництва), постійно зростає і ніякої стабілізації тут не спостерігається. У зв'язку з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва на даний час на перший план виступає питання захисту природних вод від забруднення. Тому з метою зменшення обсягів шкідливих речовин у річках, що є водоприймачами скидних вод з меліорованих сільськогосподарських угідь, як залишкових продуктів

засобів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, слід здійснювати коригування їхніх обсягів з врахуванням погодно-кліматичних, гідрологічних умов певних меліорованих територій.

Гідрохімічні процеси в осушуваному басейні у початковий період інтенсифікуються, призводячи до деякого переформування хімічного складу природних вод, який може бути оборотним і контрольованим природними факторами, якщо площі осушення не перевищуватимуть екологічної ємкості басейну, коли виникнуть незворотні процеси переформування хімічного складу природних вод, спрогнозувати їх буде практично неможливо. На тлі знову сформованого хімічного типу вод можуть змінюватися й інші складові природного середовища в басейні (рослинність, мікроорганізми, ґрунти і т. і.). Все це потребує оцінки і контролю допустимого антропогенного навантаження на природне середовище по кожному басейну і в тому числі – на природні води.

**Висновки.** Підсумовуючи сказане, можна констатувати таке. Широкомасштабні меліоративні роботи, що здійснювалися на початку минулого століття, порушили сталу рівновагу майже в усіх екологічних системах. Фактори, що сприяли інтенсивним самоочисним процесам, характерним раніше для природних водотоків, в наш час або ліквідовані, або їх значення нівельоване новими процесами, що посилили забруднення вод. Інтенсивна меліорація з глибоким дренажем, спрямленням річкових русел призвела до швидкого осушення заплавної луки, боліт і негативно вплинула на навколишні угіддя. Відбулося різке порушення природних шляхів розвитку заплавної річки – їх антропогенне руйнування. Наразі на заплавах створені великі поля монокультур, дренажування та оранка ліквідували в багатьох місцях високоцінні та перезволожені луки, повисихали численні заплавні водойми, різко понизився рівень ґрунтових вод. Зміни виявилися згубними як для екосистем в цілому, так і для окремих її складових.

Отже, меліоративні роботи слід проводити з урахуванням вимог стійкості екосистем, не порушуючи їх екологічну рівновагу. Для цього потрібно здійснювати меліорацію мозаїчно, не допускаючи створення великих суцільних осушених площ. В тому випадку, коли чергуються осушені та збережені болотні масиви, цілком можливо буде підтримувати рівень ґрунтових вод на характерному для даного пункту горизонті і стабілізувати біоценози в цих місцях. Заплави річок бажано не меліорувати, а використовувати під сінокоси та місця випасу худоби.

В тих випадках, коли заплава осушується, необхідно зберігати вздовж русел річок незаймані лучно-болотні смуги; спрямлення річок має бути заборонено; слід уникати надмірної меліоративної діяльності, яка не знаходить на даний момент виходу в сільськогосподарське виробництво; обов'язково уздовж русел річок встановлювати водоохоронні зони, де оранку і меліорацію слід категорично заборонити; припинити оранку схилів річкових долин, аби не допустити розвитку ерозії і виносу теригенного матеріалу в річку; в боротьбі з евтрофуванням водойм, що відбувається під впливом як меліоративних робіт, так і побутових забруднень, необхідно також вживати заходів – побудувати водоочисні споруди в містах і сільських населених пунктах, щоб запобігти надходженню господарсько-побутових стоків у річки; уникати зарегулювання малих річок водосховищами.

### Література

1. Климчик О.М. Проблема оцінки екологічного стану поверхневих водних об'єктів меліорованих територій / О.М. Климчик. – Екологія: вчені у вирішенні проблем науки, освіти і практики. Збірник доповідей учасників Міжнародної наук.-практ. конф. – Житомир: видавництво “Державний агроекологічний університет”, 2007. – С.74-78.
2. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І.П. Ковальчук. – Львів, 1997. – 438 с.
3. Мисик Г.А. Основи меліорації і ландшафтознавства / Г.А. Мисик, Б.Б. Куліковський. – Посібник. – К.: Фірма “ІНКОС”, 2005. – 464 с.
4. Перегуда Л.В. Экологические аспекты осушительной системы / Л.В. Перегуда, Г.Н. Каркуциев. – К.: Урожай, 1989. – 180 с.
5. Фоменко Я.Л. Методика и оценка влияния осушительных мелиораций на годовой сток рек Украинского Полесья / Я.Л. Фоменко, Л.Н. Кулачинская и др. – Труды Укр. регион. НИ гидрометеорологического института, 1991. – № 240. – С. 141-157.

## ЕКОЛОГІЯ АТМОСФЕРИ

*Герецун Г.М., Масікевич Ю.Г.  
Чернівецький факультет  
Національного технічного  
університету «Харківський  
політехнічний інститут»*

### КИСЛОТНІСТЬ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ ЯК СКЛАДОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Наведені результати досліджень кислотності опадів на території м. Чернівці. Обґрунтована необхідність створення спостережень за станом опадів з врахуванням ландшафтного принципу.

**Ключові слова:** атмосферні опади, кислотні дощі, моніторинг.

Приведены результаты исследований кислотности осадков на территории г. Черновцы. Обоснована необходимость создания сети наблюдения за состоянием осадков с учетом ландшафтного принципа.

**Ключевые слова:** атмосферные осадки, кислотные дожди, мониторинг.

Chernivtsy faculty of National Technical University «Kharkiv Politechnical Institute». Has been carrying through results research scidity precipitation sing on the Chernivtsy. Motivate need create system observation from state sing.

**Keywords:** sours of rains, acid of rains, monitoring.

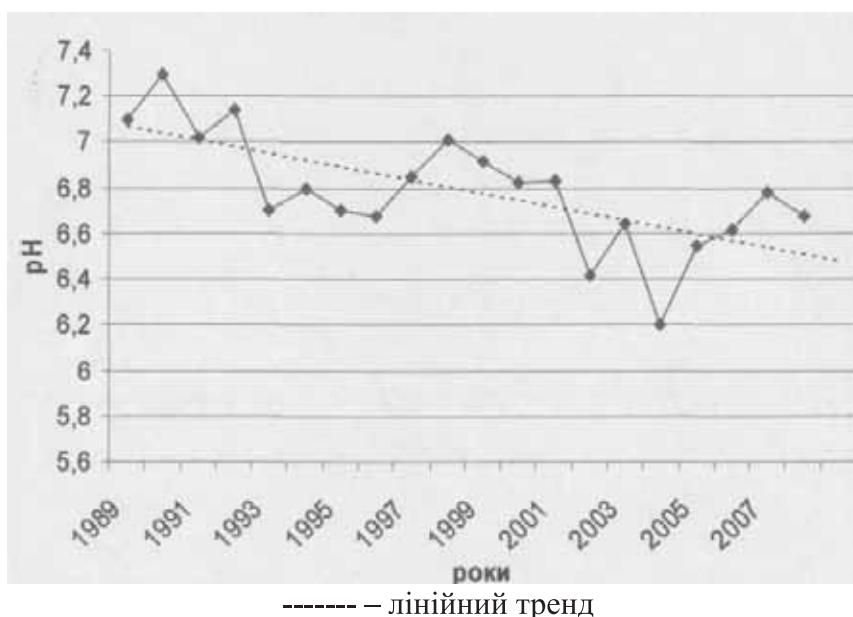
**Вступ.** Сучасне урбанізоване середовище створює низку техногенних проблем, які спричиняють небезпеку для існування людини та біоти в цілому. Серед найбільш нагальних проблем - наростаюче забруднення повітряного басейну міста і, як наслідок, трансформація хімічного складу опадів та їх кислотності. Кислотні дощі виникають в Україні як за рахунок власних виробничих викидів, так і внаслідок транскордонного перенесення забруднювачів [1, 4]. Аналіз даних літератури свідчить, що атмосферні опади є надійним індикатором забруднення повітря в населених пунктах [7]. В роботах [2, 5, 6] показано, що кислотність атмосферних опадів у містах значною мірою визначається динамікою повітряних потоків та кількістю викидів речовин-забруднювачів. В той же час трансформація фізико-хімічного складу атмосферних опадів під впливом ландшафтних особливостей міста вивчена недостатньо, що дещо знижує цінність наявних моніторингових досліджень.

**Метою** даної роботи було дослідження кислотності опадів на території міста Чернівці, розробка пропозицій стосовно вдосконалення методів контролю та прогнозу зміни кислотності опадів, а також підвищення рівня екологічної безпеки міських екосистем.

**Методи дослідження.** Аналіз динаміки кислотності атмосферних опадів базувався на результатах аналітичного рН контролю опадів Чернівецького обласного центру з гідрометеорології. Статистична обробка матеріалу здійснювалась за загальноприйнятими методиками математичної статистики, при цьому за одиницю усереднення нами був прийнятий місячний інтервал [3].

З метеорологічної точки зору конфігурація території Чернівців склалася не зовсім вдало, тому що пануючі вітри (північно-західні і південно-східні) переносять через все місто повітря, забруднене промисловістю, автотранспортом і залізничним транспортом.

На рис. 1 представлено багаторічний хід середньорічних значень рН опадів та їх лінійний тренд. Якісний аналіз даних рис. 1 показує тенденцію до стійкого закислення атмосферних опадів м. Чернівці. При цьому можна виявити декілька періодів: І-й період припадає на 1989-1992 роки.



**Рис. 1. Багаторічний хід середньорічних значень рН атмосферних опадів м. Чернівці**

Середньорічне значення рН в цьому періоді становило 7,11, максимальна величина рН була в квітні 1990 р. і становила 9,2, а мінімальне значення рН, яке дорівнювало 6,0, було зафіксовано в лютому 1990 р. II-й період відноситься до 1993-1996 рр. Середньорічне значення рН в цьому періоді становило 6,72, максимальна величина рН відзначалась в січні 1994 р. і становила 8,0, а мінімальне значення рН, яке дорівнювало 5,4, було зафіксовано в жовтні 1994 р. III-й період з 1997 по 2001 рік. Середньорічне значення рН в цьому періоді становило 6,87, максимальна величина рН була в березні 2001 р. і становила 8,0, а мінімальне значення рН, яке дорівнювало 5,7, було зафіксовано в липні 2001 р. IV-й період з 2002 по 2008 рік. Середньорічне значення рН в цьому періоді становило 6,5, максимальна величина рН була в січні 2003 р. і становила 8,0, а мінімальне значення рН, яке дорівнювало 5,05, було зафіксовано в травні 2004 р. Незважаючи на деякі коливання значень рН, середня швидкість закислення опадів складає 0,026 одиниць рН в рік.

Оскільки динаміка повітряних потоків вносить суттєвий вклад в трансформацію хімічного складу опадів, нами побудована діаграма розподілу середніх значень рН при різних напрямках вітру (рис. 2).

Проведений аналіз даних діаграми показує, що найбільш кислі атмосферні опади спостерігаються при східних і південно-східних азимутах. Таким чином, в наші райони кислотоутворюючі речовини переносяться з південно-східної частини України. Це регіон насичений металургійними, машинобудівними та хімічними підприємствами.

Суттєвою особливістю промислових міст є те, що із збільшенням території міста і чисельності його жителів в них невпинно зростає диференціація концентрації забруднення в різних районах забудови. Наряду з невисокими рівнями концентрації забруднення в периферійних районах вона різко збільшується в зонах промислових підприємств та районах з вузькими слабо вентиляльованими вулицями. В центральних районах, навіть при відсутності в них промислових підприємств, як правило завжди спостерігається підвищена концентрація забруднювачів, що є наслідком перенасичення транспортом адміністративних служб та власників офісів приватних підприємств. На думку [5, 6] зазначені аргументи можуть бути вагомим фактором, що призводить до зміни кислотності атмосферних опадів на території міст.

Для Чернівців характерним є значне перевантаження автотранспортом та пересічний горбистий ландшафт, що сприяють нагромадженню газових викидів в долинах зі слабою циркуляцією приземистого шару тропосфери. Це зумовлює потребу в створенні мережі пунктів спостереження за станом атмосферних опадів м. Чернівці, яка б давала об'єктивну інформацію про кислотність атмосферних

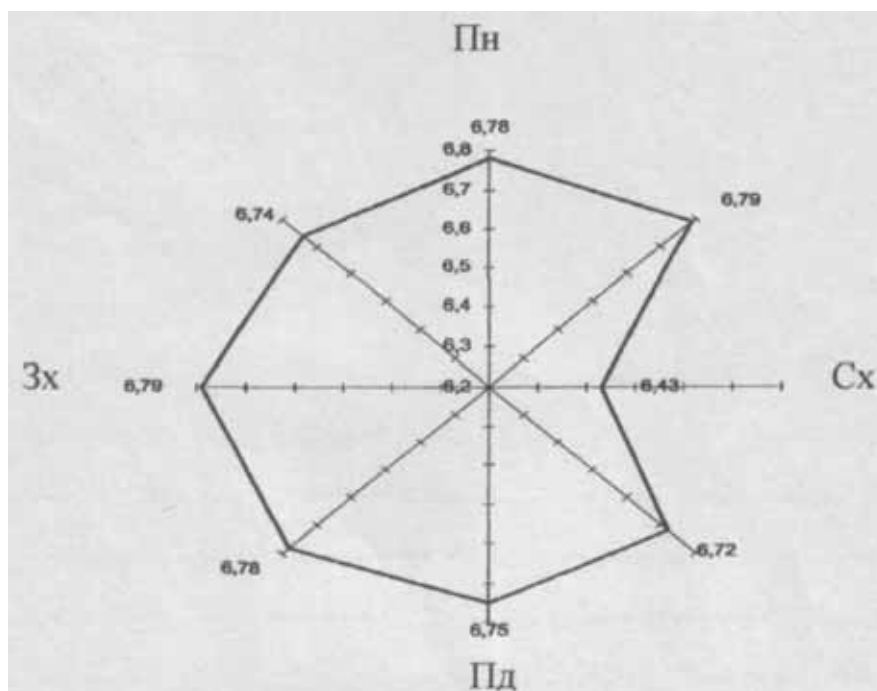


Рис. 2. Розподіл середніх значень рН при різних напрямках вітру

опадів різних ландшафтних систем міста та дозволяла б прогнозувати можливі прояви екологічної небезпеки атмосферних опадів міста.

**Висновки.** Показано, що за останні десятиріччя на території міста Чернівці має місце стійка тенденція до закислення атмосферних опадів з середньою швидкістю 0,026 од. рН в рік. Обґрунтовано необхідність створення мережі спостереження за станом атмосферних опадів з врахуванням ландшафтного принципу.

#### Література

1. Єрьоменко А.О. Вивчення атмосферних опадів як джерела забруднення в промислових регіонах / А.О. Єрьоменко // Наукові праці УкрНДМІ. – 2008. – №2. – С 237-244.
2. Кислотные дожди / Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Прессман и др. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 270 с.
3. Князев Б.А. Начала обработки экспериментальных данных / Б.А. Князев, В.С. Черкасский. – Новосибирск: НГУ, 1996. – 50 с.
4. Липченко А. Е. Мониторинг атмосферных осадков по водородному показателю (рН) в г. Севастополе в 2000-2003 гг. / А.Е. Липченко, Л.Б. Жидкова, А.И. Рябинин, Е.С. Шакалова // Екологічна безпека прибережних та шельфових зон та комплексного використання ресурсів шельфу: Збірник наукових праць. – 2005. – Випуск 12. – С. 484- 497.
5. Савин П.Т. Химический состав атмосферных осадков г. Одессы / П.Т. Савин, С.Е. Подплетная. Екологічна безпека прибережних та шельфових зон та комплексного використання ресурсів шельфу: Збірник наукових праць. – 2005. – Випуск 12. – С 220- 225.
6. Тарасова Т.Ф. Оценка воздействия выбросов промышленных предприятий города Оренбурга на состав атмосферных осадков и качество территорий прилегающих к ним / Т.Ф. Тарасова, Л.Г. Гончар // Вестник Оренбургского государственного университета. Естественные и технические науки. – 2004. – Выпуск 6. – С. 111-116.
7. Тарасова Т.Ф. Оценка воздействия кислотных дождей на элементы экосистемы промышленного города / Т.Ф. Тарасова, О.В. Чкаловская // Вестник Оренбургского государственного университета. Естественные и технические науки. 2005. – Выпуск 10. – С. 80-84.

## ЕКОЛОГІЯ ФІТОСФЕРИ

УДК 504.75

*Кучерявий В.П.*

*Національний лісотехнічний  
університет, м. Львів*

### УРБОЕКОЛОГІЯ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ: ВИТОКИ І ШЛЯХИ РОЗВИТКУ

В статті розкриті основи урбоекології та фітомеліорації, двох наукових дисциплін, які сформувалися в другій половині ХХ ст.

**Ключові слова:** урбанізація, урбоекологія, фітомеліорація.

В статье раскрыты основы урбоэкологии и фитомелиорации, двух научных дисциплин, сформировавшихся во второй половине ХХ ст.

**Ключевые слова:** урбанизация, урбоэкология, фитомелиорация.

In the article is exposed bases of urboecology and phytomelioration of two scientific disciplines which was formed in the second half of XX of century.

**Keywords:** urbanization, urboecology, phytomelioration.

**Актуальність проблеми.** Урбанізація та індустріалізація – два крила сучасної цивілізації, що простерлися над планетою, загрожуючи їй своїми негативними впливами, зокрема ушкодженням живої плівки Землі – біосфери.

Інтенсивний розвиток екологічної науки середини і особливо кінця ХХ ст. дав поштовх до формування двох прикладних її галузей – урбоекології та фітомеліорації. Якщо перша досліджує негативні наслідки господарської діяльності людини стосовно біоти, то друга спрямована на оптимізацію ушкодженого природного середовища шляхом вжиття фітомеліоративних заходів, які сприяють підтримці чи відновленню біоти.

**Історія виникнення дисциплін.** Досліджуючи витоки урбоекології та фітомеліорації, не можна не погодитися з думкою, що їх започаткувало власне народження міста. Перша практика будівництва міст, а їхня історія, що бере свій початок у 4-3 тисячолітті до н.р., свідчить про те, що будівничі тих часів на перше місце ставили раціональний вибір території не лише з економічних чи оборонних, але і це, напевно, було головним – із екологічних позицій. Місто мало забезпечити корисними умовами існування людей: родючою землею, сприятливим кліматом, достатньою кількістю води, розвинутим рослинним покривом та простором для його розвитку. Все це ми сьогодні називаємо екологічними чинниками.

Як відомо, на першій стадії урбанізації місто мало чим відрізнялося від села. Як для однієї, так і для другої форми розселення було характерним тривалий обробіток землі, використання у вигляді добрив людських і тваринних екскрементів. Цей період характеризується низькою концентрацією неорганічних відходів – скляних і металевих, а також відсутністю забруднення повітря. Розмір міста і кількість населення залежали від площі і продуктивності сільськогосподарських земель.

Друга стадія урбанізації, не дивлячись на збільшення концентрації населення, пов'язаної з ростом промислового виробництва, все ж відзначалася домінуванням сільськогосподарського виробництва. Природа міста і приміської зони знаходилася ще у стійкій рівновазі. Водночас розпочинається помітне забруднення вод і повітря.

Третя стадія урбанізації, яка збіглася з періодами технічної і науково-технічної революцій, характеризується повною перевагою міського способу життя над сільським, стійкою перевагою урбанізованого середовища над природним, трансформацією невеликих урбанізованих територій

у великі – такі, як агломерації та конурбації. Високий рівень урбанізованості території призводить до концентрації питомого енергоспоживання на відносно невеликій території та інтенсивного забруднення середовища в обмежених ареалах. Достатньо сказати, що енергоспоживання сучасних міст лише на чотири порядки нижче від того, яке Земля одержує від Сонця ( $5.4 \cdot 10^{10}$  Дж). Атмосферне забруднення досягло також астрономічних чисел.

**Із історії досліджень.** Отож сьогодні, коли більшість крупних міст планети опинилися в умовах гострої екологічної кризи, стає зрозумілим: якась із наук має дослідити виниклі проблеми і показати шляхи їх розв'язання. Нею, на нашу думку, і є інтегральна наука урбоекологія. В 1993 р. у ФРН вийшла книга «Stadtökologie» («Міська екологія»). Підготував її колектив авторів на чолі з проф. Гербертом Зукопом – директором Інституту екології Берлінського технічного університету. У вступній частині на питання, чи є різниця між дисциплінами «міська екологія» і «урбоекологія», автори відповідають: ніякої. І продовжують: термін «міська екологія» (Stadtökologie) використовують німецькомовні автори, «урбоекологія» – англійськомовні та слов'яномовні. До речі, у 1991 р. за нашим авторством у московському видавництві «Інформація» вийшла монографія «Урбоекологія», яка лягла в основу майбутнього підручника для вищої школи «Урбоекологія» (видання 1999 та 2001 рр.). У 1999 р. конспект лекцій з урбоекології видав відомий у Росії спеціаліст у галузі містобудування і міської екології В.В. Владіміров.

Можна без упереджень стверджувати, що урбоекологія, як наукова дисципліна, у 80-90-х роках минулого століття сформувала свої об'єкт, предмет, методи і завдання досліджень [3,4], намагаючись дати відповідь суспільному запиту: що робити в умовах нестримного урбогенезису?

**Об'єктом** наукових досліджень урбоекології стали міські біогеоценози як елементарні частинки біоти міста і його приміської зони. Особлива увага приділяється дослідженню повночлених (утруповання рослин, тварин і мікроорганізмів) і неповночлених біоценозів (біоценози будівель, горищ, підвалів, складів тощо). Появилось чимало досліджень міських популяцій ссавців, птахів, плазунів.

**Предметом** досліджень урбоекології, – як зазначає акад. М.А. Голубець, – стали особливості та закономірності територіального розподілу історичної, фізико-географічної та соціально-економічної зумовленості урбоекосистеми, їхньої структурно-функціональної організації, взаємозв'язків між структурними компонентами, міжекосистемного речовинно-енергетичного обміну, моделювання й прогнозування урбоекосистемних процесів, способів поліпшення їх середовищевірних, захисних, естетичних та інших корисних функцій тощо.

Значна увага в урбоекологічних дослідженнях відводилася вивченню стану міського клімату. Необхідно нагадати, що вагомий внесок у розвиток міської кліматології внесли праці П.А. Кратцера (Німеччина) та Г.Е. Ландсберга (США), які стали настільними книгами багатьох дослідників міських кліматопів. У 1948 р. в СРСР виходить в світ праця Г.В.Шелейховського «Мікроклімат южних городів» [7], в якій розкриваються особливості мікроклімату

В Україні у післявоєнний період з'являються праці В.І. Фединського (1950), С.С. Лахно, Ю.Д. Думанського (1964), Н.М. Артем'євої (1955), М.І. Щербаня (1985), присвячені мікрокліматичним особливостям міста та санітарно-гігієнічній ролі зелених насаджень. За останні роки науковці Волинського національного університету ім. Лесі Українки підготували і видали дві солідні праці – «Клімат Луцька» і «Клімат Львова».

У 60-80-х роках увага українських вчених була привернута до проблем забруднення атмосферного басейну і впливу цих забруднень на живі організми, в основному на зелені насадження міст. Це праці Г.М. Ілька, В.П. Тарабріна, Г.М. Кондратюка, Ф.М. Левона. По-суті, це продовження ще довоєнних досліджень видатного радянською вченого А.М. Красинського, який першим у світі запропонував шкалу газостійкості деревних рослин.

Дослідженням міських ґрунтів стали займатися у 60-70-х роках з огляду на їхні зміни під впливом рекреаційних навантажень. До речі, першу класифікацію залежності рівнів ущільнення ґрунтів від рівня рекреаційних пресів в Україні запропонував доцент Львівського лісотехнічного інституту В.П. Ковтунов. Згодом дослідженнями рекреаційних навантажень на ґрунти парків і лісопарків займалися львів'яни В.П. Кучерявий, В.С. Пешко, Т.Р. Прикладовська, Ю.В. Шудря, І.В. Шукель, Р.Б. Дудин.

У 80-90-х роках з'явилося чимало робіт, направлених на дослідження міських ґрунтів як об'єктів накопичення і переносу важких металів та різних хімічних забруднювачів. Появляється навіть наукова дисципліна і підручник – «Промислова ботаніка» (під редакцією Є.М. Кондратюка), яка вивчає вплив забруднень на біохімію та фізіологію рослин. Про увагу до стану міських ґрунтів свідчить той факт, що лише впродовж останніх років з цієї проблеми захищено декілька кандидатських дисертацій. Показовою є і географія цих робіт. Це крупні університетські міста України: Дніпропетровськ, Харків та Львів. Сьогодні без застережень можна говорити про формування міського ґрунтознавства, яке містить багатий науковий матеріал про урбо- та техноземи.

Узагальнюючи результати досліджень міських кліматоів і едафотопів, можна дійти висновку: сьогодні урбоекологи мають певне уявлення про стан міських екотопів. Але це лише початок: попереду комплексні дослідження біохімічних кругообігів, порушених урбогенними чинниками, а також енергетичних потоків, які об'єднують між собою міські екотопи та біоценози [3-7].

Дякуючи досягненням української біогеоценотичної школи, яка сформувалася у колишньому Львівському відділенні Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного АН України (нині Інститут екології Карпат НАН України) під керівництвом академіка М.А. Голубця, у Львові успішно ведуться дослідження природних і культурних фітоценозів. У лісотехнічному університеті захищено декілька дисертацій з паркової фітоценології (Н.А. Імшенецька, Н.Г. Лук'янчук, С.Б. Марутяк, О.І. Каспрук). А започаткував цей напрям у колишньому Радянському Союзі харків'янин, вчений, який майже все життя пропрацював у Харківському НДІ лісового господарства і лісомеліорації Ю.П. Бялович [1,2]. Ще у 1936 р. у журналі «Советская ботаника» була опублікована його стаття «Введение у культурфітоценологию». Це, до речі, був період, коли штучні рослинні угруповання взагалі не визнавалися фітоценозами, оскільки, мовляв не мали своєї історії.

Біологією ґрунтових організмів міст досить успішно займаються науковці Природничого музею та Інституту екології Карпат НАН України у Львові і, що відрадно, зовсім молодого, вищого навчального закладу – Житомирського агроекологічного університету.

У 80-х роках розпочалися роботи з дослідження міських зооценозів, поштовх яким дав професор К.А. Татаринів. Недавно на тему екології міських хребетних захистила дисертацію випускниця лісотехнічного університету, еколог Е. Різун. Перед цим у Варшаві захистив дисертацію з проблем міської орнітофауни випускник Львівського НУ ім. Івана Франка І. Бокотей. Цікаві роботи з вивчення міської орнітофауни ведуться Ю.І. Вергелесом у Харківській державній академії комунального господарства.

Поки що це розрізнені дослідження міських біогеоценозів. Вони лише тоді набудуть справжнього екологічного змісту, коли урбоекологи розпочнуть досліджувати біоценотичну структуру угруповань і, передусім, трофічну. Це дасть можливість замкнути цикл досліджень на рівні окремих міських біогеоценозів, розкриваючи складні процеси руху в них речовин і енергії.

Класифікація гемеробії міських екосистем, яку на початку 80-х років запропонували німецькі вчені, дає можливість дослідити весь спектр міських біогеоценозів від повночлених (природних і природно-культурних) до неповночлених (кар'єрів, звалищ, відвалів та мертвих підстилаючих поверхонь), які стоять на початку сукцесійного ряду.

**Виклад основного матеріалу.** Урбоекологія, як наукова дисципліна, розвивається у співдружності із ландшафтознавством і містобудуванням. Про необхідність зближення екологічних і хорологічних наук ще у 60-х роках писав академік П.С. Погребняк. Об'єднуючою ланкою урбоекології і ландшафтознавства є фітоценологія, яка, у свою чергу, є основою для розвитку фітомеліорації.

Фітомеліорація – один із напрямів прикладної екології, який полягає у дослідженні, прогнозуванні та використанні фітоценозів (природних і створених людиною) для поліпшення геофізичних, геохімічних, біотичних, просторових і естетичних характеристик оточуючого людину середовища, проектуванні і створенні штучних рослинних угруповань з високими перетворюючими фізичне середовище властивостями [5, 6, 8, 9].

Недавно ВАК України ввела у перелік нову спеціальність – 06.03.01 – «Лісові культури та фітомеліорація». Таким чином, заявлено про появу фітомеліорації як наукової дисципліни. Витоки фітомеліорації, як вже згадувалося, знаходимо поряд з витоками міської екології, а точніше – з появою і розвитком міст.

Сьогодні містом називають крупний населений пункт, більшість мешканців якого зайняті у промисловості і торгівлі, а також у сфері обслуговування, управління, науки і культури. Віднесення населеного пункту до категорії міста звичайно оформляється у визначеному законом порядку і супроводжується встановленням його міської адміністративно-територіальної одиниці і міських земель. Головним критерієм у більшості країн світу є кількість населення: 3-5-10 тис. населення, але може бути і менше. З екологічної точки зору, дискомфортним місто стає тоді, коли кількість його населення перевищує півмільйона. Відомо, що урбоекологічні проблеми (аж до кризових) виникають переважно у великих містах, і урбоекологія, як нова екологічна наука, має дати відповідь, в який спосіб можна їх розв'язати.

До речі, півмільйонний Вавілон, який розвивався в аридних умовах і ще не знав слова «урбанізація», свої дезурбанізаційні проблеми вирішував за рахунок іригаційних споруд і знаменитих «Садів Семираміди» – праобразу нинішніх «садиб на дахах». Стародавньому Риму, населення якого на період розквіту імперії досягло 1.5-2.0 млн., довелося будувати величезні водоводи, каналізаційні системи, розвивати озеленення і навіть приймати закони, які б регламентували проїзд колісниць, з метою обмеження шумового забруднення довкілля.

Занепад Риму призвів до занепаду міст. Та вже у часи Відродження проблеми здорового міста турбують Леонардо да Вінчі і особливо теоретика архітектури Альберті, який у своїх «10 книгах про архітектуру» викладає точку зору щодо гармонійного поєднання забудови і оточуючої природи. Ідеальне місто Леонардо да Вінчі (на плані зображена Флоренція) перетинається річкою Арно, що у приміській зоні мальовничо звивається в ландшафті, а в місті перетворюється у прямий канал. Ця схема нагадує водно-зелені діаметри сучасних міст. Екологізацією містобудування ми завдячуємо, значною мірою, соціалістам-утопістам. Морелі, наприклад, описав місто, основане на принципах «Кодексу природи» (1755). У його пропозиціях ясно виражена ідея функціонального зв'язку міста із зовнішнім оточенням, намагання поєднати поясний і структурний прийоми планування міста і його околиць. Співвітчизник Мореллі Шарль Фур'є висуває у 1820 р. концепцію концентричного міста. Він зауважує: «Необхідно у погодженості з природою комбінувати доцільність і красу і досягти того і іншого або ж нічого».

У 1830 р. А.Ф. Гарднер у книзі «Друг Австралії» висуває ідею створення зеленого кільця довкола нового міста: «...всі виїзди до кожного міста мають проходити через парки. Пояс парків діаметром 1-2 милі має оточити місто з усіх боків, за винятком тих, які примикають до ріки або озера. Це буде сприяти оздоровленню мешканців, а також їх розвагам, це прикрасить приміські види і надасть величності місту, з якого б боку на нього не дивитися».

У кінці XIX і на початку XX ст. ідея міст-садиб реалізується декількома проектами в урбанізованій Англії. Е. Говард – один із ініціаторів цієї справи пропагує нову систему міського озеленення. Згодом П. Амберкромбі розширює уявлення про систему природних територій у своїх працях про районне планування (на прикладі Великої Лондона) [8,9].

У 20-30 рр. XX ст. з'являються роботи, які підсумовують результати озеленення дюн (Голландія), створення лісозахисних смуг (СРСР, США), у 50-60-ті роки – озеленення териконів, кар'єрів, звалищ (СРСР, Німеччина, Бельгія, Англія).

Необхідно відзначити величезний фронт фітомеліоративних робіт в Україні, які були проведені у 50-60 роках минулого століття. По-перше, це створення у степовій і лісостеповій зонах системи полезахисних смуг. По-друге, створення водорегулюючих та берегоукріплюючих насаджень у басейні Дніпра, пов'язаних із створенням Дніпровського каскаду водосховищ. По-третє, заліснення Олешківських пісків та пісків Полісся. По-четверте, масове озеленення міст і робітничих селищ. П'яте – біологічна рекультивация відвалів, териконів, кар'єрів, звалищ. Шосте, створення протиерозійних посадок. І, врешті-решт, створення промислових санітарно-захисних зон. Площа цих фітомеліоративних посадок сягає сьогодні в Україні декількох мільйонів гектарів. Такого досвіду фітомеліоративних робіт не знала і не знає жодна країна світу. Тому не дивно, що фітомеліорація, як наукова дисципліна народилася в Україні, її історичну основу творили вітчизняні геніальні вчені В.В. Докучаєв, Г.Ф. Морозов, В.І. Вернадський, Г.М. Висоцький, О.Л. Бельгардт.

Г.М. Висоцький ідеї фітомеліорації перейняв безпосередньо від свого вчителя В.В. Докучаєва. Він першим зробив спробу створення єдиної теорії фітомеліорації, спробу перетворити гору розрізнених

емпіричних даних у наукову дисципліну. Свою місію Г.М. Висоцький розумів так: «У цьому охопленні чинників середовища, в їх широкому географічному і топографічному аналізі і синтезі полягає те велике завдання, яке було дане В.В. Докучаєвим в якості основного принципу організованої ним експедиції вивчати середовище (умови місцезростання) в його повному природному і культурному комплексі і проводити досліді її меліорації на користь людства, виробляючи раціональну прогресивну культуру». Ця прогресивна культура проявилася у створенні мільйону гектарів в повосенних фітомеліорованих насадженнях.

Ідеї Г.М. Висоцького були успішно розвинуті Ю.П. Бялловичем [1,2] 1945 р. У науковому звіті УкрНДІ агролісомеліорації і лісового господарства Ю.П. Бяллович публікує велику статтю «Метод фітомеліорації». Теоретичне обґрунтування фітомеліорації як науки вчений робить у ряді праць 60-70-х років, в яких розкриває кінетику біохімічних процесів і геофізичних потоків у біогеоценозах. Ось таке визначення фітомеліорації він дає в 1945 р.: «Фітомеліорація є корінне тривале поліпшення природних умов з допомогою спеціальних рослинних угруповань меліоративних фітоценозів з метою підвищення ефективної родючості території (тобто з метою одержання високих сталих врожаїв сільськогосподарських культур) і захисту водних і сухопутних шляхів транспорту та інженерних споруд (головним чином гідротехнічних) від руйнівних форм фізико-географічних процесів, а також деколи з метою поліпшення життєвого середовища для домашніх тварин і людини». Він окреслює і основні напрями фітомеліорації як господарського заходу.

Розвиваючи ідеї В.І.Вернадського – про середовищевірну властивість «живої речовини» біосфери та В.М. Сукачова про біогеоценоз як екосистему в межах фітоценозу, Ю.П. Бяллович [1] поділяє біотичні засоби оптимізації середовища на три групи: фітомеліоранти, тобто угруповання автотрофів фотосинтезуючих продуцентів – вищих рослин і водоростей, в тому чисті одноклітинних, лишайників; зоомеліоранти – угруповання гетеротрофів – тварин, за винятком найпростіших; протомеліоранти – переважають гетеротрофи, головним чином редуценти – більшість бактерій і актиноміцет, гриби та найпростіші. Управління фітомеліорацією в умовах конкретної екосистеми має свої межі – просторові і часові і передбачає прогнозування та впровадження фітомеліоративних заходів, націлених передусім на оптимізацію середовища життєдіяльності людини.

На жаль, до кінця 90-х років минулою століття ці ідеї, теоретичні та практичні надбання вченого не були належним чином розвинуті. З кінця 80-х років курс «Фітомеліорація» читається на кафедрі екології та ландшафтної архітектури Національного лісотехнічного університету України. У 2003 р. появилася навчальний посібник «Фітомеліорація» (автор В.П. Кучерявий) [5].

**Висновки.** Фітомеліорація міського та техногенного середовища, згідно існуючих уявлень про цю наукову дисципліну, має розвиватися в таких напрямках: сільськогосподарська, лісгосподарська, санітарно-гігієнічна, інженерно-захисна, рекреаційна, етико-естетична та архітектурно-планувальна.

Важливого значення набувають дослідження природних фітомеліоративних процесів, зокрема сингенетичних та ендеокогенетичних сукцесій на гірничих відвалах, териконах, кар'єрах, звалищах, насипах. Справа в тому, що часто природне зарощування рослинністю девастованих ландшафтів є економічно вигідною справою, про що свідчить досвід зарощування териконів Донбасу та Львівсько-Волинського вугільного басейну, сірчанних відвалів на Львівщині.

Фітомеліоративну систему міст творять комплексні зелені зони (КЗЗ) – єдині системи озеленених і обводнених територій міст і приміських земель, які у 50-80 рр. розроблялися як державні програми. Починаючи з 90-х років, не дивлячись на те, що чимало великих міст України знаходяться в умовах екологічної кризи, розвитком комплексних зелених зон міст в Україні на державному рівні ніхто не займався. До цієї важливої справи першими вернулися кияни, які за участю вчених Національного університету біотехнологій та природокористування створюють програму розвитку КЗЗ м. Києва до 2020 р.

Урбоекологія і фітомеліорація – сьогодні навчальні дисципліни, які викладають у вищих навчальних закладах на екологічних та лісгосподарських спеціальностях. Важливо, щоб теоретичні надбання, набуті українськими і зарубіжними вченими, знайшли широке використання у практичній діяльності, направленої на оптимізацію урбогенних і техногенних екосистем, створення умов для сталого розвитку міст.

### Література

1. Бяллович Ю.П. Введение у культурфитоценологию / Ю.П. Бяллович // Сов. ботаника.– 1936. – №2. – С. 21-36.
2. Бяллович Ю.П. Биоэкологические основы теории систем лесов / Ю.П. Бяллович. – В кн.: Проблемы биоэкологии. – М., 1973. – С. 47-57.
3. Голубець М.А. Місто як екологічна і соціальна проблема / М.А. Голубець // Вісник АН УРСР. – 1989. – №12. – С.47-58.
4. Кучерявий В.П. Урбоекологія / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2001. – 400 с.
5. Кучерявий В.П. Фітомеліорація / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2003. – 540 с.
6. Кучерявий В.П. Урбоекологические основы интродукции и фитомелиорации (на примере больших городов Запада УССР) / В.П. Кучерявий. – Автореферат докт. диссерт. – М. : Московский лесотехнический институт, 1991. – 38 с.
7. Шелейховский Г.В. Микроклимат южных городов / Г.В. Шелейховский. – М. : Из-во МХ РСФСР, 1948. – 248 с.
8. Beatley G. Green Urbanist. – Washington. DC: Island Press. 1992, – 491 p.
9. Grey G. Urbanforesty. – Canada : I. Willy, 1986. – 299 p.

## ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

УДК 550.84 : 502.7

*Азроян Г.Н., Орфанова М.М.,  
Думенко С.С., Крикливий Ю.А.  
Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ МІГРАЦІЇ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЗОЛО- ТА ШЛАКОВІДВАЛАХ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС ТА ЇХ ОСАДЖЕННЯ НА КАРБОНАТАХ

Змодельований процес виносу атмосферними водами іонів важких металів із силікатних шлаків Бурштинської ТЕС і осадження цих іонів на карбонатному геохімічному бар'єрі.

**Ключові слова:** зона інфільтрації, важкі метали, шлаки ТЕС, карбонати, силікати, геохімічний бар'єр.

Смоделирован процесс выноса атмосферными водами ионов тяжелых металлов из силикатных шлаков Бурштынской ТЭС и осаждение этих ионов на карбонатном геохимическом барьере.

**Ключевые слова:** зона инфильтрации, тяжелые металлы, шлаки ТЭС, карбонаты, силикаты, геохимический барьер.

The prototyped process stand bear atmospheric water ion heavy metal from silicate slag Burshtinskoy Heat Power Station and sedimentation these ion on carbonate geochemical barrier.

**The Keywords:** infiltrating area, heavy metals, slags Heat Power Station, carbonate, silicates, geochemical barrier.

**Актуальність проблеми.** Одними з найбільших забруднювачів довкілля у світі є підприємства вугледобувної та вуглебагачувальної промисловості, а також підприємства, що працюють на вугіллі. Так, Бурштинська ТЕС, що працює на бурому вугіллі Львівсько-Волинського буровугільного

### Література

1. Бяллович Ю.П. Введение у культурфитоценологию / Ю.П. Бяллович // Сов. ботаника.– 1936. – №2. – С. 21-36.
2. Бяллович Ю.П. Биоэкологические основы теории систем лесов / Ю.П. Бяллович. – В кн.: Проблемы биоэкологии. – М., 1973. – С. 47-57.
3. Голубець М.А. Місто як екологічна і соціальна проблема / М.А. Голубець // Вісник АН УРСР. – 1989. – №12. – С.47-58.
4. Кучерявий В.П. Урбоекологія / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2001. – 400 с.
5. Кучерявий В.П. Фітомеліорація / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2003. – 540 с.
6. Кучерявий В.П. Урбоекологические основы интродукции и фитомелиорации (на примере больших городов Запада УССР) / В.П. Кучерявий. – Автореферат докт. диссерт. – М. : Московский лесотехнический институт, 1991. – 38 с.
7. Шелейховский Г.В. Микроклимат южных городов / Г.В. Шелейховский. – М. : Из-во МКХ РСФСР, 1948. – 248 с.
8. Beatley G. Green Urbanist. – Washington. DC: Island Press. 1992, – 491 p.
9. Grey G. Urbanforesty. – Canada : I. Willy, 1986. – 299 p.

## ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

УДК 550.84 : 502.7

*Азроян Г.Н., Орфанова М.М.,  
Думенко С.С., Крикливий Ю.А.  
Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу*

### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ МІГРАЦІЇ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ЗОЛО- ТА ШЛАКОВІДВАЛАХ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕС ТА ЇХ ОСАДЖЕННЯ НА КАРБОНАТАХ

Змодельований процес виносу атмосферними водами іонів важких металів із силікатних шлаків Бурштинської ТЕС і осадження цих іонів на карбонатному геохімічному бар'єрі.

**Ключові слова:** зона інфільтрації, важкі метали, шлаки ТЕС, карбонати, силікати, геохімічний бар'єр.

Смоделирован процесс выноса атмосферными водами ионов тяжелых металлов из силикатных шлаков Бурштынской ТЭС и осаждение этих ионов на карбонатном геохимическом барьере.

**Ключевые слова:** зона инфильтрации, тяжелые металлы, шлаки ТЭС, карбонаты, силикаты, геохимический барьер.

The prototyped process stand bear atmospheric water ion heavy metal from silicate slag Burshtinskoy Heat Power Station and sedimentation these ion on carbonate geochemical barrier.

**The Keywords:** infiltrating area, heavy metals, slags Heat Power Station, carbonate, silicates, geochemical barrier.

**Актуальність проблеми.** Одними з найбільших забруднювачів довкілля у світі є підприємства вугледобувної та вуглебагачувальної промисловості, а також підприємства, що працюють на вугіллі. Так, Бурштинська ТЕС, що працює на бурому вугіллі Львівсько-Волинського буровугільного

басейну, є найбільшим забруднювачем довкілля на Прикарпатті. За даними 2004 р., нею у атмосферу було викинуто близько 120 тис. т забруднюючих речовин. Крім того, під золо- і шлаковідвалами задіяні понад 200 га землі, де зберігається понад 28 млн. т відходів із щорічним поповненням близько 0,5 млн.т. Екологи розглядають процеси, що відбуваються після спалювання вугілля, в основному з точки зору забруднення атмосфери, ґрунтів і води викидами продуктів згорання в атмосферу і їх розсіювання. Але практично не приділяють уваги геохімічним процесам, що відбуваються у золо- і шлаковідвалах.

**Історія досліджень.** Вугілля і вмшуючі породи містять, як правило, значну кількість мікро-елементів, вміст яких може відповідати концентраціям у рудних родовищах, чи навіть бути вищим. Так, для вугілля Львівсько-Волинського вугільного басейну характерні чорні, кольорові метали, рідкісні, розсіяні і рідкісноземельні елементи: хром, титан, марганець, мідь, нікель, кобальт, цинк, свинець, берилій, галій, церій, ніобій тощо [2]. Після спалювання, вугілля перетворюється на чорну склоподібну силікатну масу, в якій у значній кількості ці елементи залишаються.

Шлаки складаються під відкритим небом у вигляді конусоподібних насипів, де вони зберігаються упродовж десятків років, піддаючись дії атмосферних опадів. У природі атмосферні води містять розчинені  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  і органічні кислоти; при проникненні у гірські породи вони викликають хімічне вивітрювання - вилугування і вертикальний перенос окремих компонентів. Такі процеси характерні для зони гіпергенезу, де внаслідок розкладання силікатних материнських порід відбувається винос з розрізу  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  та інших складових з утворенням кір вивітрювання залишкового та інфільтраційного типів [4]. Якщо співставити умови зберігання на поверхні землі подрібнених силікатних шлаків, на які діють такі самі фактори, можна передбачити в їх об'ємі проходження процесів хімічного вивітрювання.

**Методи досліджень.** Мета досліджень: 1) встановлення можливості виносу елементів важких металів із силікатних шлаків під впливом атмосферних факторів, характерних для умов зберігання шлаків Бурштинської ТЕС; 2) встановлення впливу карбонатного геохімічного бар'єру на процес міграції зазначених іонів і можливості їх осадження на цьому бар'єрі.

На першому етапі досліджень передбачалося, що геохімічні процеси в природних корах вивітрювання повинні бути аналогічними до хімічних процесів у відвалах, отже внаслідок розкладання подрібненого силікатного шлаку тут повинна формуватись певна зональність, яка відповідає корам вивітрювання залишкового типу із збідненою верхньою зоною. При цьому в першу чергу з'ясувалась сама можливість вилугування із силікатів важких металів, а відповідно і виносу їх у ґрунти і ґрунтові води.

Другий етап полягав у встановленні можливості осадження іонів важких металів на лужному геохімічному бар'єрі, роль якого у нашому випадку виконували карбонати, тобто створенні свого роду штучної кори вивітрювання інфільтраційного типу.

Основою методики експерименту були роботи з моделювання формування кір вивітрювання по ультраосновних магматичних породах залишкового [5] і інфільтраційного [1] типів, що були проведені у лабораторії експериментальної мінералогії і геохімії ІФНТУНГ. Для експерименту обраний силікатний шлак із шлаковідвалів Бурштинської ТЕС, хімічний аналіз якого на вміст цинку, купруму і плюмбуму наводиться у таблиці 1.

Таблиця 1

**Хімічний аналіз шлаку на вміст цинку, купруму і плюмбуму (%)**

Хім. елемент	Купрум	Плюмбум	Цинк
Вміст, (%)	0,027	0,011	0,034

Обмеження цими трьома хімічними елементами зумовлене відносною простотою їх хімічного аналізу. Крім того поведінка переважної більшості інших важких металів на геохімічному бар'єрі є аналогічною [4].

У приповерхневій зоні на хімічне вивітрювання порід діють переважно атмосферні води; при цьому швидкість фільтрації їх через породи залежить від проникності порід, клімату, пори року, кількості опадів тощо і може становити від 5-10 мл/добу до 200 мл/добу, а під час тропічних злив і більше. Так, у тропічних країнах кількість атмосферних опадів сягає 1200-1500 мм на рік і більше, а

у країнах із помірним кліматом ця кількість удвічі менша. Крім кількості води, що фільтрується через породи, дуже важливим фактором є величина її рН, яка так само може мінятися у досить широкому діапазоні: від 2,5 у тропіках під час грозових злив до ~ 5-7 у країнах із помірним кліматом [3]. Для експерименту були обрані параметри, що найбільше відповідають умовам помірного клімату, тобто умовам зберігання шлаків Бурштинської ТЕС.

Щодооби через об'єм зразків проходило 60 мл дистильованої води з рН 5,5 (підкислення здійснювалось соляною кислотою і контролювалося рН-метром), що сприяло повнішому розкладанню силікатного шлаку і виносу із нього катіонів металів і аніонів  $\text{SiO}_2$ , які мігрують у розчиненому вигляді при  $\text{pH} < 7$ . Була обрана модель установки з відкритою системою, виходячи із можливості знехтування похибкою на випаровування незначної кількості води з поверхні зразків, що обробляються. Температура повітря становила ~ 20° С. Тривалість досліду 102 доби. Фільтрат збирався і щомісяця здійснювався його хімічний аналіз на вміст досліджуваних елементів.

Експеримент спочатку проводився із зразками, де підстеляючими шарами були вапняк і доломіт. Були підготовлені 3 зразки шлаку подрібнені до діаметру частинок 1- 3,2 мм, які помістили у ємності діаметром 45 мм. Висота стовпчиків шлаку становила 70 мм, вага була приведена до приблизно однакового значення 270 г. У двох ємностях під шлаком знаходились подрібнені карбонати – вапняк і доломіт, із розміром частинок 4-5 мм, висотою стовпчиків 100 мм і вагою відповідно 42 і 50г. Щоб перевірити вплив на повноту осадження іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ , ми обрали вапняк і доломіт, мінеральний і хімічний склад яких у дуже високій ступені відповідав чистим кальцитовим і доломітовим мінералам. Після експерименту із чистими карбонатами були проведені дослідження із зразком шлаку, де підстеляючим шаром був мергель - глинисто-карбонатна порода. Розміри частинок і висота стовпчиків шлаку і мергелю ідентичні до розмірів у попередньому дослідженні. Хімічний аналіз карбонатів наводиться у таблиці 2.

Таблиця 2

**Хімічний склад карбонатів (%) (для мергеля наводиться тільки хімічний склад карбонатної складової без глини)**

Назва карбонатів	Хімічний склад карбонатів, (%)												
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{MnO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{H}_2\text{O}$	п.п.т.
Вапняк	2	0,5	0,01	н.в.	н.в.	0,25	0,05	0,21	0,03	54,61	0,56	н.в.	42,16
Доломіт	2,4	н.в.	н.в.	0,06	н.в.	н.в.	0,05	0,11	0,01	29,97	21,28	н.в.	45,31
Мергель	н.в.	0,12	н.в.	-	0,07	н.в.	-	-	-	39,63	0,36	-	-

Карбонати повинні були відіграти роль геохімічного бар'єру, на якому рН розчину стрибкоподібно поміняється у бік відновлювального, враховуючи, що осадження сполук цинку, купруму і плюмбуму відбуваються вже у діапазоні рН 5,2, 5,4 і 6,0 відповідно. Дослідження із зразком, де підстеляючим шаром був мергель, проводились, щоб з'ясувати можливість глинистих мінералів у складі породи бути додатковими осаджувачами (сорбентами) іонів важких металів. Карбонатна складова у мергелі представлена досить чистим вапняком, а глиниста являє собою суміш каолініту із незначною домішкою гідрослюдистих мінералів. Дослідження проводили на установці. Зверху кріпиться ємність з вихідним розчином, який подається через трубку з регулюючим гвинтом на поверхню зразка. Зразок поміщається у ємність із отвором у дні, через який фільтрат поступає у приймальну ємність. У зразках із підстеляючим шаром карбонатів між шлаком і карбонатом вкладався фільтрувальний папір для запобігання їх перемішування. Обираючи модель з відкритою системою, ми виходили з можливості знехтування похибкою на випаровування незначної кількості води з поверхні зразків, що обробляються.

**Результати досліджень.** Результати роботи наводяться у вигляді таблиць і графіків. У таблиці 3 показані результати щомісячних аналізів фільтратів розчину, що проходив через зразки шлаку, шлаку з підстеляючим шаром вапняку та шлаку з підстеляючим шаром доломіту.

Таблиця 3

**Вміст іонів цинку, купруму і свинцю у фільтратах у перерахунку на 1 кг (мг/л у фільтраті)**

Назва карбонатів на підстеляючому шарі	Вміст Zn <sup>2+</sup> , мг/л			Вміст Cu <sup>2+</sup> , мг/л			Вміст Pb <sup>2+</sup> , мг/л		
	Місяць			Місяць			Місяць		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вапняк	0,052	0,0475	0,0449	0,066	0,0131	0,0058	0,1698	0,0422	0
Доломіт	0,1354	0,0509	0,0509	0,0364	0,012	0,0263	0,0738	0,0724	0,0537
Контрольний	0,0411	0,2109	0,2241	0,1094	0,0388	0,0464	0,0589	0,0669	0,1362

По закінченню експерименту був зроблений аналіз твердої фази карбонатів на вміст цинку, купруму і свинцю (табл. 4).

Таблиця 4

**Хімічний аналіз карбонатів та шлаку на досліджувані елементи від ваги вихідних зразків (г/кг, %)**

Назва хімічного елементу	Вапняк		Доломіт		Шлак
	г/кг	%	г/кг	%	%
Cu	0,0544	0,00544	0,00503	0,000503	0,027
Pb	0,0184	0,00184	0,0145	0,00145	0,011
Zn	0,0762	0,00762	0,0576	0,00576	0,034

Досить яскраво співставлення характеру проходження процесів виносу елементів із контрольного зразку і зразків із підстеляючими шарами вапняку і доломіту ілюструється за допомогою графіків (рисунок 1).

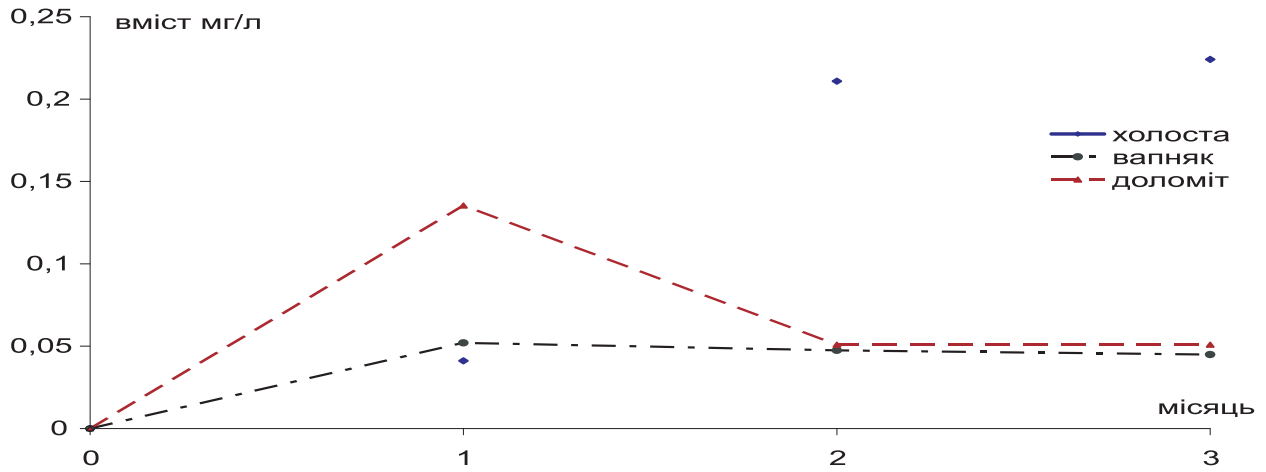
Із наведених даних видно, що винос елементів відбувався постійно, проте не рівномірно. Контролюючи фільтрат через так звану «контрольну» пробу (зразок без підстеляючого шару карбонатів), ми досягли мети і підтвердили факт виносу із шлаків іонів цинку, купруму та свинцю. Помітна тенденція до поступового збільшення виносу, що можна пов'язати з наростанням темпів розкладання силікатів.

У кінці експерименту результати вилуговування шлаків можна було побачити неозброєним оком (фото 1-6). На поверхні доломіту з'явилися об'ємні червонувато-оранжеві плівки, а на поверхні вапняку і особливо мергелю ниркоподібні утворення і корки, які, на жаль у наслідок крихкості не збереглися у первісному вигляді.

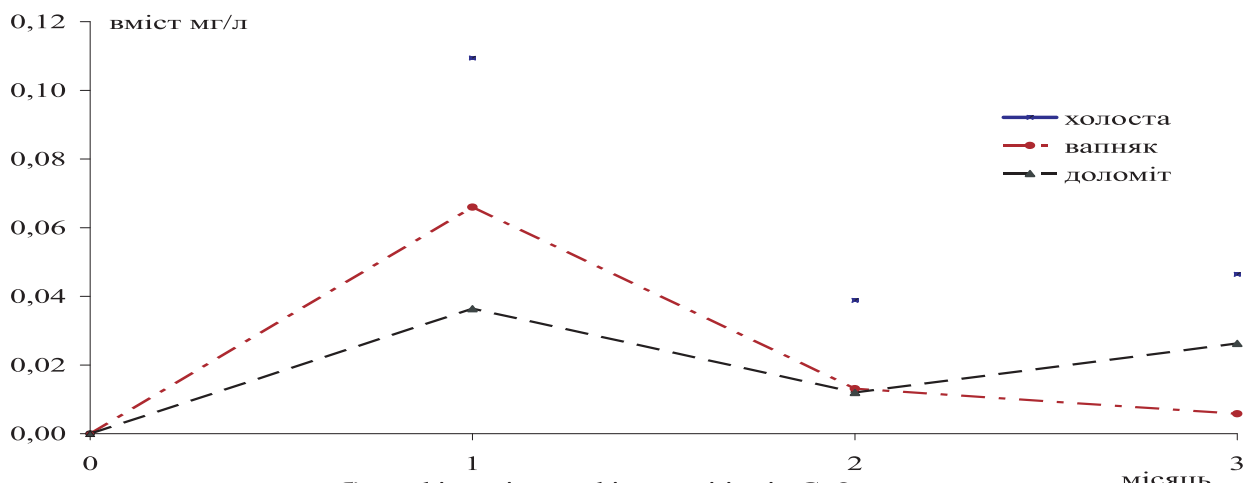
Із верхньої зони мергелю, де новоутворення були у значній кількості, були відібрані зразки для подальшого хімічного аналізу (табл. 5).

**Висновки.** На основі отриманих даних можна зробити такі висновки:

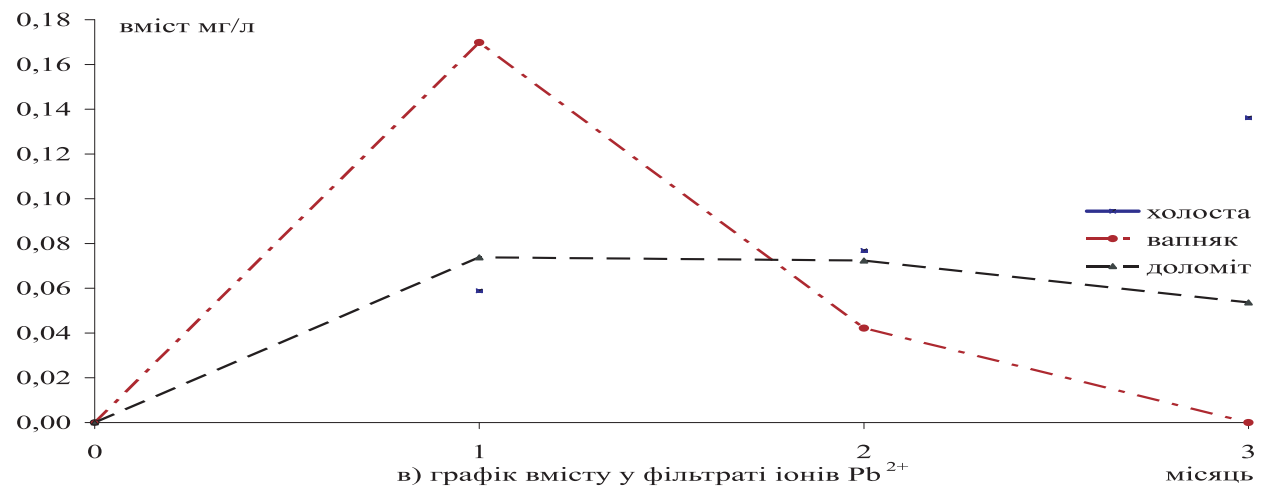
- доведеним фактом є вертикальна міграція іонів важких металів Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup> із силікатних шлаків під дією атмосферних опадів;
- при встановленні геохімічного бар'єру у вигляді карбонатів, на їх поверхні змінюється рН розчинів (рН = 8-9) і значна кількість іонів осідає на карбонатах;
- в якості геохімічного бар'єру найкращими є мергелі, оскільки глини у їх складі є додатковим фактором осадження із розчинів іонів важких металів у зв'язку із сорбційними властивостями;
- співставляючи вміст цих елементів у шлаках і пустих породах з кількістю осаджених на карбонатах упродовж 102 діб, можна зробити висновок, що карбонати є ефективним бар'єром для компонентів-забрудників (важких металів), крім того, карбонати створюють зону високого збагачення з вмістом рудних компонентів навіть більшим, ніж у багатьох рудах;
- для рекультивації земель, що забруднені важкими металами, застосовують вапно і фосфати з домішкою органічних речовин. Іноді у випадках сильного забруднення застосовується багаторазова обробка хімічними реагентами (етилендіамінтетраоцтовою кислотою – ЕДТА), змішування верхнього забрудненого



а) графік вмісту у фільтраті іонів  $Zn^{2+}$



б) графік вмісту у фільтраті іонів  $Cu^{2+}$



в) графік вмісту у фільтраті іонів  $Pb^{2+}$

Рис. 1. Графіки виносу іонів цинку, купруму і плумбуму



**Фото 1**  
Зразок доломіту на початку експерименту



**Фото 2**  
Зразок доломіту у кінці експерименту



**Фото 3**  
Зразок вапняку на початок експерименту



**Фото 4**  
Зразок вапняку у кінці експерименту



**Фото 5**  
Зразок мергелю на початок експерименту



**Фото 6**  
Зразок мергелю у кінці експерименту

**Вміст головних хімічних елементів та повний хімічний аналіз на вміст важких металів у мергелі і новоутвореннях на його поверхні**

Назва хімічного елементу	Вміст хімічного елементу у (%):		Назва хімічного елементу	Вміст хімічного елементу у (%):	
	мергелі	корці		мергелі	корці
<b>Si</b>	20,0	25,0	<b>Zn</b>	0,0030	0,0190
<b>Ca</b>	5,0	7,0	<b>V</b>	0,0018	0,0042
<b>Al</b>	5,0	4,0	<b>Cu</b>	0,0010	0,0090
<b>Mg</b>	2,0	1,0	<b>Zr</b>	0,0010	0,0070
<b>Fe</b>	1,2	3,8	<b>Ni</b>	0,0010	0,0070
<b>Na</b>	1,0	0,5	<b>Cr</b>	0,0010	0,0020
<b>Ti</b>	0,060	0,091	<b>Co</b>	0,0008	0,0015
<b>Mn</b>	0,053	0,026	<b>Pb</b>	0,0006	0,0011
<b>Ba</b>	0,016	0,010	<b>Mo</b>	0,0004	0,0008
<b>Sr</b>	0,013	0,009	<b>Ag</b>	0,0004	0,0002
<b>La</b>	0,004	0,001	<b>Be</b>	0,00006	0,00007
<b>Cd</b>	0,0035	0,0028			

Sb, Au, Pt, Sn, Ge, Li, Bi, W, Ga, Pd - не виявлено

шару із незабрудненим ґрунтом, зняття і ліквідація верхнього сильно забрудненого шару тощо. З результатів експерименту видно, що якщо вкладати шар карбонатів на певних площах перед закладанням шлаковідвалів, можна уникнути потреб у складній рекультивациі.

**Література**

1. Азроян Г.Н. Сумісне осадження кремнезему та нікелю на карбонатах за експериментальними даними. / Г.Н. Азроян // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2000. – №3 (4). – С. 30-32.
2. Бик С. Концентрація мікроелементів у продуктах і відходах Червоноградської збагачувальної фабрики (Львівсько-Волинський басейн) / С. Бик, В.І. Узіюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2000. – № 37 (1). – С. 16-19.
- 3 Бугельский Ю.Ю. Рудоносные коры выветривания влажных тропиков / Ю.Ю. Бугельский. – М.: Наука. – 1979. – С.11-27.
4. Сауков А.А. Геохимия / А.А. Сауков. – М.: Наука. – 1966. – с. 139.
- 5 Эдельштейн И.И. К геохимии процесса выветривания породообразующих минералов ультраосновных пород ( по экспериментальным данным) / И.И. Эдельштейн, А.Д. Мельник, А.А. Пилипенко // Геохимия. – 1982. – № 2. – С. 267-270.

## УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ДОВКІЛЛЯ

УДК 504.4+502.13

*Приходько М.М.*

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННИХ ГЕОСИСТЕМ

Викладені концептуальні засади, які формують підходи до управління екологічною безпекою природних і антропогенних геосистем.

**Ключові слова:** геосистема, екобезпека, управління, конструювання.

Изложены концептуальные основы, формирующие подходы к управлению экологической безопасностью природных и антропогенных геосистем.

**Ключевые слова:** геосистема, экобезопасность, управление, конструирование.

Here has been given the conceptual problems which form the possibilities how to manage the ecological safety of the natural and antropogenious geosystems

**Keywords:** geosystem, ecological safety, management, constructing

**Актуальність проблеми.** Ріст промислового, аграрного і лісгосподарського виробництв, використання все більшої кількості природних ресурсів, урбанізація та інші антропогенні процеси вивели екологічні проблеми на рівень глобальних. Всього за 100 років темпи росту економіки зросли у сотні разів, а джерелом цього зростання були природні геосистеми та їх компоненти (літосфера, атмосфера, гідросфера, педосфера і біосфера), які формують природні ресурси певної території. Екстенсивне, переважно «сировинне», використання природно-ресурсного потенціалу призвело до руйнування природного середовища, зниження стійкості геосистем.

Недотримання у процесі господарської діяльності законів, правил і принципів природокористування [16, 18] призводить до виникнення і розвитку екологічних ризиків, що створює небезпеку для навколишнього природного середовища, життя і здоров'я людей.

Все більше відчувається дефіцит якісних харчових продуктів, чистої води і повітря, енергетичних, земельних, біотичних та інших ресурсів. Ресурсна і біологічна кризи досягли глобальних меж, викликавши загрозу існування цивілізації. Необхідність збереження і відтворення природного середовища та забезпечення екологічної безпеки є глобальною суспільною парадигмою, умовою сталого (збалансованого) розвитку. Перманентні ризики і необхідність впливу на рівень екологічної безпеки геосистем обумовлюють необхідність розробки і впровадження системи управління екологічною безпекою природних і антропогенних геосистем.

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Проблемам управління екологічними ризиками і екологічною безпекою присвячені наукові роботи О.М. Адаменка, В.М. Дмитрука, Г.І. Рудька, О.Г. Топчієва, Л.Є. Шкіци, Є.О. Яковлева та ін. Вони спрямовані, в основному, на вирішення питань управління екологічною безпекою техногенних геосистем [1, 2, 6]. Проте все ще недостатньо дослідженими залишаються питання, пов'язані з управлінням екологічною безпекою природних і антропогенних геосистем.

**Постановка завдання.** Мета дослідження – обґрунтувати наукові засади системи управління екологічною безпекою природних і антропогенних геосистем.

**Виклад основного матеріалу.** Виробничо-господарська діяльність (промислова, сільськогосподарська, лісгосподарська, водогосподарська, надкористування, рекреаційно-туристична) в усіх регіонах України спричиняє виникнення і розвиток екологічних ризиків, до основних із яких відносяться:

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

Систему управління екологічною безпекою природних і антропогенних геосистем ми розглядаємо як цілеспрямовану діяльність (сукупність дій і процесів), яка забезпечує попередження виникнення та розвитку екологічних ризиків, підтримання еколого-господарського балансу та реалізацію стратегій геосистем. При цьому стратегія геосистеми – це сукупність взаємоадаптованих ознак, рис і властивостей геосистеми, які забезпечують її пристосування до мінливих умов природного і антропогенно модифікованого середовища та спрямовані на виконання програми індивідуальної і групової еволюції [11].

Забезпечення абсолютної екологічної безпеки, попередження виникнення і розвитку негативних для геосистем і життєдіяльності людей процесів і явищ (принцип нульового ризику) потребує значних матеріальних затрат. У зв'язку з цим, система управління екологічною безпекою геосистем повинна базуватися на принципі прийнятного ризику, а індикаторами рівня екологічної безпеки є показники якості геосистем і здоров'я населення [7].

Виникає необхідність розробки методів управління процесами з метою усунення протиріччя між суспільством і природою та створення умов для екологічно безпечного функціонування геосистем. У Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» вказується, що основними принципами природокористування є: пріоритетність вимог екологічної безпеки, збереження і відновлення видової різноманітності, цілісності природних об'єктів і комплексів.

Створення умов, які б перешкождали негативному впливу антропогенної діяльності на геосистеми, реалізується через збалансоване (невиснажливе) природокористування, реконструкцію (конструювання) і оптимізацію геосистем. Оптимізація здійснюється шляхом цілеспрямованого «управління» процесами і явищами різного генезису для підтримання стану внутрішньої і зовнішньої динамічної рівноваги між структурними компонентами геосистем і можливостями саморегуляції та самовідновлення. Такі підходи відповідають принципам теорії біотичної регуляції навколишнього середовища [5], згідно з якою управління навколишнім середовищем та відновлення внутрішнього балансу здійснюється природною біотою.

Управління екологічною безпекою геосистем забезпечується шляхом створення раціональних «конструкцій» геосистем, які передбачають:

- відповідну організацію території;
- вибір форм і видів господарювання з урахуванням особливостей протікання в геосистемах небезпечних процесів і явищ (факторів небезпеки);
- проведення заходів щодо попередження виникнення екологічних ризиків;
- вплив на процеси обміну речовин, енергії і інформації.

У контексті досягнення цілей управління екологічною безпекою природних геосистем (лісових, лучних, водно-болотних) необхідне поєднання пасивних і активних форм діяльності:

- у полідомінантних природних геосистемах – сприяння процесам самовідновлення (природного відновлення);
- в умовно природних геосистемах – переформування похідних ценозів у корінні, відтворення мозаїчності, забезпечення можливості здійснення циклів самовідновлення.

Найбільш доцільним шляхом управління екологічною безпекою антропогенних геосистем є їх «реконструкція», яка передбачає перебудову антропогенних геосистем шляхом створення

геосистем, наближених до природних, які наділені сприятливими для виробничої діяльності людини властивостями і не спричиняють виникнення негативних процесів і явищ у навколишньому середовищі. При цьому враховуються особливості схилово-терасових парадинамічних рядів, оскільки схиліві землі є територією, на якій в першу чергу повинна проводитись реконструкція [12, 13].

Реконструйовані геосистеми повинні поєднувати «інтереси» природної та суспільної підсистем, давати максимум необхідної для людини продукції і залишатись джерелом задоволення її духовних запитів. Вирішення цієї проблеми реалізується шляхом досягнення екологічного оптимуму геосистем. Екологічний оптимум трактується як складний, утворений зовнішніми і внутрішніми просторовими та часовими зв'язками інваріантно-змінений аспект геосистеми, коли спостерігається найбільша відповідність її соціально-економічних функцій природно-ресурсному потенціалу [3].

При значному порушенні природних геосистем (рілля) показник екологічного оптимуму наближається до нуля. Така структура геосистем є нестійкою і підтримується агротехнічними заходами. При вилученні з господарського використання розораних земель демутаційні сукцесії приведуть до формування екологічного оптимуму, близького до одиниці.

Оптимізація антропогенних геосистем повинна поєднувати технологічно досконале, економічно вигідне та розраховане на перспективу невиснажливе використання природних ресурсів, захист геосистем від техногенних та антропогенних перевантажень і руйнувань, регулювання природних процесів шляхом фітомеліорації, збереження і відновлення біорізноманіття, створення природно-заповідних територій та об'єктів, формування регіональних і місцевих екомереж [15].

До програми обґрунтування управлінських рішень (вибір оптимального варіанту) належать: по-перше, визначення допустимих норм використання ресурсів (біоресурсів, води, землі тощо), по-друге, визначення недопустимих обсягів утворення і надходження відходів (пилу, газів, промислових і побутових відходів, шуму тощо). Умови допустимості і недопустимості визначаються екологічними нормативами, а передбачуваний вихід за межі встановлених норм стає перешкодою для прийняття управлінського рішення.

Геосистеми можуть протидіяти впливам, зберігаючи незмінною свою структуру і функцію (резистентна стійкість), або відновлюватися після того, як їх структура і функції були порушені (пружна стійкість). Як правило, за сприятливих фізичних умов середовища геосистеми у більшій мірі проявляють резистентну стійкість, а не пружну, а у мінливих фізичних умовах – навпаки [10].

Стійкість геосистеми залежить від стійкості її компонентів і забезпечується самоорганізацією та здатністю геосистеми до саморегулювання, в ході яких створюється, відтворюється і удосконалюється динамічна структура і поновлюється порушена рівновага [8-11]. Саморегуляція є важливим фактором організації геосистеми, яка забезпечує її відносну рівновагу при спонтанному розвитку, і використанні природно-ресурсного потенціалу [19]. Стійкість геосистеми відновлюється в тому випадку, коли припиняється вплив зовнішніх факторів або ж здійснюється регульоване управління процесами і явищами, які породжують критичні ситуації.

Згідно з принципом «біологічної регуляції геохімічного середовища», організми своєю діяльністю в геосистемах пристосовують середовище до своїх біологічних потреб [10] і разом із фізичним середовищем утворюють складну систему регуляції, яка підтримує сприятливі для життя умови. Людина інтенсивніше, ніж інші організми, спрямовує свою діяльність на те, щоб змінити умови середовища для задоволення своїх потреб. Однак, при цьому практично не враховується те, що при зниженні чисельності біотичних компонентів порушуються структура геосистем і рівновага в них, зростає чутливість геосистем до дії антропогенних факторів.

Заміна природних геосистем, яким властива видова і біогеохімічна різноманітність, спрощеними антропогенними агрогеосистемами призводить до того, що за відсутності рослинного покриву весною та у осінньо-зимовий період водні потоки, не зустрічаючи природних бар'єрів, спричиняють виникнення водно-ерозійних процесів і винос органічних та мінеральних речовин поверхневим стоком. Крім цього, людина, забираючи із схилівих земель з урожаєм органічну масу, поглиблює процеси виснаження геосистем. Це свідчить про надзвичайно важливе значення захисних і регулюючих функцій рослинного покриву, особливо на схилівих землях, і про необхідність ведення такого типу господарства, яке б найбільш ефективно протидіяло розвитку ерозії і збідненню схилівих земель,

зменшувало пов'язані з цим інші екологічні ризики – зниження родючості ґрунтів і продуктивності угідь, порушення гідрологічного режиму рік, забруднення і погіршення якості природних вод [12, 13].

Внаслідок властивих рослинному покриву енергоакумуляуючої, геохімічної, неентропійної та інформаційної функцій, він є основним компонентом, який забезпечує функціонування, само-відновлення і самоочищення геосистем [4, 12, 15, 19]. Тому збереження і збільшення вкритих рослинністю територій є першочерговою умовою при конструюванні екологічно безпечних геосистем.

Структура компонентів у агрогеосистемах повинна бути змінена так, щоб забезпечити оптимальне співвідношення між видами угідь (рілля, луки, ліси, водні угіддя, селітебні території) та їх раціональне просторове розміщення. Оптимізація агрогеосистем передбачає формування їх певної просторової структури, забезпечення різноманітності і мозаїчності структурних компонентів, насичення структурними елементами екологічного призначення – екосистемами буферного типу, до яких належать лісові насадження, луки і водно-болотні угіддя, які мають високий ступінь замкнутості циклів кругообігу речовин, виконують роль біогеохімічних бар'єрів, ґрунтоводоохоронні, кліматорегулюючі та інші функції, підвищують видову різноманітність і екологічну ємність, сприяють відновленню процесів саморегуляції [12, 13, 19].

Екологічні підходи до оптимізації антропогенних геосистем базуються на системних, структурних і структурно-функціональних принципах та адаптивній стратегії оптимізації порушених геосистем, яка передбачає відновлення природних компонентів. При цьому реконструкція геосистем повинна забезпечувати формування таких територіальних комплексів, які б відповідали певним «природним еталонам» або оптимальним зразкам геосистем зонального типу [3, 11, 12, 14]. Заходи і способи адаптивної стратегії – лісорозведення, травосіяння, водні меліорації – спрямовані на керування екологічними процесами і усунення екологічних ризиків. Екологічно безпечними є геосистеми, до складу яких входять як антропогенні геосистеми (посіви), так і природні геосистеми (ліси, луки, степи), які стабілізують субстрати і служать буферами у кругообігах речовин.

На першому етапі упорядкування і оптимізації антропогенних геосистем із значно зміненою структурою компонентів особливо важливою є раціональна організація території, яка є першим етапом конструювання керованих систем, а також раціональне співвідношення і просторове розміщення угідь різного цільового і функціонального призначення, правильні режими їх використання. Удосконалення структури землекористування повинно базуватися на концепції еколого-господарського балансу території [11], згідно з якою землі, що зайняті природною рослинністю, розглядаються як землі екологічного фонду, із якого формується «екологічний каркас» території. Частина земель повинна вилучатись із сільськогосподарського обороту (консервація земель), що дає змогу знизити рівень розораності території.

Просторово-територіальною одиницею, в межах якої здійснюється управління екобезпекою геосистем, є басейн ріки. Басейнова концепція дає можливість узгодити заходи по оптимізації геосистем і використанню природних ресурсів з особливостями водозбірних територій, починаючи з найменших (елементарних) водозборів, оскільки функціонування і відносна стабільність всіх геосистем значною мірою визначається швидкістю тих чи інших процесів на різних ділянках басейну. Басейн ріки являє собою єдину парагенетичну, екологічну, гідрологічну і господарську одиницю з чітко визначеними межами, а також комплексом геоморфологічних, ґрунтових і кліматичних умов, які визначають інтенсивність потоків речовин і енергії, що дозволяє обґрунтувати структуру і співвідношення угідь, їх раціональне просторове розміщення, а також визначити види і розрахувати параметри необхідних меліоративних елементів [14].

Постійний розвиток є характерною особливістю геосистем, як і всіх компонентів, що їх формують, а інтегральною оцінкою стійкості є біологічна продуктивність та інтенсивність продукційно-деструкційних процесів. При цьому стійкість геосистем зберігається і підтримується за умови формування складної (мозаїчної) просторової структури, насичення геосистем компонентами із високою біологічною продуктивністю та значним екосферним впливом. До таких компонентів відносяться лісові насадження. Вони сприяють підтриманню кількісних і якісних параметрів інших компонентів – води, ґрунту, повітря – на оптимальному екологічному рівні [12, 13].

При оптимальному співвідношенні і просторовому розміщенні лісові насадження у комплексі із агрогеосистемами утворюють парагенетичну систему і формують новий вид антропогенних геосистем – лісоагарні геосистеми, в яких відновлюється екологічна рівновага.

**Висновки.** Цілями управління екологічною безпекою природних і антропогенних геосистем є: 1) збереження природних геосистем і ходу природних процесів у них; 2) відтворення корінних фітоценозів і фауністичних комплексів; 3) конструювання в антропогенних геосистемах територіальних комплексів, які наближені до типових для певної ландшафтної зони природних геосистем; 4) збереження і відновлення біотичного та ландшафтного різноманіття, формування регіональних і місцевих екомереж.

### Література

1. Адаменко О.М. Комп'ютерна система техногенно-екологічної безпеки нафтогазового комплексу України / О.М. Адаменко // Вісник Укр. Будинку екологічних та науково-технічних знань. – 1998. – № 7. – С.43-50.
2. Адаменко О.М. Концепція екологічної (природно-техногенної) безпеки / О.М. Адаменко // Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки. – Дніпропетровськ, 2001. – С. 247-249.
3. Гетьман В.І. Екологічний оптимум зміненого ландшафту і шляхи його відтворення / В.І. Гетьман // Жива Україна. Екологічний журнал. – 2001. – № 11-12. – С. 4-5.
4. Голубець М.А. Екосистемологія / М.А. Голубець. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
5. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / В.Г. Горшков – М.: ВИНТИ, 1995. – XXVIII. – 472 с.
6. Дмитрук В.Н. Научно-практические вопросы анализа и управления рисками на нефтеперерабатывающих предприятиях / В.Н. Дмитрук // Вопросы анализа риска. – М.: Нефть и экология, 2000. – № 3. – 24 с.
7. Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища: Підручник / За редакцією О.І. Бондаря, Г.І. Рудька. – К.: Вид-во ПП «Екмо», Х.: ТОВ «Укртехнологія», 2004. – 423 с.
8. Кочуров В.И. Экологические требования при радикальном изменении сельскохозяйственного землепользования / В.И. Кочуров, Ю.Г. Иванов // География и природные ресурсы. – Новосибирск: Наука. Сиб.отд. – 1993. – № 1. – С. 33-40.
9. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
10. Петлін В.М. Стратегія ландшафту / В.М. Петлін. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 288 с.
11. Приходько М.М. Управління природними ресурсами і природоохоронною діяльністю. Монографія / М.М. Приходько, М.М. Приходько (молодший). – Івано-Франківськ: Фоліант, 2004. – 820 с.
12. Приходько М.М. Регіональні геоecологічні дослідження і раціональне природокористування (на прикладі Івано-Франківської області). Монографія / М.М. Приходько. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2006. – 245 с.
13. Приходько М.М. Наукові основи басейнового управління природними ресурсами (на прикладі річки Гнила Липа). Монографія / М.М. Приходько, Н.Ф. Приходько, В.П. Пісоцький [та ін.]; за ред. М.М. Приходька. – Івано-Франківськ, 2006 – 270 с.
14. Приходько М.М. Екомережа та екобезпека. Монографія / М.М. Приходько. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. – 200 с.
15. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь – справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
16. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы, гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
17. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
18. Сочава В.Б. Учение о геосистемах / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1975. – 36 с.
19. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Біорізноманітність: значення, методологія, теорія та структура / Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Ботанічний журнал. – 2005. – № 6. – С. 759-775.

## ЕКОЛОГІЧНА ГЕОФІЗИКА

УДК 551.4

*Хащак М.З.*

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### ГЕОФІЗИЧНА ЗБРОЯ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З КАТАСТРОФІЧНИМИ ПРИРОДНИМИ ЯВИЩАМИ

Деякі держави, одержимі ідеєю досягнення військової переваги, створюють геофізичну зброю – методи й техніку впливу на атмосферу, іоносферу та магнітосферу. Її застосування викличе різку зміну швидкості обертання Землі навколо своєї осі, що призведе до катастрофи планетарного масштабу і знищення нашої цивілізації.

**Ключові слова:** геофізична зброя, навколотемне середовище.

Некоторые государства, одержимые идеей достижения военного превосходства, создают геофизическое оружие – методы и технику воздействия на атмосферу, ионосферу и магнитосферу. Его применение вызовет резкое изменение скорости вращения Земли вокруг своей оси, что приведет к катастрофе планетарного масштаба и уничтожению нашей цивилизации.

**Ключевые слова:** геофизическое оружие, околоземная среда.

Some States, obsessed with the idea to achieve military superiority and create geophysical weapon - the methods and techniques of influence on the atmosphere, ionosphere and magnetosphere. Its use will cause a drastic change of rotation speed of Earth around its axis, causing a global scale catastrophe and destruction of our civilization.

**Key words:** geophysical weapon, the near environment.

**Актуальність теми.** 2008 рік було проголошено Роком планети Земля. Таке рішення ухвалила Генеральна Асамблея ООН, щоб привернути увагу людей до тих знань про нашу планету, які можуть сприяти гарантуванню безпечного і процвітаючого життя наступних поколінь на Землі. Однак ці знання наразі обмежуються необхідністю зменшення техногенних викидів від промислових об'єктів і способів отримання енергії. Тим часом головною небезпекою для життєдіяльності на планеті залишаються непередбачувані природні катастрофи та безрозсудна діяльність людей, спрямована на створення нової зброї, більш потужної й руйнівної, ніж ядерна. А 1 березня 1999 р. набув чинності Договір про заборону розробки, нагромадження й застосування протипіхотних мін. Його вже підписали 130 країн, у тому числі й Україна.

**Із історії досліджень.** Геологічні дані й письмові свідчення багатьох народів, які населяють нашу планету, не дозволяють сумніватися: всі великі епохи в історії Землі закінчувалися руйнацією і знищенням різних форм життя із наступним відтворенням світу. Рівень пізнання природних катастроф обмежується констатацією тяжких наслідків зазначених подій. Це зумовлено насамперед тим, що досі залишаються загадкою фундаментальні питання, які лежать в основі життєдіяльності на нашій планеті: як передається сонячна енергія земним процесам; які сили обертають Землю навколо своєї осі; що породжує магнітне поле Землі; який механізм виникнення катастрофічних руйнівних процесів при одночасному їх проявленні в різних частинах планети.

Внаслідок цього немає й не може бути більш-менш повних уявлень про природний механізм сонячно-земних зв'язків, етапи перетворення сонячної енергії, яка надходить до земних процесів, міжструктурні зв'язки всіх ланок системи Сонце – Земля. Вирішення цих проблем можливе на основі нових знань і законів природи, на розумінні того, що відбувається в навколишньому світі.

**Аналіз існуючих матеріалів.** Неочікувані катастрофічні природні явища і навіть деякі техногенні катастрофи, які спіткали Європу та Азію в 2009 році, на думку багатьох учених свідчать про те, що, можливо, в їх походженні є якісь спільні глобальні причини. Йдеться насамперед про можливість несанкціонованого прихованого застосування геофізичної зброї. Саме такою розробкою, на думку багатьох науковців, є спеціальна програма HAARP (High Frequency Active Auroral Research Program – Активна височастотна програма досліджень північних спалахів, скорочено ХАРП). “Хрещений батько” цієї програми – американський вчений Бернارد Дж. Істлунд, який ще в 80-х роках отримав патент про зміни шарів земної атмосфери, іоносфери або магнітосфери.

Геофізична зброя – це сукупність різних засобів, які дозволяють використовувати у військових цілях руйнівні дії неживої природи шляхом штучного викликання змін фізичних властивостей і процесів, які виникають в атмосфері, гідросфері і літосфері Землі. Руйнівна дія багатьох природних процесів базується на їх потужній енергії.

Можливі заходи активної дії на геофізичні процеси, які передбачають здійснення в сейсмо-небезпечних районах штучних землетрусів, ураганів, вогнених бур, гірських обвалів, снігових лавин, зсувів, потужних приливних хвиль типу цунамі і т. ін. Діючи на процеси, що відбуваються в нижніх шарах атмосфери, можна викликати проливні дощі, град, тумани. Утворюючи затори на річках і каналах, викликають повені, затоплення, порушення судноплавства, руйнування гідроспоруд. Вивчається можливість зміни температури повітря шляхом розпилення речовин, які поглинають енергію Сонця, зменшуючи кількість опадів. Зруйнування шару озону в атмосфері дає можливість спрямувати в райони, зайняті противником, космічні промені і ультрафіолетове випромінювання Сонця. Для дії на природні процеси можуть використовуватись хімічні речовини: йодисте срібло, карбомід, тверда вуглекислота, вугільний порошок, сполуки бром, фтору і інші. Можливе використання потужних генераторів електромагнітних випромінювань, теплових генераторів і інших технічних засобів.

Геофізична зброя, за своєю руйнівною силою не має аналогів. Застосування такої зброї спричинило б глобальні катастрофи – як соціально-економічні, так і екологічні. Вона здатна викликати землетруси, урагани, повені, смерчі. В її основі лежить ідея використання височастотного радіовипромінювання (ВЧРВ) величезної концентрації для передавання вибухової енергії на необмежені відстані з метою руйнування всяких об'єктів. Ця ідея належить американському фізику хорватського походження Ніколі Теслі (1856–1943), геніальному вченому, видатному винахідникові й людині виняткових здібностей.

Ідею передавання величезних вибухових енергій на далекі відстані Н. Тесла виношував для суто оборонних цілей. Він вважав, що широке впровадження винайдених ним технологій і техніки зробить війни як такі безглуздими, бо країна, котра володітиме його розробками, буде захищеною від усіх видів зброї. Проте геніальний задум Н. Тесли обернувся лихом для людства. В 60-ті роки почали активну реалізацію ідеї використання ВЧРВ для знищення «агресивних» об'єктів, розгорнувши широкомасштабні й високовартісні наукові дослідження та експерименти. Деякі пізніше вченими-фізиками було розроблено теоретичні основи модифікації іоносферної плазми потужним короткохвильовим радіовипромінюванням (розігрівання плазми до надвисоких температур). При цьому в іоносфері (верхній шар атмосфери, що впливає на поширення радіохвиль) мають відбуватися значні зміни, природу яких іще недостатньо вивчено, але жахливі наслідки цілком прогнозовані. Тож ідеться про розробку нового виду страшної геофізичної зброї, принцип дії якої ґрунтується на розігріванні іоносферної плазми.

Уже в 80-х роках американці спорудили в Норвегії поблизу м. Тромс нагрівальний радіокомплекс потужністю до 2 МВт. В 1999 р. на Алясці введено в дію першу чергу ще одного нагрівального радіокомплексу HAARP потужністю 3,6 МВт: на площі 13 га встановлено 180 антен короткохвильового діапазону, заввишки 24 м, з найсучаснішим радіообладнанням для спостереження та впливу на нижню частину іоносфери в полярних зонах (можуть розігріти іоносферну плазму до надвисоких температур). Якраз цей шар атмосфери («атмосферний коридор») використовується як відбивач радіохвиль при здійсненні далекого зв'язку й саме в ньому за допомогою ВЧРВ є змога не лише унеможливити керування космічними польотами, системами, ракетами, літаками, а й цілком знищити власне ракети,

літаки, супутники, космічні комплекси. Тобто, за таких умов іоносфера може перетворитися в таку собі мікрохвильову піч.

На території Гренландії американці завершують спорудження третього нагрівального радіо-комплексу потужністю вже 106 Вт. Радіовипромінювання одного лише HAARP потужністю 3,6 МВт у діапазоні своїх частот більш як на 12 порядків перевищує природний фон радіовипромінювання. Тому навіть наукові випробування такого комплексу можуть бути катастрофічними для нашої планети.

Фахівці вважають, що установки в Норвегії, Гренландії та на Алясці створять систему-контур, яка повністю «покриє» територію Євразії разом із Китаєм. «Бойовими» факторами цієї системи можуть бути плазмові утворення, складні топологічні структури з потужним магнітним зарядом. Із підводного човна в районі Північного полюса надсилається радіоімпульс, який має розігріти іоносферну плазму, а потім генеровані плазмові утворення збираються в канал і відправляються в «потрібному напрямі» за допомогою антенних комплексів, розміщених на Алясці, в Гренландії та Норвегії. В районах, куди спрямовані енергетичні потоки небаченої потужності, відбуваються аварії та деструкції енергомережі на величезних територіях, зупинення виробництв і систем життєзабезпечення, техногенні катастрофи, аварії на нафто- й газопроводах, АЕС, сховищах, військових базах. Можуть змінитися рози вітрів на великих висотах, погодні умови, виникнути катастрофічні природні явища. А також, є можливим те, що радіохвилі наднизьких частот, які відбиваються від іоносферного шару, можуть стати психотропною зброєю.

Розробники системи самі визнають, що використання комплексів ВЧРВ типу HAARP може мати катастрофічні екологічні наслідки: непередбачувані зміни магнітного поля Землі, посухи, повені, виверження вулканів, землетруси. Отже, за їх допомогою можна за кілька років знищити не лише економіку будь-якої держави, а й регіональні екосистеми.

**Висновки.** Усе це свідчить про необхідність безперервного контролю з боку як ООН, так і всіх природоохоронних організацій світу, за розробкою й випробуванням високочастотних радіовипромінювальних систем, бо на карті – доля як окремих держав, так і біосфери Землі в цілому, що є як нашим домом, так і всього людства. Отже, на підставі доступної нам інформації, можна зробити припущення, що розробка “геофізичної зброї” ще остаточно не завершена. Але те, що такі експерименти ведуться і мають перспективу – не викликає сумніву. Очевидним є те, що створення зброї на основі принципів штучної модифікації навколоземного середовища загрожує непередбачуваними для нас наслідками.

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ**

УДК 550.4 : 502.175

*Зорін Д.О.*

*Івано-Франківській національний  
технічний університет нафти і газу*

### **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДНІСТРОВСЬКОГО КАНЬЙОНУ ЯК РЕГІОНАЛЬНОГО КОРИДОРУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ**

Дністровський каньйон приваблює своїми неповторними пейзажами, де глибокі звиви – меандри розчленували високу рівнину, що нагадує гірську країну, з десятками ботанічних заказників, унікальними рослинами і багатим тваринним світом. Дністровський каньйон – це екологічний коридор національної екологічної мережі України. Усе це приваблює в Дністровський каньйон тисячі туристів, краєзнавців, вчених-геологів, екологів, ботаніків та ін. Автором виконані еколого-геохімічні дослідження Дністровського каньйону.

літаки, супутники, космічні комплекси. Тобто, за таких умов іоносфера може перетворитися в таку собі мікрохвильову піч.

На території Гренландії американці завершують спорудження третього нагрівального радіо-комплексу потужністю вже 106 Вт. Радіовипромінювання одного лише HAARP потужністю 3,6 МВт у діапазоні своїх частот більш як на 12 порядків перевищує природний фон радіовипромінювання. Тому навіть наукові випробування такого комплексу можуть бути катастрофічними для нашої планети.

Фахівці вважають, що установки в Норвегії, Гренландії та на Алясці створять систему-контур, яка повністю «покриє» територію Євразії разом із Китаєм. «Бойовими» факторами цієї системи можуть бути плазмові утворення, складні топологічні структури з потужним магнітним зарядом. Із підводного човна в районі Північного полюса надсилається радіоімпульс, який має розігріти іоносферну плазму, а потім генеровані плазмові утворення збираються в канал і відправляються в «потрібному напрямі» за допомогою антенних комплексів, розміщених на Алясці, в Гренландії та Норвегії. В районах, куди спрямовані енергетичні потоки небаченої потужності, відбуваються аварії та деструкції енергомережі на величезних територіях, зупинення виробництв і систем життєзабезпечення, техногенні катастрофи, аварії на нафто- й газопроводах, АЕС, сховищах, військових базах. Можуть змінитися рози вітрів на великих висотах, погодні умови, виникнути катастрофічні природні явища. А також, є можливим те, що радіохвилі наднизьких частот, які відбиваються від іоносферного шару, можуть стати психотропною зброєю.

Розробники системи самі визнають, що використання комплексів ВЧРВ типу HAARP може мати катастрофічні екологічні наслідки: непередбачувані зміни магнітного поля Землі, посухи, повені, виверження вулканів, землетруси. Отже, за їх допомогою можна за кілька років знищити не лише економіку будь-якої держави, а й регіональні екосистеми.

**Висновки.** Усе це свідчить про необхідність безперервного контролю з боку як ООН, так і всіх природоохоронних організацій світу, за розробкою й випробуванням високочастотних радіовипромінювальних систем, бо на карті – доля як окремих держав, так і біосфери Землі в цілому, що є як нашим домом, так і всього людства. Отже, на підставі доступної нам інформації, можна зробити припущення, що розробка “геофізичної зброї” ще остаточно не завершена. Але те, що такі експерименти ведуться і мають перспективу – не викликає сумніву. Очевидним є те, що створення зброї на основі принципів штучної модифікації навколоземного середовища загрожує непередбачуваними для нас наслідками.

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ**

УДК 550.4 : 502.175

*Зорін Д.О.*

*Івано-Франківській національний  
технічний університет нафти і газу*

### **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДНІСТРОВСЬКОГО КАНЬЙОНУ ЯК РЕГІОНАЛЬНОГО КОРИДОРУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ**

Дністровський каньйон приваблює своїми неповторними пейзажами, де глибокі звиви – меандри розчленували високу рівнину, що нагадує гірську країну, з десятками ботанічних заказників, унікальними рослинами і багатим тваринним світом. Дністровський каньйон – це екологічний коридор національної екологічної мережі України. Усе це приваблює в Дністровський каньйон тисячі туристів, краєзнавців, вчених-геологів, екологів, ботаніків та ін. Автором виконані еколого-геохімічні дослідження Дністровського каньйону.

**Ключові слова:** екологічний аудит, еколого-техногеохімічні карти, геохімічні коефіцієнти і показники, екологічний моніторинг, сумарні показники забруднення, моделювання та прогнозування стану довкілля, екологічний коридор.

Днестровский каньон привлекает своими неповторимыми пейзажами, где глубокие извилины – меандры разчленили высокую равнину, напоминающую горную страну, с десятками ботанических заказников, уникальными растениями и богатым животным миром. Днестровский каньон – это экологический коридор национальной экологической сети Украины. Все это привлекает в Днестровский каньон тысячи туристов, краеведов, ученых-геологов, экологов, ботаников и др. Автором выполнены эколого-геохимические исследования Днестровського каньона.

**Ключевые слова:** экологический аудит, эколого-техногеохимические карты, геохимические коэффициенты и показатели, экологический мониторинг, суммарные показатели загрязнения, моделирование состояния окружающей среды, экологический коридор.

The Dnister canyon attracts by the unique landscapes, and the deep bends – meander dismembered a high plain, that reminds the mountain country framed in tens botanical preserves with the unique plants and rich animal kingdom. Dnister canyon – is the ecological corridor of national ecological network of Ukraine. All it attracts in the Dnister canyon thousand tourists, researchers of a particular region, scientists-geologists, environmentalists, botanists and in. With the help of the authors were executed the ecological-geochemical research of Dnister canyon.

**Keywords:** cological audit, ecological-technochemochemical maps, geochemical coefficients and indexes, ecological monitoring, total indexes of contamination, designs and prognostication the condition of the environment, ecological corridor.

**Актуальність проблеми.** Розширення мережі природоохоронних територій, збереження нетрансформованих техногенним впливом ландшафтів, створення єдиної національної екологічної мережі України, яка б змикалась з аналогічною системою зарубіжної Європи – одна із найважливіших задач природоохоронної науки і практики. Дністровський каньйон із суміжними територіями – це унікальний природний об'єкт з численними геологічними, ботанічними, геоморфологічними, гідрологічними пам'ятниками, це екологічний коридор, що об'єднує геосистеми західних областей України та Східної Європи, це популярний рекреаційно-туристичний об'єкт, який зазнає певного техногенного впливу. Поки що немає наукового обґрунтування екологічного стану Дністровського каньйону, тому актуальним є виконати його еколого-геохімічну оцінку.

**Аналіз попередніх досліджень.** Дністровський каньйон завжди приваблював людей – від їх появи в долині Дністра в ранньому палеоліті (біля 1 млн. р. тому) до наших днів, про що свідчать численні стоянки наших предків. Але наукові дослідження розпочались тут з XVII ст. Проаналізувавши існуючу з цього питання літературу, ми виділили п'ять етапів геологічного і геоекологічного вивчення Дністровського каньйону та суміжних територій: 1) початковий, що відноситься до гетьманської доби (XVII ст.-1772р.); 2) австро-угорський (1772-1918рр.); 3) польський (1918-1939рр.); 4) радянський (1939-1991рр.) і 5) сучасний або український, що розпочався після здобуття Україною самостійності.

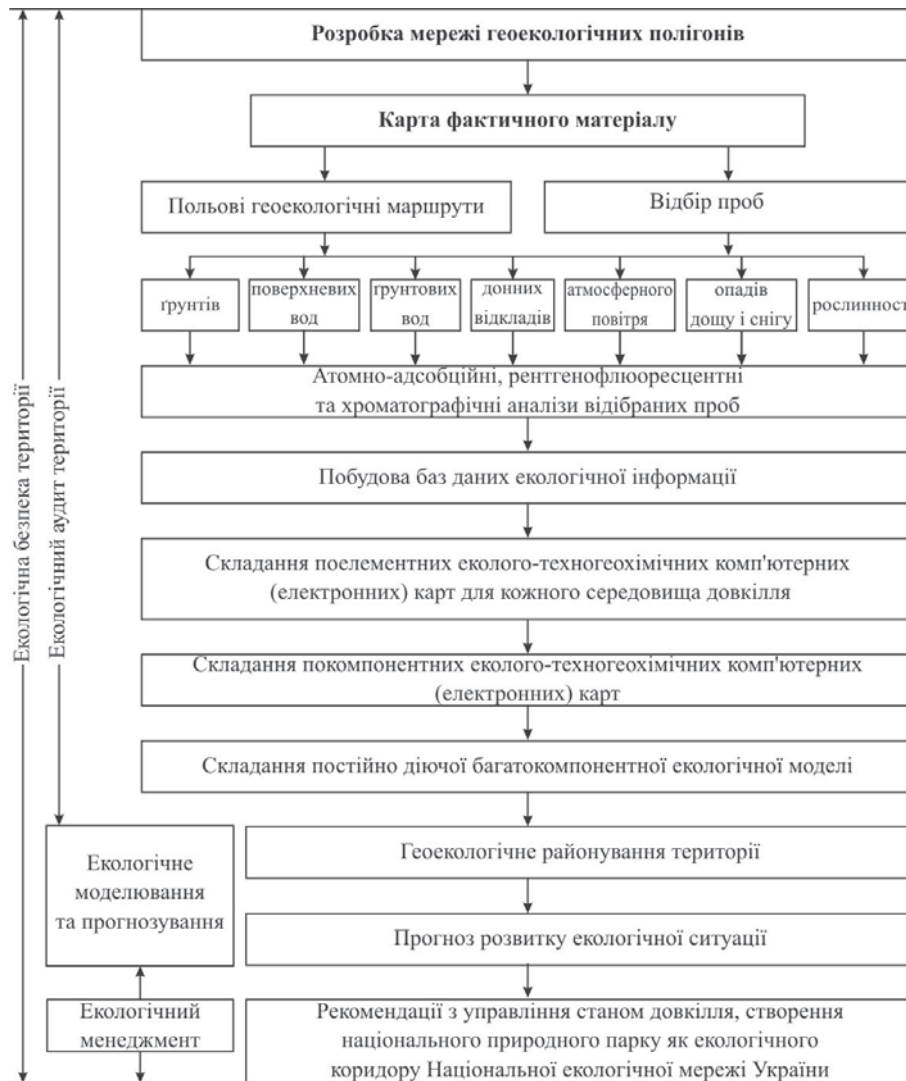
Дослідження проводили В. Боплан, Г. Яковецький, Е. Ейхвальд, М. Барбот-де-Марні, В. Бессер, А. Анджейовський, А. Ломніцький, В. Тейсейре, Е. Ромер, А. Альт, В. Чирвінський, В. Ласкарев, Р. Виржиківський, Б. Лічков, І. Гофштейн, Ю. Токарський, В. Шафер, Я. Чарноцький, Я. Новак, Й. Чижевський, Г. Ржечинський, Г. Лунгерсгаузен, П. Тутковський, В. Луцицький, Г. Дікенштейн, Г. Бровков, А. Хижняков, П. Цись, А. Муромцева, В. Гинда, Д. Дригант, С. Асєєв, М. Федокін, П. Букатчук, Я. Сандлер, Г. Ворона, В. Утробін, О. Анастасьєва, Ю. Сеньковський, Є. Лазаренко, Л. Кудрін, К. Геренчук, В. Горецький, А. Шайнюк, Ю. Пекун, О. Кучерук, В. Дублянський, А. Климчук, В. Андрейчук, А. Богуцький, М. Демедюк, М. Куниця, В. Глушко, С. Круглов, В. Палієнко, Р. Спиця, В. Радзієвський, М. Чайковський, Л. Царик, Й. Свинко, В. Кітура, М. Сивий, Л. Янковська, Г. Чернюк, І. Чеболда, Я. Мариняк, І. Ковальчук, А. Яцишин, Я. Кравчук, Ю. Зінько, А. Мельник, В. Петлін, В. Стецюк, Й. Дроздовський, В. Триснюк та ін.

Не дивлячись на велику кількість виконаних досліджень у Дністровському каньйоні, цілісної характеристики його як лінійної річкової геоекосистеми не має.

**Методика та результати досліджень.** Тому автором запропонована методика та алгоритм досліджень (табл.1) на модельній території долини Дністра від гирла Золотої Липи до гирла Збруча. Далі подаємо основні результати досліджень компонентів довкілля.

Таблиця 1

**Методика робіт – алгоритм еколого-геохімічних досліджень**



*Геологічне середовище* охоплює верхню частину осадового покриву Східно-Європейської платформи, південно-західна околиця якої відома під назвою Подільської плити. Кристалічний фундамент поступово занурюється від Українського кристалічного щита, що виходить на поверхню у Вінницькій області, через територію Хмельницької і Тернопільської областей. На сході останньої він залягає на глибинах 1000-1500м, а на заході, тобто в межах досліджуваного нами району, глибина до фундаменту 2000-3000м. На архейсько-протерозойському фундаменті залягають осадові карбонатно-теригенні відклади силуру, девону, юри, крейди, неогену та антропогену.

Використання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) В.С. Готиняна у комплексі з геофізичними даними дозволило виявити розломну тектоніку кристалічного фундаменту, яка проявляється у плитних структурах платформи і у поверхневій мегатріщинуватості, використаній сучасною річковою мережею. По космічних знімках дешифровані древні річкові долини. Методами ДЗЗ виявлені також зони активних брахіантиклінальних структур у платформовому чохлах.

*Неотектоніка та сучасна геодинаміка.* Із аналізу сучасного рельєфу, розповсюдження, гіпсометрії і віку поверхонь вирівнювання та порівняння їх з карпатськими, з врахуванням даних П.М. Цися, І.Д. Гофштейна, В.П. Палієнко і Р.О. Спиці, складена карта неотектонічних рухів. Останні впливають на формування річкової мережі та на активізацію в тих чи інших місцях небезпечних геодинамічних явищ – зсувів, ерозії, селей, суфозії, обвалів і осипань і т.д. Виявлені локальні здвиги і напрями неотектонічних напружень, які необхідно враховувати при будівництві магістральних нафтогазопроводів, залізниць, мостів та інших споруд.

*Мінерально-сировинні ресурси.* Відкритих і розвіданих родовищ багато, але їх розвідка і розробка до цього часу виконується без оцінки впливів на навколишнє середовище, без урахування вартості інших природних ресурсів, які порушуються і руйнуються, без належних екологічних обмежень.

*Порушення геологічного середовища карстовими процесами.* Придністровський карстовий район простягається на лівобережній частині долини Дністра від р.Джурин на заході до р.Збруч на сході і має площу понад 1900 км<sup>2</sup>. Майже на усій цій території можна побачити карстові лійки, гроти, провали, карри та інші характерні форми рельєфу. В надрах землі, на відносно невеликих глибинах (5-50 м) утворились гігантські підземні порожнини – лабіринти печерних систем, які є найбільшими у світі печерами сульфатного карсту. Ураженість геологічного середовища карстовими процесами ми оцінили як відношення площі та об'єму карстових порожнин відповідно до площі і об'єму закарстованого геологічного середовища (ГС):

$$sE_{ГС}^{карст} = \frac{S_{карст}}{S_{ГС}} \quad (1)$$

$$vE_{ГС}^{карст} = \frac{V_{карст}}{V_{ГС}} \quad (2),$$

де  $sE_{ГС}^{карст}$  і  $vE_{ГС}^{карст}$  – частка в % площі і об'єму закарстованого геологічного середовища,  $S_{карст}$  – площа печер,  $V_{карст}$  – об'єм печер,  $S_{ГС}$  – площа ГС, де розповсюджені карстові процеси,  $V_{ГС}$  – об'єм ГС.

Розрахунки свідчать, що природні порушення – ураженість геологічного середовища незначні, як по площі розповсюдження карстових процесів (0,04%), так і за об'ємом печерних порожнин (0,0015%).

*Порушення геоморфосфери (рельєфу) небезпечними екзогеодинамічними процесами.* В долині Дністра та у низов'ях його лівих притоків (Коропця, Стрипи, Серету, Нічлави, Збруча) поширені складно побудовані блокові зсуви, іноді із двох-трьох ярусів. Протяжність уражених зсувами ділянок до 1км. В районі Заліщиків і гирла Збруча виділяються також деляпсивні зсуви, що мають тіла характерної форми і стінки відриву у вигляді амфітеатрів. На моніторинговій ділянці за 25 років площа активізованих зсувів зростає з 11,6 до 66%, тобто в 6 разів. Якщо ж нинішню зсувонебезпечну площу порівняти з загальною площею досліджуваного району, то ураженість зсувами складає 1,5%, що є істотним показником, значно вищим, ніж такий для території Івано-Франківської (0,5 %), Тернопільської (0,3 %) або Львівської (0,7 %) областей. Звідси висновок: необхідні термінові заходи для запобігання розповсюдження зсувів.

*Грунтовий покрив забруднений важкими металами та іншими небезпечними речовинами.* Оцінку ми виконали шляхом відбору проб ґрунтів, а їх аналіз дозволив побудувати бази даних забруднення ґрунтів (табл. 2), виконати розрахунки фонового та аномальних вмістів розрахунковими та графічними методами, а на основі цього побудувати 8 поелементних еколого-техногеохімічних карт вмісту того чи іншого елемента в ґрунтах (рис. 1). Такі карти накладають одна на одну для визначення спільних аномальних зон забруднення, де перевищено фон.

Аналіз отриманих нами результатів показав, що досліджувана територія Дністровського каньйону в цілому забруднена слабо, або майже не забруднена, за винятком окремих аномальних точок. Так, по розповсюдженню арсену As в ґрунтах виявлено дві аномальні зони, де фон (0,0047мг/кг) перевищено в 3 рази (0,014), але це значно нижче кларка (1,7) і в сотні разів нижче ГДК (20). Те ж саме і по інших елементах: Cd, Cu, Zn, V. Тобто нічого небезпечного немає: виявлений розподіл лише попереджає, що забруднення накопичуються у двох зонах (одна прослідковується з Галицького району, пересікає Дністер нижче м.Галич і далі протягується по правобережжю Дністра через Тлумацький і Городенківський

База даних з вмісту хімічних елементів у ґрунтах Дністровського каньйону

№№ ч/ч	№№ проб	Нормативний вміст		Вміст хімічних елементів Сі, мг/кг								Сумарний показник забруднення СПЗ	
				I клас небезпеки			II клас небезпеки		III клас не- без- пеки	Нафто- продукти	ДДТ		
				As	Cd	Pb	Cu	Zn	V				
				Кларк →	1,7	0,13	16	47	83	19	-		-
				ГДК →	20	1	32	3	23	150	3		0,001
Фон Сф →	0,0047	0,014	0,44	0,063	13,4	0,94	0,012	-					
Координати													
X	Y												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	101	25,98	48,70	0,01	0,09	1,8	0,9	28	6	0,7	0	93,739	
2	102	26,02	48,65	0,005	0,009	0,4	0,07	17,3	0	0	0	5,0179	
3	103	26,05	48,66	0,003	0,004	0,6	0,08	14,9	0	0	0	4,6694	
4	104	26,09	48,67	0,04	0,08	2,1	0,9	26	19	0,1	0	63,77	
5	105	26,10	48,70	0,001	0,007	0,2	0,08	12,4	0	0	0	3,3625	
6	107	26,08	48,69	0,002	0,009	0,6	0,09	11,4	0	0	0	4,7113	
7	108	26,07	48,66	0,001	0,01	0,8	0,07	26,2	6	0	0	12,195	
8	109	26,10	48,64	0,01	0,1	1,2	0,5	28,1	4	0,1	0	34,62	
9	110	26,09	48,60	0,09	0,12	2,7	1	33,342	22	1,8	0	225,62	

Всього у базі даних 136 проб

райони до кордону з Чернівецькою областю, а друга охоплює нижні течії рр.Серет, Нічлава і Збруч). Можливо, перша зона – це слід від Бурштинської ТЕС. Дністровський каньйон від гирла Золотої Липи і до гирла Серета – чистий від хімічних забруднювачів.

Дослідження *поверхневих вод* Дністра та його допливів протягом 2003-2006 рр. показало наявність деяких токсичних інгредієнтів як у воді так і в донних відкладах. Води ріки Дністер на всьому її відтинку від с. Устечко і до гирла р.Збруч відносяться до 4 категорії (задовільні, слабо забруднені) III класу якості. Вверх за течією сольовий склад забруднювачів змінюється в бік покращення якості, що підтверджується зменшенням вмісту хлоридів і сульфатів. Але безпосередньо нижче гирл річок Стрипи, Джурина, Серета і Нічлави вміст солей зростає і лише нижче за течією зменшується внаслідок розбавлення.

*Донні відклади* річок опробувались на вміст в них Cu, Zn, Pb, нафтопродуктів і фенолів. Якщо порівняти отримані дані з ґрунтами, то виявляється, що вміст Cu, Zn, Pb значно перевищує фоновий елементів у ґрунтах і досягає іноді 1,5-3 ГДК.

*Ґрунтові води* оцінювались шляхом їх опробування на 93 геоекотологічних полігонах, а також аналізів інших організацій. Визначались вмісти As, Cd, Pb, Cu, Zn, нітратів, сульфатів, фенолів, нафтопродуктів і пестицидів ДДТ. Результати аналізів зведені у відповідну базу даних, а фонові та аномальні вмісти розраховані за тою ж методикою, що і для ґрунтів. На основі цього було побудовано 10 еколого-техногеохімічних карт, які показали, що на більшій території Подільської височини і безпосередньо у Дністровському каньйоні ґрунтові води знаходяться у доброму стані (СПЗ = 0-100). Окремі ділянки (Монастириська, Бучач, Заліщики, гирло Збруча) виявляються слабо забрудненими (СПЗ = 100-400).

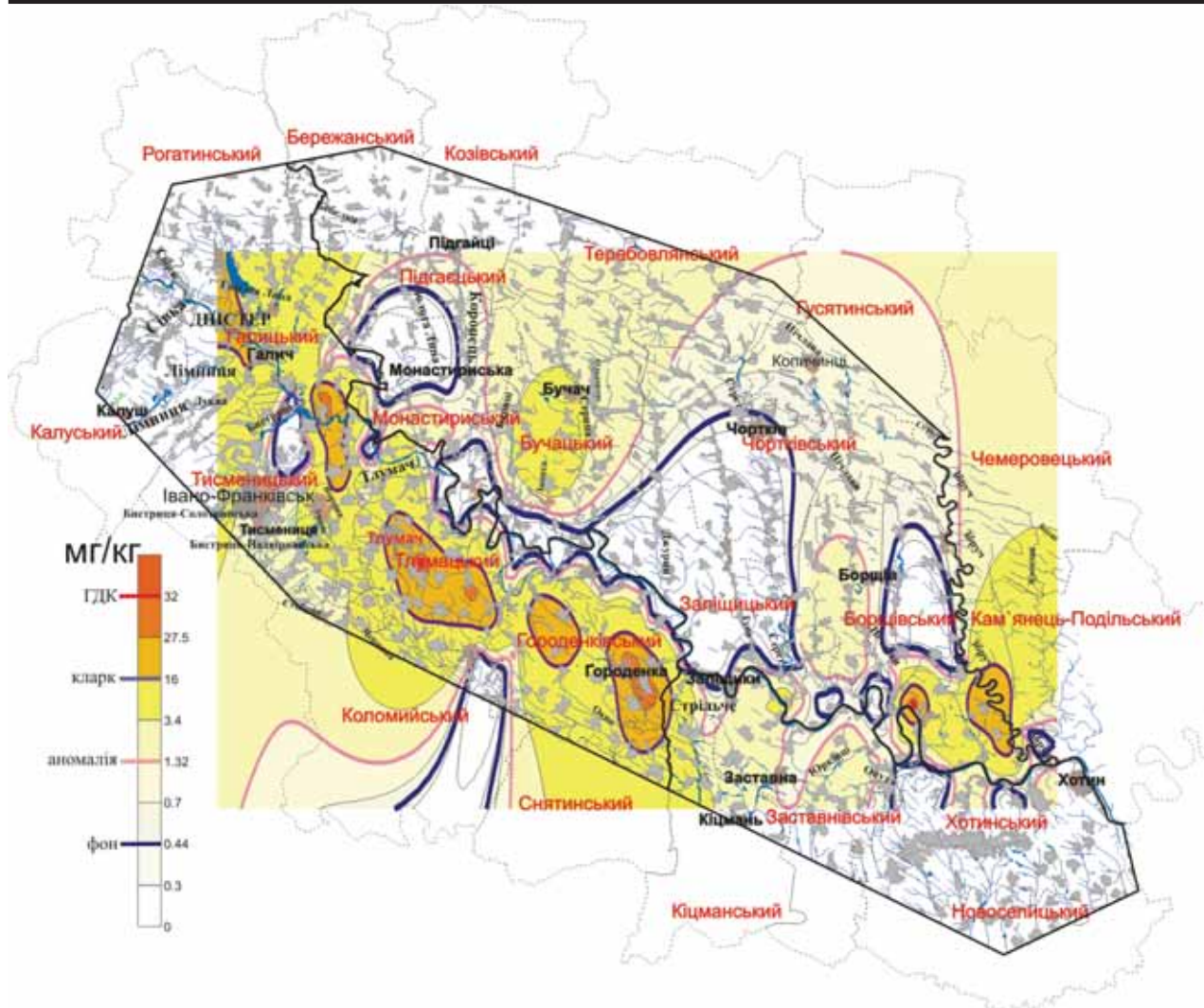


Рис. 1. Pb у ґрунтах Дністровського каньйону

По розповсюдженню окремих інгредієнтів теж спостерігається аналогічна картина: Дністровський каньйон – чистий, окремі аномалії Pb є у Бучачі, сульфатів – у Монастириську, Бучачі і вище гирла р.Збруч. Зовсім іншу ситуацію ми спостерігаємо на Прут-Дністровському межиріччі: аномалії Pb, сульфатів та інших забруднювачів виявлені у Тисменицькому, Тлумацькому і Городенківському районах, де вміст Pb біля чотирьох населених пунктів перевищує ГДК. Загальний екологічний стан ґрунтових вод – від задовільного (СПЗ = 400-600) до напруженого (СПЗ = 600-800) і складного (СПЗ = 800 і більше). Тому в цих пунктах необхідні оперативні заходи по зниженню забруднення ґрунтових вод.

*Атмосферне повітря* оцінювалось пересувною екологічною станцією ВАТ «Газпром» у 2006р. з вимірюванням вмісту у повітрі кисню, CO, SO<sub>x</sub>, пилу, а також шляхом відбору проб снігу з наступним визначенням вмісту в ньому Pb і Cu. Було побудовано 8 еколого-техногеохімічних карт, карт ізольованих фонових вмістів та сумарного показника забруднення.

*Рослинний покрив.* Ми провели опробування різнотравно-лучної трав'янистої рослинності. Зола цих проб була проаналізована атомноадсорбаційним методом на вміст Cd, Pb, Cu, Zn і V. Було побудовано 5 еколого-техногеохімічних карт та карта сумарних показників забруднення. Просторове розповсюдження хімічних елементів виявилось майже аналогічним такому у ґрунтовому покриві.

З метою виявлення *кореляційних зв'язків між геохімічними елементами* у ґрунтах та інших середовищах був виконаний кореляційний аналіз між всіма можливими парами елементів (As з Cd, Pb, Cu, Zn, V, Cd з Pb, Cu, Zn, V і т.д. – всього 14 пар у 5 середовищах), а також між одним і тим же

елементом у різних середовищах (Pb у ґрунтах з Pb у ґрунтових водах, з Pb у донних відкладах і т.д. – всього 60 пар). Це дозволило виявити тісні зв'язки у ґрунтах між Cd, Pb, Cu і Zn (коефіцієнти кореляції 0,64-0,76), між As і Cd (0,65), Zn і V (0,61), що свідчить про спільне походження вказаних парагенетичних асоціацій, а також дає можливість обчислювати вміст того чи іншого елемента через кореляцію з його парним елементом і тим самим зменшувати кількість аналізів.

Із графіків кореляції (рис. 2) витікає ще один важливий висновок: найбільш висока ступень кореляції (0,8-0,9) виявляється в інтервалах від 0 до фонових значень, що свідчить про природну складову геохімічного поля. Вище фону різко зростає дисперсія, що вказує на техногенну природу забруднень.

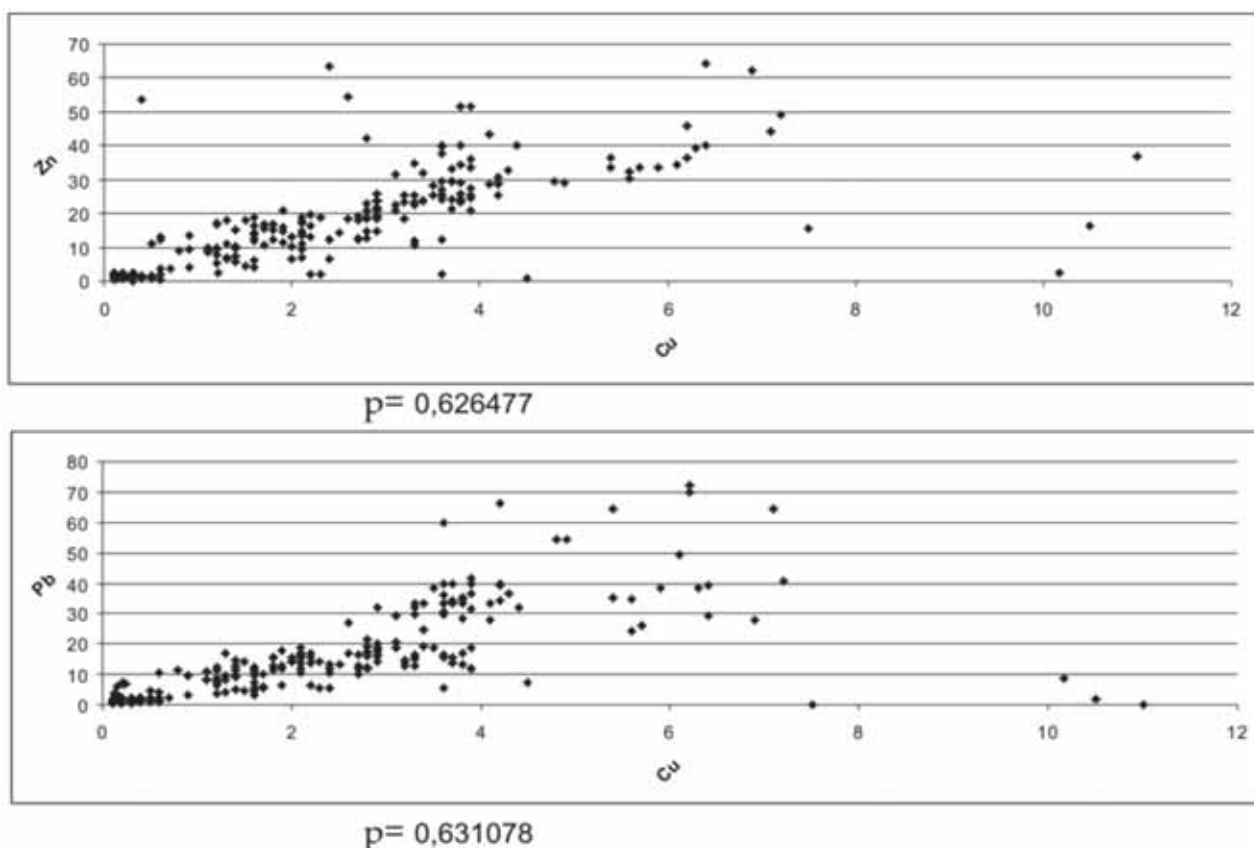


Рис. 2. Графіки кореляції між вмістом хімічних елементів у ґрунтах

Проаналізовані існуючі методи визначення сучасної екологічної ситуації: 1) еколого-геологічний, 2) геоекологічний, 3) еколого-ландшафтний, 4) еколого-геохімічний, 5) конструктивно-екологічний. Ми використали останній, що ґрунтується на екологічному аудиті.

*Оцінка сучасної екологічної ситуації – екологічний аудит.* Для цього спочатку розраховуємо екологічний фон, від якого починається відлік наступних його змін. Кількісні зміни в екологічному стані ландшафтів та його компонентів визначаються через коефіцієнти концентрації, кларки концентрації, сумарні показники забруднення та інші параметри. Розрахунки їх дозволяють оцінити екологічні зміни довкілля, які поділяються на вісім екологічних станів. Звичайно ж, це можливо виконати, якщо перед тим ми провели польові експедиційні роботи, відібрали проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря, донних відкладів, дощу і снігу, рослинності, що було виконано у процесі дослідження.

*Постійно діюча багатоконпонентна екологічна модель* є результатом екологічного аудиту. Для її побудови оцінений екологічний стан кожної геоекосистеми шляхом комп'ютерного накладання їх складових – геокомпонентів, тобто геологічного середовища, геоморфосфери, водних ресурсів, атмосферного повітря, ґрунтового та рослинного покривів та впливу на них техносфери (рис. 3, 4).

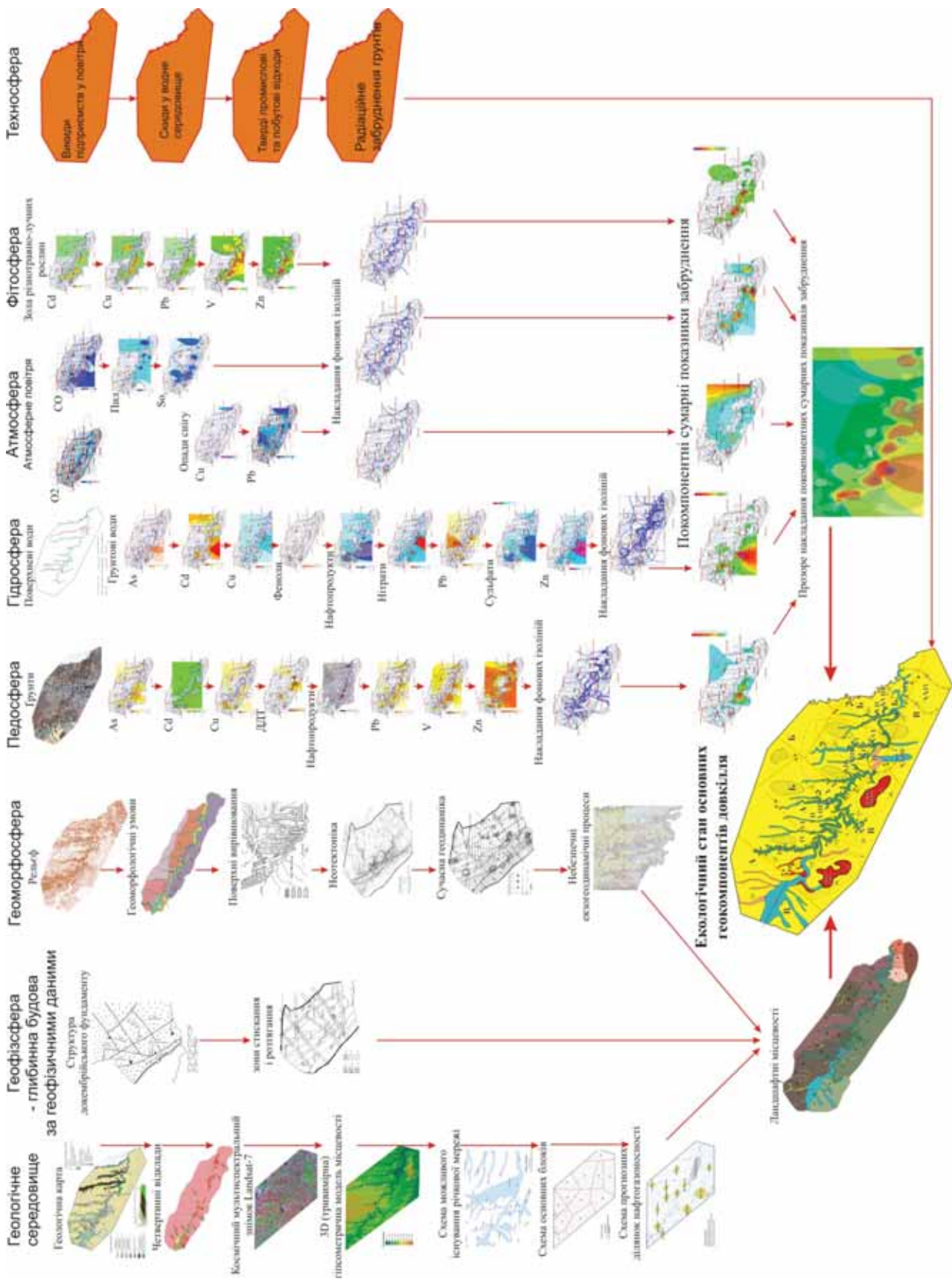


Рис. 3. Постійно діюча багатоконпонентна екологічна модель створена інтегруванням поелементних і покомпонентних еколого-техногеохімічних карт

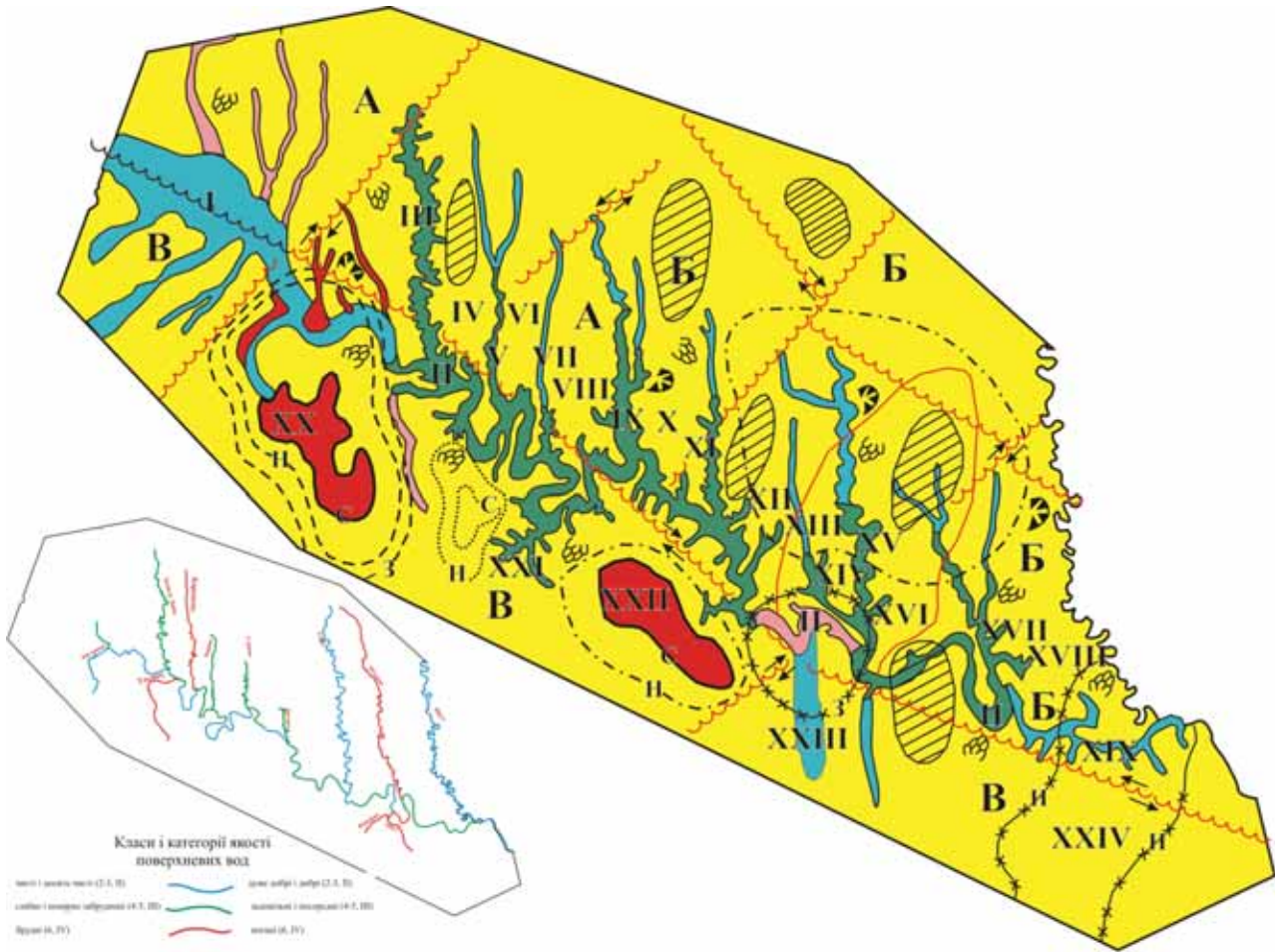


Рис. 4. Карта сучасної екологічної ситуації

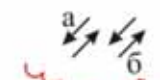




Екологічний стан геоекосистем визначений ранжуванням сумарних показників забруднення (СПЗ) компонентів довкілля. Кожному екологічному стану відповідає той чи інший колір на карті сучасної екологічної ситуації (рис. 4). Так виділяються контури розповсюдження різних екологічних станів, які порівнюються з контурами ландшафтних місцевостей на ландшафтній карті. При цьому, там де техногенне навантаження незначне, геоекологічні зони і смуги відповідають контурам ландшафтів та ландшафтних місцевостей, а де забруднення перевищує фон і створює аномалії, там геоекологічні зони і смуги незгідні з ландшафтною структурою. Сукупність усіх виявлених контурів екологічних станів основних геокомпонентів довкілля Дністровського каньйону та суміжних територій дозволило провести геоекологічне районування досліджуваного району.

Підводячи підсумки виконаним еколого-геохімічним дослідженням, підкреслимо, що, не дивлячись на велику кількість попередніх робіт, які були фрагментарними і неузгодженими між собою, цілісної геоекологічної характеристики Дністровського каньйону як лінійної річково-долинної геоекосистеми – майбутнього національного природного парку і транзитного, міжрегіонального екологічного коридору, не було. Нами вперше виконана така оцінка.


#### Висновки.

1. Основним методом досліджень була концепція загальної оцінки впливу техногенних об'єктів на довкілля та конкретна методика польових експедиційних досліджень, аналітичних робіт і комп'ютерної обробки отриманих даних. Що стосується загальних методів екологічної оцінки ситуації і станів, то наш внесок полягає у деталізації існуючої структури баз екологічної інформації та геоінформаційних систем і їх використання для еколого-аудиторської діяльності.

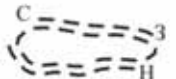

**Умовні позначення до рис. 4**  
**Екологічний стан основних геокомпонентів довкілля**  
**Геологічне середовище**

-  Сучасні активні геодинамічні зони стиснення (а) і розтягнення (б) земної кори, локальні здвиги та інші прояви неотектоніки
-  Глибинні розломи докембрійського фундаменту – зони сучасної тектонічної активності, виявлені геофізичними методами
-  Брахіантиклінальні структури в палеозойському чохлі (перспективні на нафту і газ), що проявляють сучасну тектонічну активність (за даними ДЗЗ)
-  Порухення геологічного середовища природними карстовими процесами – площі розповсюдження печер та поверхневих карстових форм
-  Порухення геологічного середовища техногенними процесами – кар'єрами з видобутку корисних копалин

**Геоморфосфера**

-  Порухення рельєфу природними процесами – зсувами та іншими екзогеодинамічними явищами (селями, обвалами, осипищами, суфозією, ерозією та ін.)

**Педосфера**

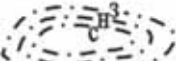
-  Сумарні показники забруднення (з – задовільний, н – напружений, с – складний екологічні стани) ґрунтів
-  Арéal радіаційного забруднення ґрунтів (1-2 кВ/км<sup>2</sup>)

**Гідросфера**

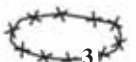
*Ґрунтові води*

-  Сумарні показники забруднення (Н-напружений, С-складний екологічні стани)

**Атмосферне повітря**

-  Сумарні показники забруднення (з-задовільний, н-напружений, с-складний екологічні стани)

**Рослинність**

-  Сумарні показники забруднення золи лучного різнотрав'я (З-задовільний екологічний стан)

**Екологічний стан геоекоекологічних (еколого-ландшафтних) зон та смуг**

-  сприятливий
-  нормальний
-  задовільний
-  напружений
-  складний

A, Б, В – Геоекоекологічні зони

I, II, III....XXIV – Геоекоекологічні смуги

2. Геологічне середовище та обмежуюча його зверху геоморфосфера (рельєф) зазнали певних екологічних змін – ураженості під впливом як природних, так і антропогенних (техногенних) процесів. Ми їх оцінили відносно площі і об'єму закарстованого геологічного середовища. Природні порушення незначні, як по площі (0,04 %) так і за об'ємом печерних порожнин (0,0015 %).

3. Виходячи з аналізу карт четвертинних відкладів та геоморфологічних умов, а також співвідношення терас з горизонтами покривних лесів та викопних ґрунтів, виявлено, що сучасна долина Дністра на рівні надканьйонних VII і VI надзаплавних терас почала формуватись у пізньому пліоцені (3 млн. р. тому), а вріз каньйону відбувається з раннього плейстоцену (1,5-1,2 млн. р. тому).

4. На основі дешифрування космічних знімків виділено кілька паралельних древніх річкових долин, які існували до формування долини Дністра, були орієнтовані з північного заходу на південний схід, тобто майже під прямим кутом по відношенню до сучасних долин. Вік цих долин – середньопліоценовий, тому що вони існували ще до утворення надканьйонних VII і VI терас Дністра. З алювієм древніх долин можуть бути пов'язані розсіпні корисні копалини, які є на сусідній території Українського кристалічного щита.

5. Гідромережа досліджуваної території успадкувала макротріщинуватість ортогональних і діагональних напрямків, які утворюють ряд лінеаментних зон, що розділяють територію на різновисотні блоки. На космічних знімках видно, що згущення лінеаментів і макротріщинуватості може свідчити про можливе існування на глибинні 1-3км, в рифейських і палеозойських відкладах, брахіантиклинальних структур, що проявились і на неотектонічному етапі.

6. В докембрійському фундаменті, за геофізичними даними, виділяється кілька крупних блоків, що межують між собою по глибинних розломах, які виявляють сучасну тектонічну активність.

7. Аналіз сучасного рельєфу, його морфоструктури і морфоскульптури, поверхонь вирівнювання, річкових терас та інших елементів геоморфосфери свідчить про тісну кореляцію і залежність сучасного рельєфу від неотектонічних рухів та ендеогодинаміки. Виявлені неотектонічним аналізом локальні здвиги, головні зони стискання і розтягнення, активні розломи також включені в постійно діючу екологічну модель, тому що ці елементи можуть істотно впливати на сейсмічність території, розвиток зсувів, карсту, ерозійних та інших небезпечних процесів.

8. Аналіз розповсюдження мінерально-сировинних ресурсів дозволив визначити екологічні зміни при видобутку корисних копалин кар'єрами, які є ураженнями геологічного середовища техногенними процесами. На досліджуваній території відкрито і розвідано велика кількість родовищ, але їх розробка до цього часу ведеться без оцінки впливів на навколишнє середовище, без урахування вартості інших (наприклад, земельних) природних ресурсів, які порушуються і руйнуються без належних екологічних обмежень.

9. Геоморфосфера також порушена природними процесами (зсувами, селями, обвалами, осипищами, суфозією та ерозією), які іноді підсилюються антропогенним впливом. Зсувні явища ми оцінили розрахунками частки зсувів, які зазнали активізації за останні 25 років. Виявилось, що площа активізованих зсувів на контрольних ділянках зросла з 11,6 до 66%, тобто в 6 разів. Отже необхідні термінові заходи для запобігання розповсюдження зсувів. Теж саме можна сказати і про інші небезпечні ектогеодинамічні процеси, що мають явну тенденцію до прогресуючої активізації. В цілому ж геологічне середовище і геоморфосфера в районі Дністровського каньйону ще мають «запас міцності» по відношенню до небезпечних екологічних процесів, але їх постійне зростання повинно нас турбувати. Якщо для запобігання і попередження цих явищ поки що не має у держави коштів, то необхідно організувати їх інвентаризацію та моніторинг.

10. Суміжні з геологічним середовищем та геоморфосферою компоненти довкілля – ґрунтовий і рослинний покриви, поверхнева і підземна гідросфера та атмосферне повітря – екологічно оцінені більш-менш рівномірно по всій території. На відміну від існуючих методів площинної оцінки викидів у атмосферне повітря, скидів у водні системи та накопичення відходів, поділених (віднесених) на площу відповідної території, ми оцінювали цей параметр по вже накопичених (депонованих) забрудненнях, шляхом складання еколого-техногеохімічних моделей. Вони свідчать, що досліджувана територія забруднена слабо, або майже не забруднена, за винятком окремих аномальних зон точкового характеру, де вміст As, Cd, Pb, Cu, Zn, V, нафтопродуктів, ДДТ перевищують фон у 3-5разів, а іноді і ГДК у 2-3 рази. Більшість (90%) аналізів показує, що вміст – нижче фонових значень. Тобто нічого

небезпечно не має: виявлений розподіл хімічних елементів лише попереджає, що забруднення накопичуються у двох зонах (одна є регіональною і прослідковується з Галицького району від Бурштинської ТЕС паралельно Дністровському каньйону на його правобережжі аж до Чернівецької області, а друга охоплює нижні течії рр. Серет, Нічлава і Збруч і має локальне походження). Ці зони необхідно контролювати для забезпечення екологічної стабільності.

11. Вперше для Дністровського каньйону та суміжних територій виділено 5 екологічних станів та виконано геоecологічне районування на основі ландшафтного аналізу та виявлених аномальних зон забруднення. Всього обґрунтовано 3 геоecологічні зони, які поділяються на 24 геоecологічні смуги. Переважна більшість із них відповідає ландшафтним місцевостям, там де рівень забруднення незначний. Там, де екологічний стан зростає до напруженого і складного, контури геоecологічних смуг можуть не співпадати з ландшафтними місцевостями.

12. Оцінка екологічного стану геоecологічних смуг дозволила провести їх «розбраковку» на три категорії по необхідності стабілізаційних заходів: 1) не має потреб втручатись в природно-антропогенні процеси, 2) необхідно застосувати оптимізаційні природоохоронні заходи згідно довгострокової екологічної програми, 3) потрібні термінові оперативні заходи.

Комплекс виконаних геоecологічних досліджень є необхідним для наукового обґрунтування проекту Дністровського національного природного парку як регіонального екологічного коридору – одного із головних складових Національної екологічної мережі України та важливого туристично-рекреаційного об'єкту.

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ**

УДК 622.83:550.4

*Гайдін А.М.*

*Відділення гірничо-хімічної сировини  
Академії гірничих наук України, м.Львів*

### **ОЗЕРО В ДОМБРОВСЬКОМУ КАЛІЙНОМУ КАР'ЄРІ**

Розглянуті фактори, які визначають формування хімічного складу води при затопленні калійного кар'єру. Показано, що внаслідок руйнування бортів кар'єру береги і дно майбутнього озера будуть ізольовані від соленосних відкладень і над накопиченими розсолами утвориться шар прісної води потужністю біля 18 м.

**Ключові слова:** кар'єр, затоплення, розчинення, обвалення, формування хімічного складу.

Рассмотрены факторы формирования химического состава воды при затоплении калийного карьера. Показано, что вследствие обрушения бортов карьера берега и дно будущего озера будут изолированы от соленосных отложений и над накопленным рассолом образуется слой пресной воды толщиной до 18 м.

**Ключевые слова:** карьер, затопление, растворение, обрушение, формирование химического состава.

Factors generated chemical composition of water during infl uention of potassium open pit investigated. It is set, that destruction of open pit edges beach and bottom of the lake will be isolated away from salt deposition. It is located over the brine precipitate of fresh water stratum near 18 m thickness.

**Key words:** open pit, flooding, solution, land-slide, formation of chemical composition.

небезпечно не має: виявлений розподіл хімічних елементів лише попереджає, що забруднення накопичуються у двох зонах (одна є регіональною і прослідковується з Галицького району від Бурштинської ТЕС паралельно Дністровському каньйону на його правобережжі аж до Чернівецької області, а друга охоплює нижні течії рр. Серет, Нічлава і Збруч і має локальне походження). Ці зони необхідно контролювати для забезпечення екологічної стабільності.

11. Вперше для Дністровського каньйону та суміжних територій виділено 5 екологічних станів та виконано геоecологічне районування на основі ландшафтного аналізу та виявлених аномальних зон забруднення. Всього обґрунтовано 3 геоecологічні зони, які поділяються на 24 геоecологічні смуги. Переважна більшість із них відповідає ландшафтним місцевостям, там де рівень забруднення незначний. Там, де екологічний стан зростає до напруженого і складного, контури геоecологічних смуг можуть не співпадати з ландшафтними місцевостями.

12. Оцінка екологічного стану геоecологічних смуг дозволила провести їх «розбраковку» на три категорії по необхідності стабілізаційних заходів: 1) не має потреб втручатись в природно-антропогенні процеси, 2) необхідно застосувати оптимізаційні природоохоронні заходи згідно довгострокової екологічної програми, 3) потрібні термінові оперативні заходи.

Комплекс виконаних геоecологічних досліджень є необхідним для наукового обґрунтування проекту Дністровського національного природного парку як регіонального екологічного коридору – одного із головних складових Національної екологічної мережі України та важливого туристично-рекреаційного об'єкту.

## **ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ**

УДК 622.83:550.4

*Гайдін А.М.*

*Відділення гірничо-хімічної сировини  
Академії гірничих наук України, м.Львів*

### **ОЗЕРО В ДОМБРОВСЬКОМУ КАЛІЙНОМУ КАР'ЄРІ**

Розглянуті фактори, які визначають формування хімічного складу води при затопленні калійного кар'єру. Показано, що внаслідок руйнування бортів кар'єру береги і дно майбутнього озера будуть ізольовані від соленосних відкладень і над накопиченими розсолами утвориться шар прісної води потужністю біля 18 м.

**Ключові слова:** кар'єр, затоплення, розчинення, обвалення, формування хімічного складу.

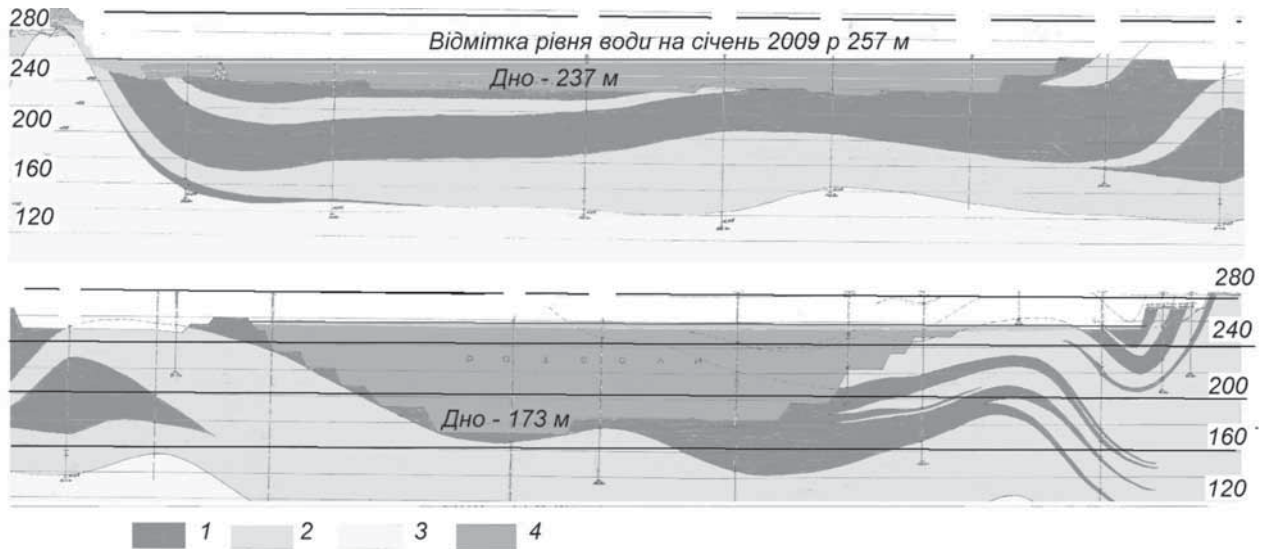
Рассмотрены факторы формирования химического состава воды при затоплении калийного карьера. Показано, что вследствие обрушения бортов карьера берега и дно будущего озера будут изолированы от соленосных отложений и над накопленным рассолом образуется слой пресной воды толщиной до 18 м.

**Ключевые слова:** карьер, затопление, растворение, обрушение, формирование химического состава.

Factors generated chemical composition of water during infl uention of potassium open pit investigated. It is set, that destruction of open pit edges beach and bottom of the lake will be isolated away from salt deposition. It is located over the brine precipitate of fresh water stratum near 18 m thickness.

**Key words:** open pit, flooding, solution, land-slide, formation of chemical composition.

**Вступ.** В Калуші Івано-Франківської області з 1967 до 2005 р. діяв Домбровський кар'єр з видобутку калійної руди. Висота поверхні над рівнем моря 300-303 м. Кар'єр складається з південної і північної частин, розділених перемичкою на відмітці 255-256 м. Південна частина відпрацьована в 1967-1982 рр., видобуто 17,9 млн. т руди і 20 млн. м<sup>3</sup> розкривних порід. Абсолютна відмітка дна 173 м. Північна дільниця введена 1983 р., з неї видобуто 14,6 млн. т руди. Відмітка дна 237 м. До 2008 р. кар'єр підтримували в робочому стані. Розсіл із північної частини перекачували у південну, а звідти скидали у відпрацьовану шахту. У січні 2008 р. осушення припинили. Почалося затоплення кар'єру, яке різко прискорилося в період липневої катастрофічної повені. Відновити діяльність кар'єру стало неможливим, оскільки скид розсолів в гідромережу неприпустимий з екологічних міркувань. На місці кар'єру утворюється озеро.



**Рис. 1. Геологічний розріз вздовж кар'єру. Вгорі північна, внизу – південна частини. 1 – калійна руда, 2 – соленосна брекчія, 3 – пісковик, глина, 4 – розсіл**

Геологічний розріз калійного родовища складається з трьох основних елементів: 1) соленосної брекчії та калійних руд, 2) глинистої кори вивітрювання («шляпи») і 3) четвертинних гальковиків та суглинків (рис.1). Калійна руда полімінеральна. Вона складена легко розчинними галітом, каїнітом, сильвіном і слабо розчинними лангбейнітом, кізеритом, полігалітом, ангідритом. Крім того, руда вміщає 15-17% нерозчинних переважно глинистих домішок. Вміщаючі соленосні відкладення представлені глинами та пісковиками, зцементованими галітом, вміст якого до 45%.

Над соленосною товщею залягає кора вивітрювання – глинисто-гіпсова шляпа (ГГШ) потужністю від 3-4 до 24 м. Підшва ГГШ залягає на відмітках 262-274 м, покрівля – 276-278 м. Четвертинні відкладення представлені гальковиками потужністю 2-18 м і суглинками товщиною 2,5-6 м. Соленосні породи і ГГШ водотривкі. В гальковиках вміщуються прісні ґрунтові води.

Кар'єр перерізає долину річки Сівки, яка відведена самопливним каналом. Для перехвату підземних вод навколо кар'єру споруджена дренажна траншея довжиною 5,3 км і глибиною до 25 м. Об'єм траншеї 2.3 млн. м<sup>3</sup>. Дно траншеї виконано в ГГШ, відмітка дна на півдні 290 м, на півночі 280 м. Між кар'єром і траншеєю залишений цілик шириною 100 м. На північному борті на відстані близько 160 м цілик відроблений, траншея відсутня.

За даними калійного заводу в період експлуатації в кар'єр поступало 1.4 млн. м<sup>3</sup> води в рік. Воду із дренажної траншеї з мінералізацією близько 3 г/л в кількості 450 тис. м<sup>3</sup> за рік скидали в Сівку. Розсіл із північної частини кар'єру скидали у південну частину, а звідти закачували у відпрацьовану шахту. До січня 2008 р. в південній частині кар'єру було накопичено 5 млн. м<sup>3</sup> розсолу з вмістом солей близько 400 г/л. В період повені у липні 2008 р. перемичка між південною і північною частинами



**Рис. 2. Утворення ніші розчинення в борті кар'єру (модель)**

кар'єру була розмита, рівень розсолу в обох частинах кар'єру вирівнявся. Затоплення кар'єру покляло край надіям на відновлення видобутку калійної руди, оскільки осушити кар'єр не можливо.

Об'єм вільного простору до відмітки повного затоплення (295 м) становить 42 млн. м<sup>3</sup>, із них станом на жовтень 2010 р. 18 млн. м<sup>3</sup> вже затоплено, залишилося 24 млн м<sup>3</sup>. До контакту солей з ГГШ залишилося 9 м, об'єм 7 млн. м<sup>3</sup>. Приток води за період з початку затоплення північної частини становить в середньому 3 млн. м<sup>3</sup> в рік. Швидкість підняття рівня води близько 4 м в рік. Затоплення соленосних порід очікується через 2 роки, в кінці 2012 р. Запланований скид розсолів із хвостосховищ в

кількості біля 2 млн. м<sup>3</sup> прискорить затоплення на 7-8 місяців.

**Актуальність.** У зв'язку з незворотнім затопленням кар'єру виникла дискусія про його екологічні наслідки. Думки спеціалістів розділилися. Одні вважали, що озеро буде солоним, внаслідок чого станеться засолення четвертинного водоносного горизонту. Для попередження засолення пропонували спорудити навколо кар'єру непроникливу протифільтраційну завісу, а розсіл з кар'єру випаровувати або нагнітати в глибокі свердловини [1]. Ці пропозиції в умовах кризового стану економіки України є не реальними і економічно не доцільними. Кінцевим результатом була би велика яма – ненажерлива прірва, яка без кінця висмоктувала би кошти із дірявого державного бюджету.

Автором даної статті на підставі фізичного і математичного моделювання доведено, що верхня частина водної товщі буде прісною і безпеки для довкілля не буде. Кінцевим результатом буде гарне озеро, яке може приносити прямий дохід за рахунок рекреаційного бізнесу і опосередкований в результаті покращення здоров'я людей. Звідси видно, наскільки актуальною є проблема прогнозу якості озерної води.

Процес затоплення соляного кар'єру є унікальним явищем і тому у відомій автору науковій літературі не висвітлений. Аналогічну проблему автор вирішив при проектуванні затоплення сірчанних кар'єрів [2], але там легкорозчинні солі відсутні. Мета даної статті – прогноз хімічного складу води в майбутньому Домбровському озері.

**Методика досліджень.** Для досягнення вказаної мети було проведено неодноразове обстеження бортів кар'єру в умовах затоплення з вимірами глибини ніш розчинення та нахилу дна. Для демонстрації процесу руйнації берегів внаслідок розчинення виготовлена фізична модель в масштабі 1:100. На моделях проведені також дослідження гравітаційного розділення води з різною мінералізацією. Для виявлення змін хімічного складу водної товщі відбирали поінтервальні проби води з обох частин кар'єру. На основі одержаних результатів запропонований інженерний метод прогнозних розрахунків.

**Розчинення соляного борту.** Відомо, що швидкість розчинення солей залежить від нахилу поверхні [3]. Вгорі розчинення проходить швидше, ніж внизу, в результаті вертикальна поверхня становиться нахилою. Нерозчинні домішки спочатку сповзають вниз і накопичуються в основі стінки, що розчиняється. Але після того, як нахил поверхні зменшується до кута внутрішнього тертя (природного укусу) нерозчинного залишку, останній перестає сповзати і накопичується на поверхні солей, відокремлюючи сіль від води. Тоді розчинення припиняється.

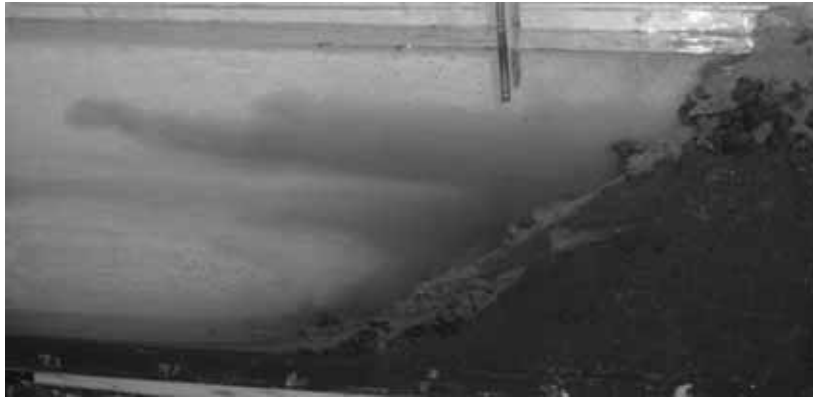
Для ілюстрації цього процесу виготовлена прозора модель вертикального борта кар'єру в масштабі 1:100 (рис. 2). Соленосну товщу моделювали сумішню глини з кам'яною сіллю у рівних кількостях. Над нею з глини сформований аналог гіпсово-глинистої шляпи і шар роздільно-зернистих четвертинних відкладень.

Заповнення «кар'єру» прісною водою проводили повільно, так що швидкість підняття рівня була меншою від швидкості розчинення, як це спостерігається в природі. На фотографії моделі видно, що на

рівні води в соляному обриві утворюється ніша. Стеліна ніші горизонтальна, відповідає рівню води. Нерозчинний осад падає з покрівлі, утворюючи призму під кутом природного укосу. Коли нахил поверхні солей досягає кута внутрішнього тертя осаду, останній перестає сповзати і накопичується на поверхні солей. Бокова поверхня ніші покривається осадом. З цього моменту розчиняється тільки стеліна ніші.

Виміри глибин в кар'єрі показали, що нахил поверхні нерозчинного осаду становить від 20 до 32°, в середньому 29°. На ділянках, де нахил борта менший, ніж кут природного укосу нерозчинного осаду, розчинення борту взагалі не здійснюється.

**Обвалення берегів.** По мірі поглиблення ніші зростає напруга у нависаючій товщі порід. Залишок соленосної породи над нішею не витримує власної ваги і тиску налягаючих глин і борт обвалюється (рис. 3). Обвалені соляні блоки утворюють прибережні скелі. З часом вони розчиняються, а нерозчинні залишки і уламки глинистих порід накопичуються на поверхні нерозчинного осаду.



**Рис. 3. Борт кар'єру після обвалу (модель).  
Соленосна порода вкрита шаром нерозчинного осаду і  
продуктами руйнування берега.**

В результаті обвалення солей береги між уступами зникають, утворюється високий субвертикальний обрив. З берега починає осипатися гальковик і суглинок, які заповнюють пониження і вирівнюють поверхню дна під кутом природного укосу. Тонкі частинки (мул) відмиваються із продуктів обвалення і осідають на дні озера. Шар нерозчинних осадків над поверхнею солі збільшується за рахунок продуктів руйнування, ущільнюється під власною вагою

і ізолює сіль від води.

і ізолює сіль від води.

**Розрахункова модель.** Для орієнтовного розрахунку приймаємо, що ніша розчинення має форму трикутника (рис.4). Об'єм нерозчинного осаду дорівнює об'єму розчиненої руди, помноженому на об'ємний вміст нерозчинного осаду в долях одиниці. Звідси видно, що при розчиненні вертикальної стінки глибина ніші

$$L = H \cdot \operatorname{ctg} \varphi / (c + 1), \quad (1)$$

де  $H$  – глибина води,  $\varphi$  – кут природного укосу нерозчинного осаду,  $c$  – об'ємний вміст нерозчинного осаду. З цієї формули видно, що глибина ніші тим більша, чим менше в солях нерозчинного осаду.

Кут нахилу поверхні розчинення соленосної породи під водою визначається відношенням

$$\operatorname{tg} a = (c + 1) \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (2)$$

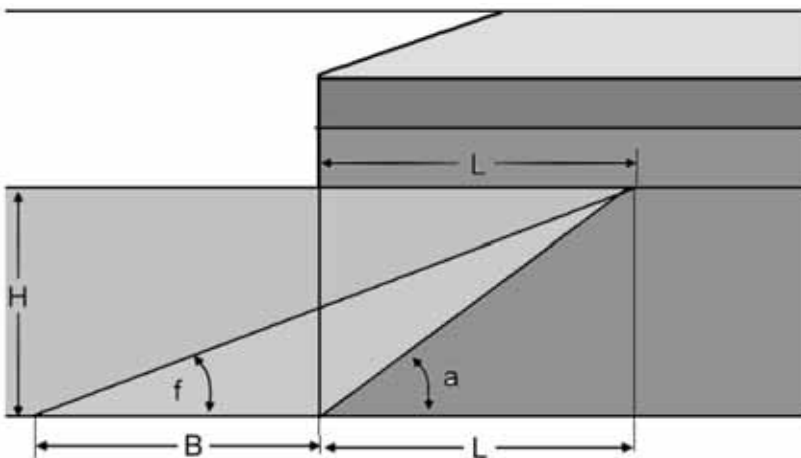
У випадку, коли нерозчинного осаду мало,  $c \rightarrow 0$  і  $a \rightarrow \varphi$ , глибина ніші найбільша:

$$L = H / \operatorname{tg} \varphi. \quad (3)$$

При нахиленому під кутом  $b$  борті максимальна глибина ніші визначається з формули

$$L = H \cdot (\operatorname{ctg} \varphi - \operatorname{ctg} b) / (c + 1). \quad (4)$$

У випадку, коли нахил борта дорівнює куту стійкого відкосу нерозчинного осаду або є меншим від нього,  $\varphi = b$ ,  $L = 0$ , розчинення не спостерігається.



**Рис. 4. Розрахункова схема для визначення параметрів ніш**

*Оціночні розрахунки.* Борти кар'єру в північній частині в більшості складені калійною рудою, яка вміщає 12% нерозчинного теригенного матеріалу, а також до 6% слабозчинного полігаліту і 7% нерозчинного кізериту. Всього вміст нерозчинного і слабо розчинного залишку становить 25%. В бортах, складених соленосною породою, вміст нерозчинного матеріалу біля 55%. Кут нахилу нерозчинного осаду в середньому приблизно дорівнює 29°.

Найбільше небезпечний північний борт являє собою уступ висотою 28 м під кутом 65°. При затопленні північного борту в калійній руді на висоту  $H=28$  м глибина ніші дорівнює  $28 \cdot (\text{ctg}29^\circ - \text{ctg}65^\circ) / (1+0,25) = 29,7$  м. Тобто північний борт може відступити від його початкового положення приблизно на 30 м. Глибина ніші в аналогічних умовах в борті, складеному соленосною породою, становить  $28 \cdot (1,8-0,47) / (1+0,55) = 24$  м.

Практично така глибина ніші не досягається, оскільки за результатами натурних спостережень вже при глибині ніші 3-4 м спостерігається обвалення берега. У більшості випадків відступлення борту визначається шириною берми, складеної глинами. Після обвалення на ширину берми виникає зсув четвертинних відкладень і поверхня солей захищається від розчинення. У південній частині кар'єру приблизно 250 м борту вже прикрито зсувом четвертинних відкладень.

*Маса розчинених солей.* Виведені формули дозволяють вирахувати кількість солей, які можуть розчинитися при затопленні кар'єру. Площа вертикального перетину ніші  $F$  становить

$$F=0,5 \cdot H \cdot L, \quad (5)$$

де  $H$  – висота борта,  $L$  – глибина ніші.

Об'єм порід  $V$ , які розчиняться при затопленні, визначається з формули

$$V=F \cdot P, \quad (6)$$

де  $P$  – довжина ділянки борта кар'єру з визначеними параметрами. Маса розчинених солей  $M$  дорівнює

$$M=0,5 \cdot H \cdot L \cdot P \cdot (1-c) \cdot \gamma, \quad (7)$$

де  $\gamma$  – питома маса порід. Середня мінералізація розсолу після затоплення соленосної товщі дорівнює відношенню маси розчинених солей до об'єму води, який в інтервалі відміток 250-278 м становить 16 млн. м<sup>3</sup>.

Для орієнтовної оцінки приймаємо  $H=28$  м,  $L=25$  м,  $P=5000$  м,  $c=0,25$ ,  $\gamma=2100$  кг/м<sup>3</sup>. Підставляючи дані, одержимо  $M=2760$  млн. кг. Середня мінералізація розсолу дорівнює  $2760:16=172$  кг/м<sup>3</sup>. Фактична концентрація розсолів у верхній частині водної товщі наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

**Зміни концентрації розсолів в північній частині кар'єру**

Глибина, м	0	3	5	10	20
Мінералізація, г/л: квітень 2009 р	165		301	327	
квітень 2010 р	148		222	222	310
червень 2010 р	128	192	222	222	

Як видно із таблиці, порядок цифр не розходиться з розрахунком. Спостерігається тенденція до зменшення концентрації розсолу.

*Прибортовий карст.* Інакший механізм руйнування бортів спостерігається в місцях витоку води із четвертинних гальковиків. Місця водопритоків визначаються пониженнями покрівлі глинисто-гіпсової шляпи, які приурочені до колишньої долини річки Сівки, відведеної каналом з території кар'єру, та її приток. Найбільші водопритоки зосереджені на північному і північно-західному борті.

Вода, що височується із гальковика, утворює водоспад. Частина води облизує соленосні породи, утворюючи вертикальні стінки (рис. 5), які відступають. Під глиною утворюється грот, а глина нависає над обривом. Коли глибина грота досягає 1-2 м, глина обвалюється. Гальковик осипається з обриву і засипає грот, утворюючи лійку з кутом близько 45°. Після того карстовий процес поступово уповільнюється. Коли рівень води підніметься до підшви четвертинних відкладень, прісна вода буде розповсюджуватися горизонтально над шаром розсолів і не буде омивати сіль. Карстовий процес може взагалі припинитися.

Руйнування берегів після затоплення соленосних порід. Подальше руйнування берегів буде проходити в результаті ерозії і хвильового розмиву. В період затоплення глинистої шляпи хвильовий розмив буде незначний, оскільки високі береги ще захищають плесо від вітру, а глини слабо піддаються розмиву. Суттєвий розмив почнеться після того, як рівень води досягне четвертинних відкладень. В результаті розмиву формується прибережна мілина і субвертикальний кліф [4]. Продукти розмиву будуть спливати на дно озера і збільшувати товщину донних відкладень, що відокремлюють сіль від води. Таким чином, у процесі формування берегів озера слід розрізняти наступні стадії: 1) розчинення соленосних порід з утворенням ніш і гротів, 2) обвалення берегів, 3) хвильовий розмив четвертинних відкладень (рис.6). Результатом деформацій буде гідроізоляція соленосних порід.

Формування хімічного складу води. Відповідно до стадій деформації бортів змінюються умови формування складу води. В першу і другу стадію деформацій проходить розчинення солей і утворюються розсоли з розрахунковою концентрацією порядку 170 г/л. З моменту підняття рівня води до покрівлі соленосних відкладень розчинення припиняється і на поверхні розсолу накопичується прісна вода із атмосферних опадів і четвертинного водоносного горизонту.

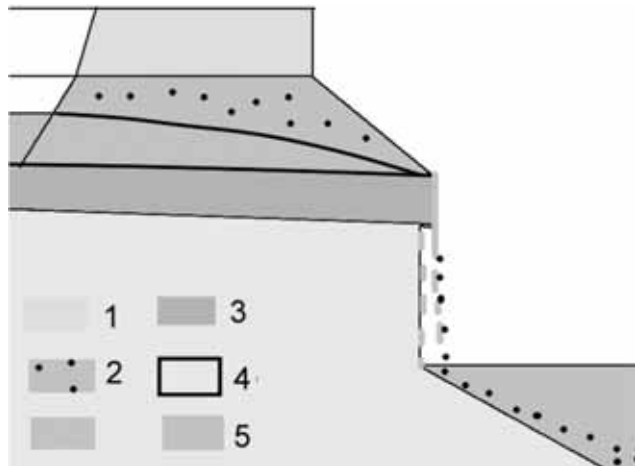


Рис. 5. Лінійна ерозія в місцях водопритоків.  
1 - суглинок, 2 - гальковик, 3 - глинисто-гіпсова шляпа, 4 - соленосні породи

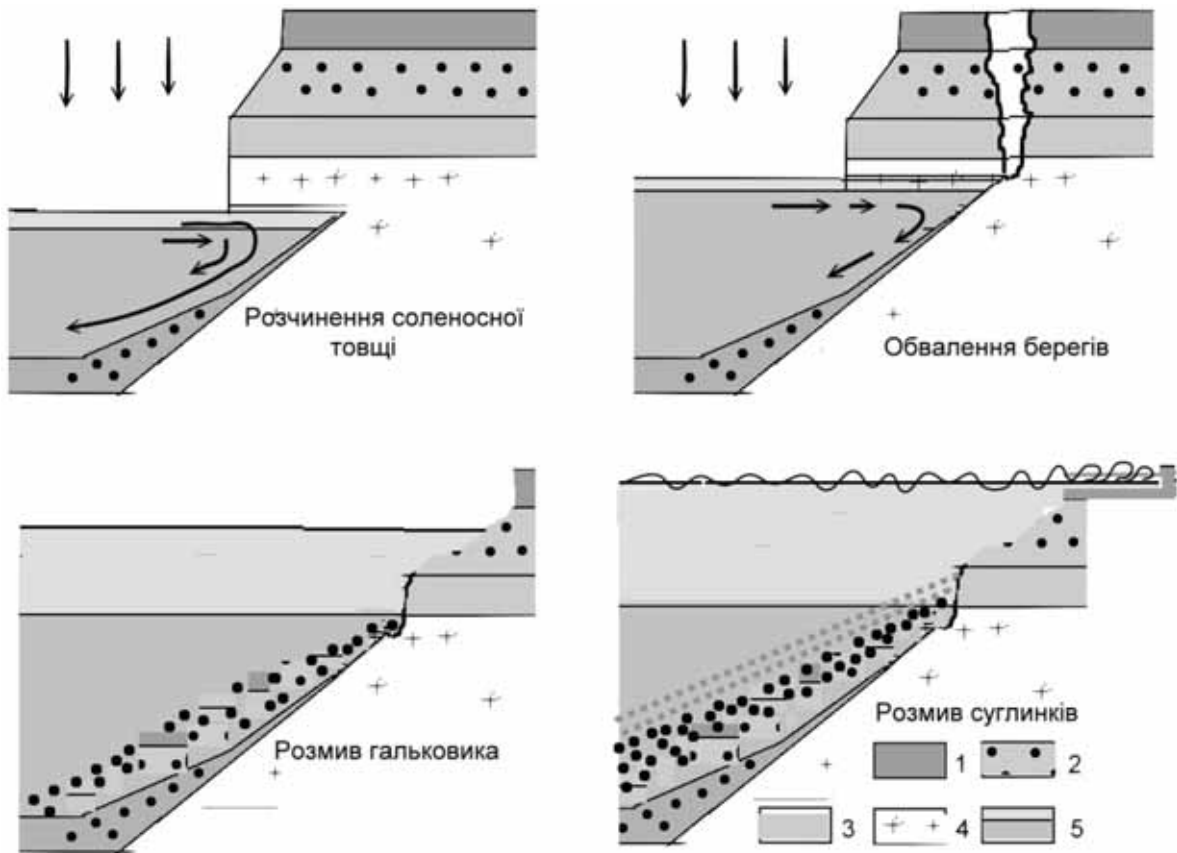


Рис. 6. Стадії переробки берега озера. 1 - суглинок, 2 - гальковик, 3 - глинисто-гіпсова шляпа, 4 - соленосна товща, 5 - вода (зверху прісна, нижче солоня)

Кінцевий рівень води в озері визначається умовами витoku в старе русло Сівки і буде на відмітці 295 м. Товщина шару прісної води відповідає різниці між відміткою затоплення (295 м) і відміткою покрівлі соленосної товщі (278 м), що становить 17 м.

Рівень води в озері буде нижчим від рівня води на контурах живлення - в каналі і руслі Сівки. Тому озеро буде служити місцем розвантаження води четвертинного водоносного горизонту. Грунтові води, як і нині, будуть рухатися в напрямку озера. Тобто забруднення ґрунтових вод виключається внаслідок двох факторів: по-перше вода в верхній частині озера буде прісною, а по друге вона не буде рухатися із озера в водоносний горизонт.

Внаслідок різниці густин прісна вода розповсюджується над поверхнею розсолів, майже не змішуючись з ними. Для демонстрації явища гравітаційного розшарування соленої і прісної води в нижню частину прозорого лотка був залитий розсіл з концентрацією 320 г/л. На його поверхню через



**Рис. 7. Розповсюдження прісної води по поверхні розсолу на моделі**

шланг подавали підфарбовану прісну воду. На фотографії (рис.7) видно, що прісна вода розповсюджується на поверхні, не змішуючись з розсолем. Безумовно в натурі поверхня розділу між розсолем і прісною водою не буде настільки різкою, як на моделі. Буде існувати перехідна зона, обумовлена процесом дифузії. Проте із усіх природних процесів швидкість дифузії є найменшою.

Прісна вода буде займати верхню частину водної товщі озера, а накопичений розсіл – нижню. Перемішування води під впливом вітрових хвиль розповсюджується на глибину, яка дорівнює висоті хвилі, тобто не досягне поверхні розділу між солоною і прісною водою. Більш інтенсивно проходить перемішування води в результаті осінньої температурної інверсії. За літо вода в озері нагрівається до 20-25 °С, густина такої води становить 0.997 г/см<sup>3</sup>. Восени в озеро поступає вода з температурою 0-4 °С з густиною до 1 г/см<sup>3</sup>. Температура солоної води становить 17-18 °С, а густина при мінералізації 150 г/л близько 1,1 г/см<sup>3</sup>. Тому при інверсії холодна вода опускається вниз тільки до площини розділу між солоною і прісною водою. Конвективні течії здійснюються в ламінарному режимі, тому обмін солями між шарами прісної і солоної води може проходити тільки в результаті дифузії. Однак процес дифузії дуже повільний.

Якість озерної води після затоплення в значній мірі буде визначатися проточністю. Найкращі умови досягаються в тому разі, якщо річку Сівку (або частину її стоку) пустити в озеро старим руслом. Тоді склад води в озері буде мало відрізнятися від складу річкової води. Дослідження новостворених озер на місці сірчаних кар'єрів показує, що вже на початку стадії накопичення прісної води озеро заселяється біонтами, діяльність яких сприяє зменшенню мінералізації води [5]. Накопичення органічних речовин на дні призводить до утворення сірководню, який переводить важкі метали у нерозчинну форму і виводить їх із води.

Природа має могутні механізми самоочистки, треба вивчати їх і використовувати. З іншого боку, у випадку неякісної гідроізоляції солевідвалів, хвостосховищ та звалищ відходів вода в озері може бути забруднена. Проте прогнозувати явища безгосподарності наука ще не здатна.

Природним аналогом стратифікованого озера може служити озеро Могильне, розташоване на острові Кільдин біля Кольського півострова [6]. Озеро виникло близько 400 років тому в результаті відокремлення частини моря косою. Глибина до 18 м, у верхньому 5 метровому шарі вода прісна, з глибини 7 м – відповідає морській, а на самому дні – глибше 15 м – навіть вміщає сірководень. Зона змішування, де соленисть води плавно збільшується, становить 2 м. В поверхневому шарі живе прісноводна фауна, а в глибинному – морська. Це озеро – природна наукова лабораторія, яка підтверджує можливість існування стратифікованої за мінералізацією водної товщі.

### Висновки

1. У механізмі переробки берегів при затопленні соляного кар'єру виділяються наступні стадії: 1) розчинення солей в бортах з утворенням ніш, 2) обвалення нерозчинних порід над нішами, 3) хвильовий розмив. Деформації розповсюджуються не далі 30-40 м. На більшій частині периметра кар'єру вони не виходять за межі дренажної траншеї і не створюють будь-якої загрози для населення або майна. Виключенням є північний борт, який згідно проекту має бути захищений шляхом відсіпки підпорної призми.

2. В результаті переробки берегів соленосні відкладення будуть ізольовані від водної товщі і тому розсоли будуть утворюватися тільки в період затоплення соленосних порід. Прогнозна середня концентрація розсолів 150 г/см<sup>3</sup>.

3. У формуванні хімічного складу води в озері, що утворюється на місці кар'єру, виділяються наступні стадії: 1) утворення розсолів в період затоплення соленосної товщі, 2) накопичення прісної води в період затоплення четвертинних відкладень, 3) стабілізація хімічного складу внаслідок перемішування води в межах прісноводної товщі в результаті осінньої інверсії та діяльності гідробіонтів.

4. У кар'єрній виїмці створиться озеро з солоною водою на дні і верхнім шаром прісної води товщиною до 17 м.

Таким чином, доведена можливість створення на місці калійного кар'єру озера, придатного для рекреаційного використання. Результати досліджень доцільно використати як основу комплексного проекту ревіталізації території в зоні впливу Домбровського кар'єру.

### Література

1. Семчук Я.М. Екологічні проблеми Калуського гірничопромислового регіону та шляхи їх вирішення / Я.М. Семчук, Л.Я. Савчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2010. – № 1. – с. 64-69.
2. Гайдин А.М. Формирование химического состава воды при затоплении серных карьеров / А.М. Гайдин. – Геозкология. – 2008. – № 2. – С. 1-6.
3. Пермяков Р.С. Технология добычи солей / Р.С. Пермяков, В.С. Романов, М.П. Бельды. – М.: Недра, 1981. – 48 с.
4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика / В.Д. Ломтадзе. – Л.: Недра, 1977. – 479 с.
5. Гайдін А.М. Нові озера Львівщини / А.М. Гайдін, І.І. Зозуля. – Львів: Афіша, 2009. – 60 с.
6. Риттер А. Чудесный аквариум / А. Риттер. Советское краеведение. – 1936. – № 5.

## СТАРУНСЬКИЙ ГЕДИНАМІЧНИЙ ПОЛІГОН

*Радловська К.О.*

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАРУНИ УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКИМИ ЕКСПЕДИЦІЯМИ У 2004-2009РР.

Палінологічні дослідження керну бурових свердловин на місцезнаходженні викопної фауни волохатих носорогів і мамонта дозволили виявити три тераси, алювій яких розчленовано на еємське міжльодовиків'я, пізній плейстоцен і голоцен.

**Ключові слова:** плейстоценова фауна, озокерит, кроманьйонці, грязьовий вулкан, голоцен.

### Висновки

1. У механізмі переробки берегів при затопленні соляного кар'єру виділяються наступні стадії: 1) розчинення солей в бортах з утворенням ніш, 2) обвалення нерозчинних порід над нішами, 3) хвильовий розмив. Деформації розповсюджуються не далі 30-40 м. На більшій частині периметра кар'єру вони не виходять за межі дренажної траншеї і не створюють будь-якої загрози для населення або майна. Виключенням є північний борт, який згідно проекту має бути захищений шляхом відсіпки підпорної призми.

2. В результаті переробки берегів соленосні відкладення будуть ізольовані від водної товщі і тому розсоли будуть утворюватися тільки в період затоплення соленосних порід. Прогнозна середня концентрація розсолів 150 г/см<sup>3</sup>.

3. У формуванні хімічного складу води в озері, що утворюється на місці кар'єру, виділяються наступні стадії: 1) утворення розсолів в період затоплення соленосної товщі, 2) накопичення прісної води в період затоплення четвертинних відкладень, 3) стабілізація хімічного складу внаслідок перемішування води в межах прісноводної товщі в результаті осінньої інверсії та діяльності гідробіонтів.

4. У кар'єрній виїмці створиться озеро з солоною водою на дні і верхнім шаром прісної води товщиною до 17 м.

Таким чином, доведена можливість створення на місці калійного кар'єру озера, придатного для рекреаційного використання. Результати досліджень доцільно використати як основу комплексного проекту ревіталізації території в зоні впливу Домбровського кар'єру.

### Література

1. Семчук Я.М. Екологічні проблеми Калуського гірничопромислового регіону та шляхи їх вирішення / Я.М. Семчук, Л.Я. Савчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2010. – № 1. – с. 64-69.
2. Гайдин А.М. Формирование химического состава воды при затоплении серных карьеров / А.М. Гайдин. – Геозкология. – 2008. – № 2. – С. 1-6.
3. Пермяков Р.С. Технология добычи солей / Р.С. Пермяков, В.С. Романов, М.П. Бельды. – М.: Недра, 1981. – 48 с.
4. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика / В.Д. Ломтадзе. – Л.: Недра, 1977. – 479 с.
5. Гайдін А.М. Нові озера Львівщини / А.М. Гайдін, І.І. Зозуля. – Львів: Афіша, 2009. – 60 с.
6. Риттер А. Чудесный аквариум / А. Риттер. Советское краеведение. – 1936. – № 5.

## СТАРУНСЬКИЙ ГЕДИНАМІЧНИЙ ПОЛІГОН

*Радловська К.О.*

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАРУНИ УКРАЇНСЬКО-ПОЛЬСЬКИМИ ЕКСПЕДИЦІЯМИ У 2004-2009РР.

Палінологічні дослідження керну бурових свердловин на місцезнаходженні викопної фауни волохатих носорогів і мамонта дозволили виявити три тераси, алювій яких розчленовано на еємське міжльодовиків'я, пізній плейстоцен і голоцен.

**Ключові слова:** плейстоценова фауна, озокерит, кроманьйонці, грязьовий вулкан, голоцен.

Палинологические исследования керн буровых скважин на местонахождении ископаемой фауны шерстистых носорогов и мамонта позволили выявить три террасы, аллювий которых расчленён на эемское межледниковье, поздний плейстоцен и голоцен.

**Ключевые слова:** плейстоценовая фауна, озокерит, кроманьонцы, грязевый вулкан, голоцен.

Palinological researches of drill-holes kern on the location of fossil fauna of shaggy rhinoceroses and mammoth allowed to expose three terracing, alluvium which is dismembered on emcee ace age period, late Plectocene and golotcene.

**Keywords:** Pleistocene's fauna, ozocerite, cromanyons, mud volcano, Holocene

**Актуальність проблеми.** Місцезнаходження плейстоценової фауни волохатих носорогів, мамонтів та іншої викопної фауни, забальзамованої у відкладах озокериту, стоянок древньої людини епох палеоліту та мезоліту і грязьових вулканчиків розташоване біля с. Старуні Богородчанського району Івано-Франківської області. Важливість цих поєднаних між собою феноменів палеонтології, археології і сучасної ендеогединаміки важко переоцінити. Адже Старуня – це не тільки унікальне явище в Карпатах. Знахідок добре збережених у відкладах озокериту чотирьох особей волохатих носорогів і одного мамонта не має ніде у світі. Значний інтерес для історії заселення Прикарпаття мають численні поселення кроманьонців – мисливців за мамонтами і носорогами, а також виникший зовсім недавно грязьовий вулканчик – свідок сучасної ендеогединамічної активності Карпатського регіону. Усе це дало підстави О.М. Адаменку [2, 3, 6, 8] запропонувати 60 гектарів геологічної пам'ятки природи для створення міжнародного еколого-туристичного центру «Парк Льодовикового періоду». Протягом 2004-2009 рр. на території Старуні працювало кілька українсько-польських експедицій під керівництвом професорів М. Котарби і О.М. Адаменка [4, 5, 12], які отримали нові результати, що дозволяють відновити палеогеографічні умови проживання мамонтової фауни і древніх людей на Прикарпатті.

**Із історії досліджень.** Перші знахідки викопних тварин стали науковою сенсацією світового масштабу [7, 9, 10, 13]. Відкриття зроблено у 1907 р. (один мамонт і один носоріг). В 1929 р. Польська Академія Вміння організувала наукову експедицію, під час якої на глибині 12,5 м знайдено ще один екземпляр волохатого носорога. Це єдиний у світі дуже добре збережений представник цього виду, що вимер близько 11 тис. років тому. Надзвичайна і виняткова консервація м'яких тканин відбулася природним чином завдяки насиченню нафтою, озокеритом і розсолом. Потім викопані залишки ще двох волохатих носорогів. Залишки ссавців, знайдені в 1907 р. [13], зберігаються в Державному природничому музеї НАН України (у минулому музей ім. Дзедушицьких) у Львові, а знайдені в 1929 р. у Природничому музеї в Кракові та в Інституті палеозоології Польської академії наук також у Кракові [2, 9, 11]. В 2004 р. після довгої перерви було відновлено наукові дослідження в Старуні. В травні і жовтні польське Товариство дослідження змін середовища «Геосфера» у співпраці з Гірничо-металургійною академією Кракова, Технічним університетом нафти і газу Івано-Франківська та Інститутом геології і геохімії горючих копалин НАНУ Львова організували дві експедиції, які провели в Старуні геологічні, геофізичні і геохімічні дослідження [2-6, 8]. Їх метою було вивчення геологічної будови і специфічного покривного комплексу четвертинних відкладів, в яких знайдено залишки плейстоценових ссавців, а також в'яснення можливості відкриття нових екземплярів чи навіть пралюдини [14].

Перша інформація про видобування нафти в Старуні відноситься до 1866 р. З 1885 до 1939 р. в районі Старуні були пробурені 14 пошукових свердловин. Але тільки свердловина Надія-1 підтвердила промислові запаси нафти і газу в відкладах еоцену. В 1929 р. добовий видобуток нафти складав 4000 кг та зменшився у 1940 р. до 300 кг. Відразу після війни ця свердловина завершила експлуатацію з технічних причин [2].

В роках 1950-1970 в районі Старуні було пробурено кілька десятків пошукових свердловин. Вони дозволили детально в'яснити структуру Бориславсько-Покутської підзони і місцезнаходження складок Старуня і Гвізд. В 1963 р. на складці Гвізд, яка на північному сході прилягає до складки Старуня, відкрито родовище нафти Гвізд. В протигагу цьому, на складці Старуня виявили тільки незначні дебіти і прояви нафти і газу. Доведено, що на складці Старуня нижні соленосні воротищенські шари були

перетиснені завдяки витисканню менілітових шарів, а високий тиск підземних контурних вод сприяв деструктуризації пасток і міграції вуглеводнів до поверхні. Під час міграції нафти, багатой на насичені вуглеводні, розпочалося утворення озокеритових жил. Тому, складка Старуня не є перспективною структурою для подальших пошуків нафти і газу. В шахтах Старуні експлуатація озокериту тривала до 1960 р. Приблизна оцінка свідчить, що з 1868 до вказаного року було видобуто біля 10 000 тонн озокериту. Запаси озокериту родовища Старуня складають біля 400 тисяч тонн. Навіть, якщо оцінка тих запасів є значно завищена, все рівно у родовищі залишилась значна кількість цієї сировини [2].

Архівні дані містять комплекс фотоматеріалів, які розкривають проведення археологічних досліджень [14]. Зокрема, зберігаються звіти розкопок про перші знахідки великих хребетних четвертинного періоду в Старуні, пов'язані з гірничими роботами, які проводились тут з метою експлуатації озокериту – земного воску. Обставини, що їх супроводжували, відомі завдяки звітам доктора Мар'яна Ломніцького, повідомленням преси, а також архівним матеріалам. В перших роках ХХ століття в долині Великого Лукавця на Ропищі діяли дві озокеритові копальні, які невдовзі занепали. Нова копальня була заснована в 1907 р. гірничим підприємством Дж. Кемпа з Гамбурга і розпочала діяльність на початку вересня. Згідно повідомлення кореспондента «Львівської Газети», копальня виникла внаслідок викупу менших шахт і штолень у кількох десятків попередніх власників за суму близько 2 млн. крон. Вже протягом першого місяця було розпочато копання чотирьох шахт, в тому числі шахти ІV, пізніше названою «Мамонтова». В горизонтальній проекції вона мала розміри 2,4 x 1,2 м і була розміщена на лівому узбіччі долини, в її південній частині, на «Полі Дмитруковім». В процесі її копання, 5 жовтня 1907 р. (дата приблизна), на глибині 12,5 м з'явилися перші рештки скелету великої тварини.

Отримані матеріали під час копання «мамонтової» шахти були детально опрацьовані. Перші публікації, що мали відношення до обставин відкриття мамонта і носорога, а також про склад супутньої їм фауни молюсків з'явилися вже в 1908 р. [13]. В кількох наступних роках були опубліковані статті, поміщені в журналах «Kosmos» і «Buletyn Akademii Umiejejnosci», в тому числі присвячені решткам рослин, а також великим ссавцям. З ініціативи і за фінансової підтримки дирекції львівського музею постала монографія «Wykopiska Starunskie», видана в 1914 р. як XV том праць музею ім. Дзедушицьких. Ця унікальна публікація вмістила в собі всі праці, які стосувались матеріалів, отриманих під час копання шахти в Старуні, так що стала вона достойним увінчанням палеонтологічних розкопок, які проводились в 1907 р. Особливу заслугу, як у починанні цієї справи, так і в цілому ході досліджень цього пункту в Старуні належить віддати докторові М. Ломніцькому [13]. Протягом 35 років він був пов'язаний з львівським науковим закладом, 20 років виконував обов'язки директора музею.

**Викладення основного матеріалу.** За пропозицією професорів Н.Х. Білоус і В.М.Кляровського [1] Старуня була затверджена як геологічний пам'ятник загальнодержавного значення. Н.Х.Білоус і В.М. Кляровський відкрили Старунський грязьовий вулкан і вивчали його на протязі 1977-1988 рр., про що детально опубліковано в багатьох роботах [2, 4, 8].

За даними Т. Кис, К. Rozanski, Т. Goslar, Н. Kubiak, М.І. Kotarba [12], радіовуглецевий метод був застосований декілька разів протягом останніх тридцяти років для визначення віку останків мамонта і чотирьох волохатих носорогів, знайдених в районі Старуні. Загалом в цих дослідженнях взяли участь сім лабораторій, які представляли три різні методики замірів. На жаль, всі зусилля досі не увінчалися успіхом. Визначення радіовуглецевого віку, одержані на сьогоднішній день для п'яти різних екземплярів, викопаних в районі Старуні, знаходяться в діапазоні між 14 і 47 тис. радіовуглецевих років. Цей діапазон характеризує як цілий ряд одержаних датувань, так і датування, одержані різними методами для одного і того ж матеріалу. Із цих даних поки що не можна зробити жодних висновків щодо взаємної хронології досліджуваного матеріалу. Специфічні умови, в яких перебували знайдені фрагменти і цілий волохатий носоріг (глини, просякнуті нафтою і розсоллом) є найправдоподібнішою причиною труднощів в одержанні радіовуглецевих датувань, які б вірогідно показували вік [2, 11, 14, 15].

Поблизу Старунського геодинамічного полігону науковці виявили до двох десятків стоянок первісних людей. Тут знайдено багато крем'яних знарядь праці та мисливства. Цікаво, що, вивчаючи старунські знахідки, львівський учений, професор М. Ломніцький звернув увагу на те, що в тазовій кістці одного з носорогів є круглий отвір. Поряд було знайдено уламок списа з обпаленим кінцем.

Очевидно, у цьому місці проводилися масові й успішні полювання. Але що приваблювало сюди тварин?

На місці озокеритного родовища багато тисяч років тому було солоне озерце, що під шаром розсолу приховувало небезпечну трясовину із бітумів – окисленої нафти та озокериту. Йдучи на солонці, носороги та мамонти потрапляли у це болото і, безпорадні, ставали легкою здобиччю для первісних мисливців або ж просто провалювалися в трясовину, йшли на глибину і бальзамувалися в озокериті.

**Висновки.** В 2007-2008 рр. на території палеонтологічних місцезнаджень Старуні були проведені бурові роботи (рис. 1) на двох профілях А-А<sup>1</sup> і В-В<sup>1</sup> з повним (100 %) відбором керну [15]. Дослідниками були виконані палінологічні, термлюмінесцентні, радіовуглецеві, малакофауністичні, літолого-мінералогічні, геохімічні, геофізичні та інші аналізи, які дозволили побудувати детальні геологічні профілі та виконати хроностратиграфічне розчленування четвертинних відкладів (рис. 2,3).

За даними Т. Соколовського і Р. Стахович-Рибки [15], в долині р. Великий Лукавець виділяється 3 терасові рівні. Найвищий (тераса ІІ на рис. 3) висотою 8 метрів асоціюється як зі стадією деградації так із стадією наступання пізнього пленігліціалу (28-13 тис. р. тому). Середній рівень (тераса І) висотою 4 метра відноситься до голоцену. В нижній частині цієї тераси, під її алювієм, розповсюджені руслові, пісчано-гравійні відклади з абсолютними датами, за термлюмінесцентним методом, від 120,6 до 58,9 тисяч років (єємський інтергліціал – ранній пленігліціал). Над ними залягають біогенні осадки – темно-сірі мули і чорні торфи, що датуються в інтервалі 48,2-11,1 тисяч років тому (інтергліціал глінд – ранній дріас), а ще вище – голоценові мули і біогенні відклади, вік яких визначений дендрохронологічними методами. Останні складають нижню заплаву терасу, що створена безпосередньо річкою Великий Лукавець.

### Література

1. Адаменко О.М. Геологические и экологические исследования нефтегазовых объектов Карпатского региона и научные рекомендации о защите окружающей среды на исследованных площадях / О.М. Адаменко, О.Р. Стельмах, С.П. Черняков, Л.В. Михальская, Г.И. Лазарук / Отчет Ивано-Франковского института нефти и газа. – Фонды ИФНТУНГ, 1989. – 122 с.

2. Адаменко О.М. Старуня – майбутній парк Львововикового періоду / О.М. Адаменко // В кн.: Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання в 4х томах. Том четвертий. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2007. – С. 105-183.

3. Адаменко О.М. «Парк Львововикового періоду» в Старуні / О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, Л.В. Міщенко / Викопа фауна і флора останнього зледеніння. – Івано-Франківськ–Краків, 2007. – С. 29-32.

4. Адаменко О.М. Старуня – унікальна геологічна пам'ятка природи з викопною фауною волохатих носорогів і мамонта та проявами грязьового вулканізму / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, М.В. Амброзьяк, В.І. Векерик, Я.Д. Гладун, Д.О. Зорін, Н.О. Зоріна, Є.І. Крижанівський, Я.М. Литвин, Л.В. Міщенко, А.А. Пилипенко, Л.В. Плаксіє, О.Р. Стельмах, Г.Д. Стельмахович, К.О. Радловська, Н.М. Шевчук / Викопа фауна і флора останнього зледеніння. – Івано-Франківськ–Краків, 2007. – С. 23-36.

5. Адаменко О.М. Старуня – унікальна геологічна пам'ятка природи з викопною фауною волохатих носорогів і мамонта та проявами грязьового вулканізму / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, М.В. Амброзьяк, В.І. Векерик, Я.Д. Гладун, Д.О. Зорін, Н.О. Зоріна, Є.І. Крижанівський, Я.М. Литвин, Л.В. Міщенко, А.А. Пилипенко, Л.В. Плаксіє, О.Р. Стельмах, Г.Д. Стельмахович, К.О. Радловська, Н.М. Шевчук / Природно-історична спадщина Старуні. – Старуня – Львів – Івано-Франківськ – Краків : вид-во «Акаріт», 2008. – С. 9-12.

6. Адаменко О.М. «Парк Львововикового періоду» в Старуні / О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, Л.В. Міщенко / Природно-історична спадщина Старуні. – Старуня - Львів - Івано-Франківськ – Краків : вид-во «Акаріт», 2008. – С. 13-16.

7. Александрович Ш.В. Старуня і дослідження четвертинного періоду в традиції та ініціативах Польської Академії Вміння / Ш.В. Александрович / Переклад з польської Я.Д. Гладуна і В.І. Куліша, за ред. О.М. Адаменка. – Івано-Франківськ, 2008. – 168 с.

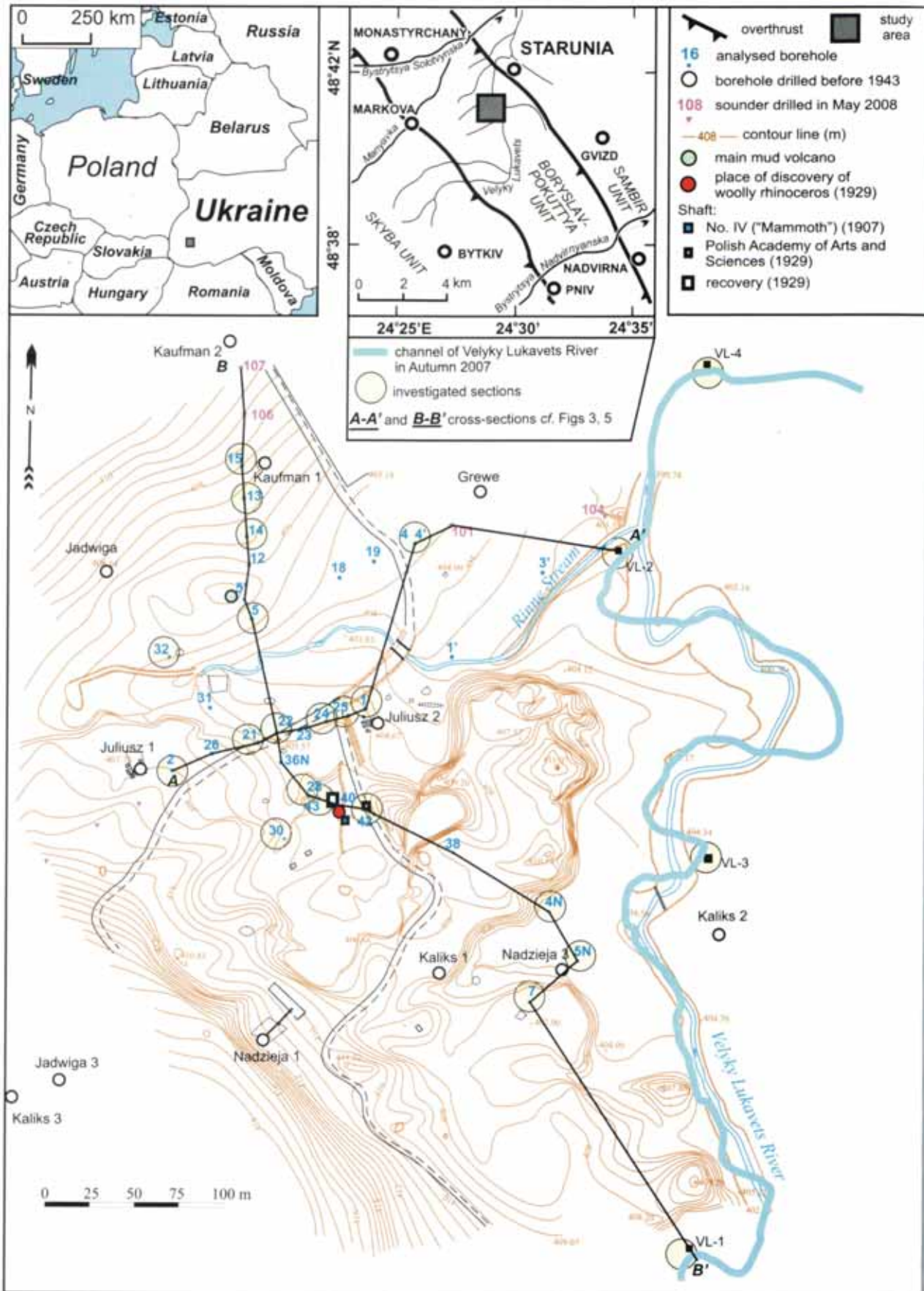


Рис. 1



9. Alexandrowicz S.W. Starunia and the Quaternary research in the tradition and initiatives of the Polish Academy of Arts and Sciences (Starunia i badania czwartorzędu w tradycji i inicjatywach Polskiej Akademii Umiejetnosci). *Studia i materialy do dziejow PAU* 2004, 3: 261 p. [in Polish with English abstract].
10. Kotarba M.J. Composition and origin of hydrocarbons saturating the remnants of woolly rhinoceros from Starunia, the Ukrainian Carpathians (Skład i geneza węglowodorow nasycających szczatki nosorozca wlochatego ze Staruni, Karpaty Ukrairiskie). *Prz. Geol.*, 2002, 50 (6): PP. 531-534 [in Polish with English abstract].
11. Kubiak H., Drygant D.M. The Starunia collections in Lviv and Krakow natural history museums and history of palaeontological studies. In: M.J. Kotarba (ed.) - Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of woolly rhinoceroses. *Pol. Geol. Inst, and «Geosphere» Society, Warszawa-Krakow, 2005, – PP. 37-44.*
12. Kuc T., Rozanski K., Goslar T. Kubiak H., Kotarba M.J. Radiocarbon dating of remnants of woolly rhinoceroses and mammoth from Starunia, fore-Carpathian region, Ukraine. In: M.J. Kotarba (ed.) - Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of woolly rhinoceroses. *Pol. Geol. Inst, and «Geosphere» Society, Warszawa Krakow, 2005. – PP. 195-204.*
13. Lomnicki M. Discovery of mammoth (*Elephas primigenius* Blumb.) and diluvial rhinoceros (*Rhinoceros antiquitatis* Blumb.) in Starunia, Bohorodchany county [Wykrycie mamuta (*Elephas primigenius* Blumb.) i nosorozca dyluwialnego (*Rhinoceros antiquitatis* Blumb.) w Staruni (pow. Bohorodczariski)], 1908, *Kosmos*. – PP. 33: 63-70 [in Polish].
14. Matskevyy L.G. Archaeological excavation sites in the Starunia area, fore-Carpathian region, Ukraine. In: M.J. Kotarba (ed.). Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia the area of discoveries of woolly rhinoceroses. *Pol. Geol. Inst, and «Geosphere» Society, Warszawa-Krakow, – PP. 45-52.*
15. Sokolowski T., Stachowicz-Rybka R. Chronostratigraphy and Changes of Environment of Gate Pleistocene and Holocene at Starunia Palaentological site and vicinity (Carpation Region, Ukraine). – *Annales Sosientatis Geologorum Polonial, 2009. – Vol. 79. – PP. 315-331.*

## **РЕЦЕНЗІЇ ТА АНОТАЦІЇ НОВИХ МОНОГРАФІЙ ТА ПІДРУЧНИКІВ З ЕКОЛОГІЇ**

*Міщенко Л.В.*

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### **КОНСТРУКТИВНА ГЕОЕКОЛОГІЯ – НОВИЙ НАПРЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Сьогодні людський розум і керована ним праця за потужностями і потенційними можливостями перевищили всі інші біотичні та абіотичні у чинники. Людство стало організатором планетарної системи Природа-Людина-Господарство, яка прийшла на зміну Біосфері. Роль пам'яті і регулятора розвитку у цій новій системі належить інтегральному інтелекту, яким повинно стати людство. Через недосконалість регуляторних механізмів, їх функціонування на засадах застарілих концепцій структурної підпорядкованості людського суспільства біосфері між розмахом і наслідками господарської діяльності та можливостями розумного управління соціосферними процесами виникли істотні порушення, в тому числі і розглянуті в монографії Рудька Г.І. і Адаменка О.М. «Конструктивна геоекологія: наукові основи та практичне втілення» – Чернівці : Маклаут, 2008. – 320 с.